



Eleusine coracana

Olivier HUSSON, Hubert CHARPENTIER, Roger MICHELLON,
Hubert RAZAFINTSALAMA, Narcisse MOUSSA, Frank ENJALRIC
Krishna NAUDIN, RAKOTONDRAMANANA, Lucien SEGUY

Février 2012



Eleusine coracana

Caractéristiques générales de la plante

Noms scientifiques : *Eleusine coracana* **Synonyme:** *Cynosorus coracanus*

Noms communs : Eleusine, petit mil, finger millet, african millet, Ragi (Inde).

Description :

L'éleusine est une graminée (famille des *Poaceae*, tribu des *Eragrostideae*) annuelle, de type C4.

Eleusine coracana est originaire d'Afrique de l'Est (Ouganda, Ethiopie) où elle est cultivée depuis l'âge de bronze. L'éleusine est cultivée sur plus de 2,5 millions d'hectares en Asie du Sud et en Afrique de l'Est où elle représente une céréale importante, en particulier en milieu très sec (1)(2)(3).



Inflorescences d'*Eleusine coracana*

C'est une plante érigée, de 60 cm à plus de 150 cm de haut, mais pouvant verser ou être prostrée. Les tiges sont aplaties latéralement. Les feuilles, au vert brillant caractéristique sont très résistantes. *Eleusine coracana* produit un grand nombre de talles (variable selon les variétés), et des ramifications peuvent se faire au niveau des noeuds. La verse est assez fréquente.

Les inflorescences sont digitées, avec 4 à 6 doigts pour la plupart (plus rarement, 2 à 8) de 12 à 15 cm de long, droits ou légèrement incurvés. Les épillets sont alternés sur le rachis, chacun contenant 4 à 7 graines de 1 à 2 mm (2). Leur couleur peut varier du brun foncé avec des tons rouges ou orangés, à presque blanc. *Eleusine coracana* est entièrement auto-pollinisée, ce qui rend les croisements difficiles (3). Le poids de mille grains est d'environ 2,5 g.

Une particularité marquante d'*Eleusine coracana* est son système racinaire fasciculé, fibreux, exceptionnellement puissant. *Eleusine coracana* est ainsi très difficile à arracher.



Racines d'*Eleusine coracana*

Cycle :

L'éleusine est une plante annuelle, de cycle court à moyen, selon les variétés (2,5 à 6 mois), au développement très rapide pour les variétés à cycle court. Plante photosensible (optimum de 12 h.), son cycle est fonction de la variété et de la saison de culture, mais aussi des propriétés du sol (1)(2)(3).

Où recommander cette plante?

Zones climatiques

L'éleusine s'étend des régions chaudes aux régions tempérées du globe, de 11°C à 27,4°C de moyenne annuelle, dans des régions très sèches à très humides (de moins de 300 mm à plus de 4000 mm de précipitations annuelles), du niveau de la mer à plus de 2000 mètres d'altitude. On la rencontre ainsi de l'Afrique au Japon, en passant par l'Australie et l'Inde où elle a été introduite il y a plus de 3000 ans (1)(2)(3). Elle est donc adaptée à toutes les zones agro-climatiques de Madagascar. Sa croissance est très rapide à température élevée et elle peut se développer jusqu'à 35°C, avec un optimum entre 18 et 30°C (3). En revanche, son développement est très lent à basse température. Elle se développe donc relativement lentement en altitude. Elle ne doit être installée qu'en saison chaude dans les régions tempérées ou subtropicales d'altitude, comme sur les Hautes Terres Malgaches ou au Lac Alaotra.



Eleusine coracana

Situation (sol et régime hydrique)

* Où la recommander

L'éleusine se développe sur des sols de pH 5,0 à 8,2 avec un optimum entre 6 et 7. Elle supporte mieux la salinité que les autres céréales ⁽²⁾⁽³⁾. Elle se développe bien sur une large gamme de sols, de limons riches à des sols superficiels pauvres, mais peut fortement souffrir en cas de carences en oligo-éléments comme le zinc, ce qui peut rendre son comportement parfois difficile à comprendre. A Madagascar, elle se développe bien sur les sols ferrallitiques à fertilité moyenne ou élevée, sur les sols ferrugineux tropicaux et sur les *baibohos*.

