

Effet de l'association culturale maïs-niébé sur la composition minérale des grains le long d'un gradient de fertilité des sols au Zimbabwe

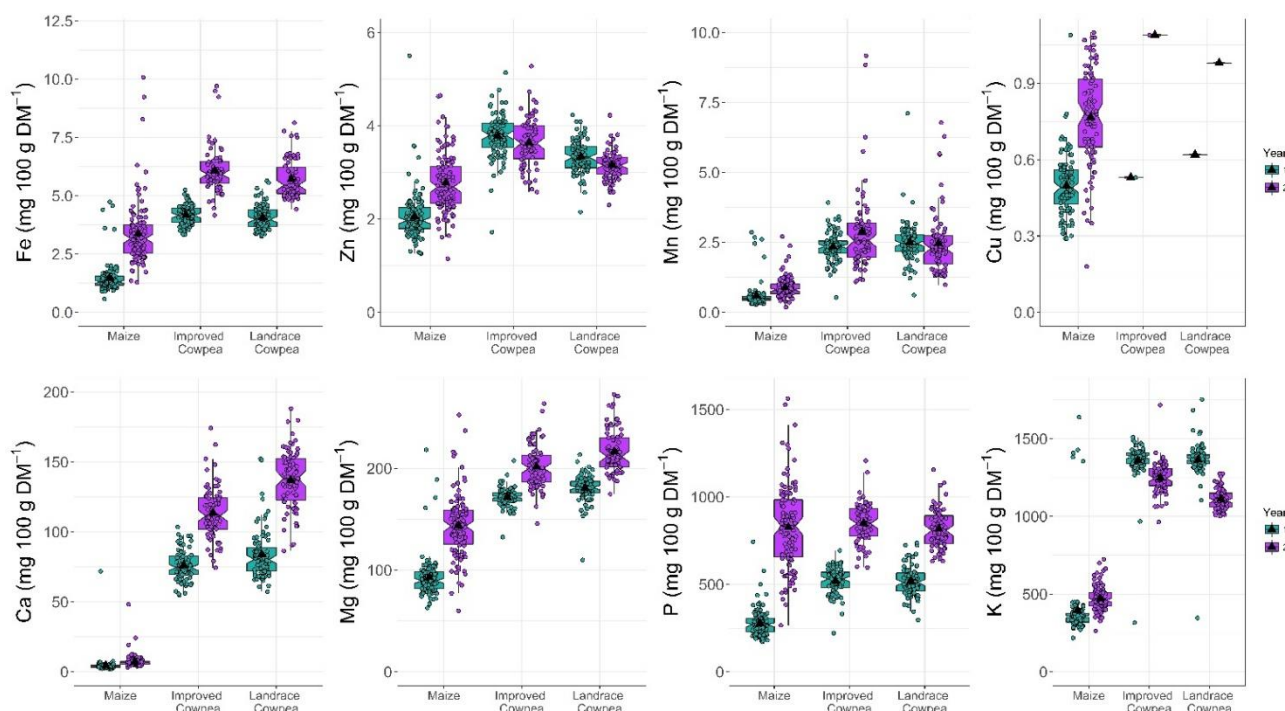
Le maïs est la céréale la plus cultivée au Zimbabwe. 27.6 % des enfants de moins de 5 ans sont atteints de retard de croissance et 28.4% des femmes en âge de procréer sont anémiées, notamment à cause de carences en fer (Fe) et zinc (Zn). Quelques travaux récents ont montré que les associations céréales-légumineuses pouvaient augmenter les teneurs en micronutriments des grains, améliorant ainsi leur valeur nutritionnelle. Mais le faible nombre d'études sur le sujet ne permet pas d'avoir une idée des conditions dans lesquelles cela serait possible.



Objectifs

L'objectif principal de cette recherche a été de comparer les rendements et les teneurs en micronutriments des grains d'une association niébé-maïs par rapport aux cultures pures respectives. Dans le cas du niébé, deux variétés ont été étudiées, l'une locale, et l'autre dite améliorée. L'effet sur les teneurs en phytates des grains, qui ont des propriétés anti-nutritionnelles a également été analysé. Le deuxième objectif a été de comparer cet effet de l'association en fonction d'un gradient de fertilité du sol, en installant des essais chez les agriculteurs sur des champs de case et des champs de brousse. Le dernier objectif a été de comparer la capacité de fixation symbiotique du diazote de l'air du niébé en association et en culture pure.

Le terrain d'étude était situé dans le district de Goromonzi, en zone périurbaine d'Harare, avec 14 agriculteurs sélectionnés à l'aide des services de développement (Agritex). Chacun de ces agriculteurs a mis à disposition pour le projet un champ de case et un champ de brousse. L'hypothèse étant que les champs à proximité des lieux d'habitation seraient plus fertiles que les champs plus éloignés, comme souvent observé en Afrique subsaharienne. Les essais ont été mis en place pour deux saisons culturales, 2017-2018 et 2018-2019. Chaque agriculteur a également reçu un pluviomètre afin de mesurer localement la pluviométrie.