* Où ne pas la recommander

L'éleusine ne doit pas être installée sur sols très acides, sur sols dégradés à faible niveau de fertilité (comme les sols ferrallitiques dégradés) ou sur sols carencés en oligo-éléments.

De plus, l'éleusine ne supporte pas la submersion ⁽¹⁾⁽²⁾ et ne doit donc pas être cultivée en milieu inondable.

Pourquoi recommander cette plante?

Intérêts agronomiques

Fertilité et caractéristiques du sol

Le cycle très court et le système racinaire extrêmement puissant d'*Eleusine coracana* lui donnent une capacité exceptionnelle à injecter rapidement une très forte quantité de carbone, à décompacter les sols et à leur redonner une bonne macroporosité. La production de biomasse racinaire par l'éleusine peut dépasser 5t/ha de matière sèche en trois mois seulement. La biomasse aérienne peut dépasser 8t/ha de matière sèche ⁽²⁾.

De plus, en association avec des bactéries libres du sol (*Acetobacter diazotrophicus*, *Azospirillum brasilense*, *Bejerinckia sp.*, divers rhizobia, etc.), l'éleusine a la faculté de fixer l'azote en quantité exceptionnelle pour une graminée. Cette fixation d'azote est très variable suivant l'humidité, le type de sol, la fertilisation et la variété ⁽⁵⁾⁽⁶⁾, allant de 20 à 145 kg N/ha ⁽⁵⁾ et pouvant atteindre 70 kgN/ha en quelques mois. Elle correspond en moyenne à environ 40 kgN/ha.

Au delà de la fixation d'azote, l'éleusine a la capacité de recycler de grandes quantités de potasse, de calcium, de magnésium (au niveau des feuilles) et de fer (au niveau des racines).

L'éleusine est donc fortement recommandée pour améliorer rapidement des sols, en un très court laps de temps.

Contrôle des adventices

Eleusine coracana, malgré sa croissance rapide, est relativement peu compétitive par rapport aux adventices et peut nécessiter des désherbages, en particulier sur sols pauvres. Ce désherbage peut être difficile en présence d'*Eleusine indica*, une espèce très proche et difficile à distinguer.

Une fois installée, la forte production de biomasse permet de créer une couverture végétale qui contrôle bien de nombreuses adventices pour le cycle de culture suivant.

Cependant, *Eleusine coracana* est une plante hôte du striga (*Striga asiatica*, *S. lutea*, *S. hermontica* ⁽²⁾), plante parasite des graminées.

Activité biologique et contrôle des bioagresseurs

Eleusine coracana n'est pas une plante hôte de *Rotylenchus reniformis* et permet de réduire les populations de ce nématode. En revanche, elle ne semble pas avoir d'effet sur *Meloidogyne sp* ⁽⁴⁾.

L'éleusine a la capacité d'inhiber l' α -amylase ce qui explique que ses graines se conservent très longtemps, sans aucun dégât d'insecte. Cette capacité à inhiber l' α -amylase en fait une plante utilisable pour lutter contre différents insectes comme *Callosobruchus chinensis*, *Acaea janata*, *Carcyra cephalonica*, *Tribolium castaneum* ou *Sitophilus oryzae*, le charançon du riz ⁽⁴⁾.



Striga asiatica parasite d'*Eleusine coracana*

Eleusine coracana

L'éleusine, en particulier quand elle est associée à de la crotalaire ou du cajanus, semble réduire la pyriculariose sur la culture de riz lui succédant. De telles associations, suppressives de la pyriculariose, peuvent constituer un outil majeur pour la lutte contre cette maladie fongique très dommageable à la production.

Fourrages et production animale

La paille d'éleusine est un fourrage fibreux, de qualité moyenne, mais qui peut être utilisé en foin ou après ensilage. Il est donc possible d'utiliser une partie de la biomasse produite par l'éleusine pour l'alimentation du bétail, en prenant garde à restituer au sol une biomasse suffisante pour assurer les fonctions recherchées (couverture du sol, séquestration de carbone, contrôle des adventices, etc.). Certaines variétés peuvent cependant produire de l'acide cyanhydrique toxique (2).

Les graines d'éleusine sont en revanche un aliment d'excellente qualité. Elles peuvent être utilisées pour l'alimentation des porcs et des volailles, mais sont mal digérées par les ruminants.

Intégration dans les systèmes de cultures.

Cultures possibles en succession intra-annuelle

L'éleusine est photopériodique et nécessite des températures élevées pour une bonne croissance. Sa croissance en contre-saison ou en relais de la culture principale est très faible. En conséquence, elle ne doit être installée que durant la saison de culture.

A Madagascar, où elle n'est pas consommée, elle est donc essentiellement utilisée en association avec une culture. Toutefois, elle pourrait être utilisée en culture pure ou associée à du cajanus pour la production de graines, qui pourraient être utilisées soit pour la consommation humaine (en pur), soit pour l'alimentation animale.

Elle pourrait aussi être installée en pur pour préparer une culture, quand le climat permet de la cultiver avant ou après la culture principale ou quand l'espace disponible permet de se satisfaire d'une production de culture uniquement une année sur deux au niveau d'une parcelle.

Cultures possibles en association

L'éleusine s'associe facilement avec une culture de maïs, de sorgho ou de mil, en prenant garde à lui laisser suffisamment de lumière, l'éleusine se développant mal sous fort ombrage. Il est aussi possible de l'associer au manioc.

Il est aussi intéressant d'associer l'éleusine à d'autres espèces de plantes de couverture, et en particulier des légumineuses comme le cajanus, les crotalaires, le sesbania ou encore le stylosanthes. Ainsi, une association maïs + éleusine + cajanus ou crotalaire est très intéressante, permettant

la production de maïs mais aussi d'une forte biomasse. Des mélanges multi-espèces avec l'éleusine peuvent aussi intégrer d'autres familles de plantes, comme les amarantes ou le radis fourrager.

Cultures possibles en succession inter-annuelle

L'éleusine, en particulier quand elle est associée à une légumineuse, est un excellent précédent pour la culture du riz pluvial, permettant d'améliorer à la fois :

- * la structure du sol par les systèmes racinaires très puissants des plantes de couverture, et
- * la fertilité du sol, avec une fixation importante d'azote par l'éleusine et les légumineuses.

De plus, cette association permet de réduire les attaques de pyriculariose sur le riz, ce qui en fait un système particulièrement intéressant.

L'éleusine est également un excellent précédent pour la culture du cotonnier.



Maïs + Eleusine + Crotalaire



Saison suivante

Eleusine coracana

Facilité de gestion

Un des intérêts de l'éleusine est sa facilité de gestion. La production de semences est aisée. L'installation de l'éleusine peut se faire manuellement ou mécaniquement, en poquets ou à la volée. Son contrôle ne nécessite pas d'herbicide ou de connaissances particulières. De plus, elle peut s'associer facilement à de nombreuses plantes. Toutes ces caractéristiques en font une plante très facile à gérer.



Intérêts économiques

Consommation humaine

Un des intérêts de l'éleusine, malheureusement inexploité à Madagascar, est qu'elle est consommable par les hommes. Son grain est riche en protéines (6 à 14%), huile (1 à 1,4%), acides aminés essentiels (dont la méthionine, 3%) et éléments minéraux (1). Il peut être consommé en farine, ou utilisé pour la production d'alcool.



L'éleusine constitue d'ailleurs une céréale de base dans de nombreuses régions sèches en Inde et au Sri Lanka. Ses graines se conservent de nombreuses années et sa qualité s'améliore même avec le stockage. L'éleusine représente ainsi un aliment de réserve essentiel pour faire face aux périodes de famine(2).

De plus, l'éleusine est une plante diurétique et vermifuge, aussi utilisée contre la lèpre, la pneumonie, la variole, la rubéole et les maladies du foie (2).

Fixation d'azote

La capacité de l'éleusine à fixer de l'azote permet d'augmenter les rendements des cultures lui succédant, et/ou de réduire les apports d'engrais minéraux, améliorant ainsi les performances économiques du système.

Intérêts environnementaux

Sur le plan environnemental, l'éleusine est avant tout intéressante pour sa production rapide de biomasse et son système racinaire puissant, ce qui lui permet d'injecter dans le sol une forte quantité de matière organique, contribuant à la séquestration rapide de carbone.



Précautions et limites

La principale limite de l'éleusine est sa faible compétitivité par rapport aux adventices, qui peut rendre difficile sa bonne installation. De plus, le contrôle des adventices dans la culture suivante dépend fortement de la quantité de biomasse produite par la couverture végétale. En conséquence, une mauvaise implantation de l'éleusine peut conduire à un mauvais contrôle des adventices dans la culture suivante, ce qui pourra exiger un travail de désherbage important ou l'utilisation d'herbicides.

Une autre limite de l'éleusine est que sa biomasse est très vite dégradée par les termites ou les criquets, ce qui fait que la couverture végétale résiduelle au moment du semis peut être très faible dans les zones à forte pression de ces insectes.

De plus, il est parfois difficile de prédire le comportement de l'éleusine sur certains sols, probablement en relation avec des carences en oligo-éléments difficiles à anticiper. En cas d'incertitude sur un sol, il est nécessaire de tester le comportement de l'éleusine avant de la proposer à la diffusion à large échelle.

Variétés et espèces recommandées

Les variétés d'*Eleusine coracana* sont classées en premier lieu par couleurs (brun-rouge, vert, blanc). Diverses variétés ont été testées à Madagascar (Ragi, PG 6240, PG 94, etc.).

La diffusion de cette espèce s'est cependant faite sous forme d'un mélange de diverses variétés, avec un cycle de 3,5 à 4 mois.



Mélange d'*Eleusine coracana*

Eleusine coracana

Gestion de la plante

Comment l'implanter ?

Quand et comment semer

L'implantation de l'éleusine peut se faire en poquets, en lignes ou à la volée.

Pour un semis à la volée (8-10 kg/ha) en année «zéro» de préparation de biomasse, après labour, un passage de rouleau est recommandé pour assurer un bon contact des graines avec le sol.

Pour un semis en lignes ou en poquets, les graines d'éleusine qui sont très petites ne doivent pas être placées trop profond et rester entre 0,5 et 1 cm de profondeur. L'espacement entre lignes ou entre poquets peut se faire à densité variable. Plus la densité est élevée, plus la couverture du sol est rapide. Les lignes et les poquets peuvent donc être espacés de 20 à 50 cm. Cet espacement de l'éleusine dépend avant tout de l'agencement de la plante à laquelle elle est associée (maïs, sorgho, etc.).

Pour un semis du maïs ou du sorgho en rangs simples, espacés de 0,8 à 1 m, deux lignes d'éleusine (espacées d'environ 30 cm) peuvent être installées entre les rangs de maïs.



Trois rangs d'éleusine entre les doubles rangs de maïs

Pour un maïs ou un sorgho installé en doubles rangs espacés de 1,2 m à 1,5 m, trois lignes d'éleusine (espacées de 30 à 40 cm) peuvent être installées entre les doubles rangs de la céréale principale.

Pour une association triple (Maïs ou sorgho + éleusine + cajanus ou crotalaire), il est possible:

* de remplacer une ligne sur deux d'éleusine par une ligne de cajanus ou de crotalaire, ou

* d'alterner sur les lignes graminée et légumineuse. Cette dernière disposition est plus longue à installer mais permet une meilleure répartition de l'azote qui facilite la gestion l'année suivante. Elle n'est cependant pas indispensable, l'éleusine étant une graminée fixant de l'azote ce qui réduit les hétérogénéités.

Dans tous les cas, le semis de la culture et de l'éleusine (et éventuellement des plantes associées) se fait en même temps.

Traitement des semences

Aucun traitement de semence n'est nécessaire pour l'éleusine. Cependant, pour une meilleure germination, les semences d'éleusine peuvent être traitées à l'acide, ou scarifiées par passage au papier de verre.

Fertilisation

L'éleusine ne nécessite pas de fertilisation particulière. Elle bénéficie de la fertilisation apportée à la culture à laquelle elle est associée. Toutefois, sur sol carencé en oligo-éléments, un apport de ces éléments est nécessaire pour une bonne croissance de l'éleusine.

Gestion de l'enherbement

L'éleusine est assez peu compétitive vis-à-vis des adventices. En cas de forte pression, elle nécessite un travail de désherbage, difficile à envisager en culture pure, pour une plante de couverture. Par contre, installée en association avec du maïs ou du sorgho, elle peut bénéficier du contrôle des adventices effectué pour la culture. Cependant, pour une gestion par herbicides, les matières actives employées doivent être adaptées pour ne pas nuire à l'éleusine. De plus, dans le cas d'un nettoyage manuel, les temps de travaux peuvent être augmentés du fait de la présence de l'éleusine.

Eleusine coracana

Protection phytosanitaire en végétation

L'éleusine est une plante très robuste, beaucoup moins sensible aux pestes et aux maladies que les autres plantes à graines. Elle ne nécessite pas de traitement phytosanitaire particulier. A noter toutefois que l'éleusine est une plante hôte de diverses espèces de pyriculariose, dont *Pyricularia oryzae* et *Pyricularia grisea* (2).

Production de semences / Récolte

La production de semences est très facile. La production moyenne est d'environ 1 t/ha, mais peut atteindre 5 t/ha sur les meilleurs sols(1). La récolte peut se faire par fauche, ou simple collecte épi par épi.

Un des intérêts de l'éleusine est l'exceptionnelle conservation de ses graines qui peuvent rester viables pendant près de 50 ans, sans aucun traitement (2).



Utilisation comme fourrage

La paille d'*Eleusine coracana* peut être utilisée comme fourrage, avant maturation des graines car sa qualité baisse rapidement après maturation. Pour 100 g. de paille, on trouve 3,7 g. de protéines, 0,9 g. de lipides, 87,3 g de sucres ainsi que 1,1 g de calcium, et 1,5 g de potassium (2). Ces pailles peuvent cependant être très fibreuses, ce qui fait de l'éleusine un fourrage grossier.

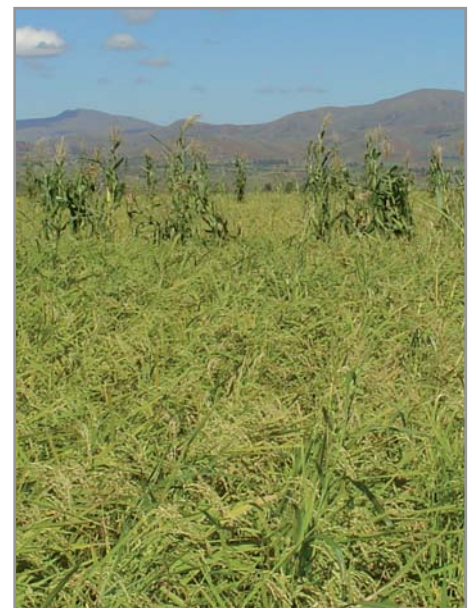
Les graines d'éleusine en revanche sont très riches et constituent un excellent aliment pour le petit bétail, en particulier les porcs et les volailles.

Utilisation comme couverture végétale

Plante annuelle, l'éleusine se contrôle facilement par simple fauche ou passage d'un rouleau à cornières après floraison. Afin d'éviter les repousses d'éleusine dans la culture suivante, il est nécessaire de la contrôler avant maturité des graines.

Si avant le semis de la culture, des adventices ou des graines d'éleusine (si le contrôle s'est fait après maturation) ont levé, il est nécessaire d'appliquer 360 à 480 g/ha de glyphosate (sur les graminées annuelles) et/ou 720 g/ha de 2,4-D (plantes annuelles à feuilles larges) pour préparer la couverture végétale. Dans le Moyen-Ouest malgache, la forte pression de *Roettboellia cochinchinensis* qui n'est que partiellement contrôlée par la couverture d'éleusine rend souvent nécessaire l'application d'herbicide.

Pour l'installation d'une céréale comme le riz dans des résidus d'éleusine, il est conseillé d'apporter 15 à 20 kg d'azote/ha (soit 30 à 45 kg/ha d'urée) au semis pour éviter les blocages d'azote en début de cycle. Cet apport n'est pas nécessaire si l'éleusine était associée à une légumineuse comme le cajanus ou la crotalaire.



Riz pluvial sur résidus d'éleusine

Principales références bibliographiques utilisées

(1) FAO <http://www.fao.org/ag/agp/AGPC/doc/Gbase/Safricadata/eleucor.htm>.

(2) http://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/eleusine_coracana.html

(3) http://ecoport.org/ep?Plant=5657&entityType=PL****&entityDisplayCategory=full

(4) Quaranta, B. 2009. Effet des plantes de service sur les bioagresseurs des cultures. Rapport de stage. ISTOM/CIRAD. 90 p.

http://agroecologie.cirad.fr/content/download/7913/40291/file/etude_bioagresseurs_quaranta.pdf

(5) Upadhyaya, M.N.; Hedge, S.V.; Rai, P.V.; Wani, S.P. Root-associated nitrogen fixation in finger millet. 1986. Cereal nitrogen fixation. Proceedings of the Working Group Meeting, 9-12 Oct 1984, ICRISAT Center, India.

(6) Weinhard, P.; Balandreau, J.; Rinaudo, G. & Dommergues, Y. 1971. Fixation non symbiotique de l'azote dans la rhizosphère de quelques non-légumineuses tropicales. Rev. Ecol. Biol. Sol, 1971, T. VIII, 3, 367-373.

Eleusine coracana

En résumé

- ✓ Graminée annuelle, photopériodique
- ✓ Cycle court (3 à 4 mois pour les variétés utilisées à Madagascar), ce qui permet une très forte production de biomasse en un temps limité (plus de 12 t/ha de biomasse aérienne et racinaire)
- ✓ Plante de climat chaud, à croissance maximale à 27°C et pouvant produire jusqu'à plus de 35°C.
- ✓ Faibles besoins en eau
- ✓ Très forte fixation de carbone et excellente restructuration du sol grâce à son système racinaire extrêmement puissant
- ✓ Capacité importante à fixer de l'azote, exceptionnelle pour une graminée
- ✓ Excellent précédent du riz ou du cotonnier
- ✓ Contrôlé par simple fauche après la floraison
- ✓ Facile à gérer, ne demandant pas de moyens ou de connaissances particulières
- ✓ Graines comestibles, d'excellente qualité et bon fourrage en paille
- ✓ S'associe facilement à d'autres plantes de couverture: crotalaire, cajanus, radis fourrager, sesbania, amarantes, etc.



Système racinaire extrêmement puissant d'*Eleusine coracana*



Eleusine coracana

mais :

- ✗ Besoins en températures élevées.
- ✗ Plante gélive, pas adaptée aux faibles températures
- ✗ Photopériodique, cultivable uniquement en saison
- ✗ Pas adaptée aux sols dégradés
- ✗ Peu compétitive par rapport aux adventices
- ✗ Ne supporte pas la submersion
- ✗ Biomasse très appréciée des termites et criquets
- ✗ Plante hôte du striga