Teneurs en micronutriments du niébé (cowpea) et du maïs (maize) pour les saisons 2017/2018 et 2018/2019. La variation interannuelle de la qualité nutritive des grains est plus importante que celle observée pour le rendement.

Source : Namatsheve et al., 2021



Résultats scientifiques

Les deux saisons de culture 2017/2018 et 2018/2019 (fin novembre à fin avril) ont présenté un cumul de pluie équivalent (respectivement 643 et 715 mm). En revanche, la distribution des pluies a été très différente entre les deux saisons. La première année, plus de trois semaines sans une goutte de pluie ont été observées en janvier 2018, juste après le semis du niébé qui est planté deux semaines après le maïs.

Le rendement du maïs est identique les deux années. En moyenne ($\pm$ SE) sur les deux années, il était de 1.85 ± 0.23 t/ha en culture pure sans engrais, de 4.99 ± 0.28 t/ha en culture pure avec engrais, de 4.00 ± 0.29 t/ha en association avec le niébé local, et de 4.43 ± 0.26 t/ha en association avec le niébé amélioré. L'absence de fertilisation et l'association ont tous les deux un effet négatif sur le rendement du maïs.

Concernant le rendement niébé, un fort effet année a été observé : 752 ± 32 kg/ha en 2017/2018, et 1001 ± 38 kg/ha en 2018/2019. Les rendements du niébé sont fortement réduits en association. Les rendements de la variété améliorée en cultures pures ont été meilleurs les deux années par rapport à la variété locale.

La surface équivalente d'assolement (LER, Land Equivalent Ratio) est seulement impactée par un effet année, lié à la mauvaise production du niébé l'année 1. Elle a été de 1.20 en 2017/2018, et de 1.49 en 2018/2019. Mais les variétés de niébé associées n'ont pas eu d'effet sur la performance globale du système.

Aucune des propriétés du sol analysées (carbone, texture, pH, P-Olsen, azote total, Mg, Ca, K, Zn, Fe, Mn, Cu) au moment de la mise en place des essais ne s'est montrée différente entre les champs de brousse et les champs de case. Une analyse en composantes principales (ACP) réalisée n'a pas permis de séparer ces deux types de champs. Ainsi, le gradient de fertilité de sol attendu n'a pas été trouvé. Cela s'explique par le fait que ce terrain se situe en zone périurbaine de la capitale (30 km), les agriculteurs ont peut-être les moyens d'acheter des engrais organiques ou minéraux plus régulièrement que dans d'autres zones. De plus, certains champs de brousse étaient en jachère les années

précédentes, ce qui a permis de restaurer leur fertilité, et ainsi masquer les différences avec les champs de case.

Concernant les teneurs en micronutriments (Fe, Zn, Mn, Cu, Ca, Mg, P, K) des grains, aucun effet du système de culture n'a été observé, ce qui est assez décevant par rapport aux hypothèses et objectifs du projet. L'association maïs-niébé n'a pas permis de biofortifier les grains, c'est-à-dire qu'elle n'a pas permis d'augmenter leur valeur nutritionnelle par rapport à des cultures pures. En revanche, d'autres résultats intéressants ont été obtenus : les teneurs en micronutriments sont bien plus importantes pour le niébé que pour le maïs, et pourrait ainsi constituer un complément intéressant dans un régime alimentaire essentiellement basé sur le maïs, et pourrait contribuer à combler les carences en fer et zinc de la population. De plus, la variabilité interannuelle de la qualité des grains peut être beaucoup plus importante que la variation du rendement. Cela peut avoir des conséquences importantes pour la nutrition humaine. C'est le cas notamment du maïs : très forte augmentation des teneurs de tous les micronutriments entre l'année 1 et l'année 2, alors que le rendement est resté constant (voir figure, page précédente). La même tendance a été observée pour le niébé, sauf pour le Zn et le K. Les chercheurs expliquent ce résultat par une meilleure distribution des pluies sur la saison 2. En saison 1, les trois semaines de sécheresse en début de cycle ont probablement induit un stress hydrique qui a limité l'absorption des micronutriments.

Les résultats préliminaires concernant la fixation symbiotique de l'azote de l'air par le niébé semblent indiquer une fixation d'azote plus importante par la variété locale (84 à 102 kg N/ha) que par la variété améliorée (35 à 75 kg N/ha). En revanche, aucune différence n'a été observée pour le niébé en association et en culture pure concernant le pourcentage d'azote des plantes issu de la fixation symbiotique (%Ndfa). Par ailleurs, la quantité totale fixée par le niébé en association est réduite par rapport à la culture pure, du fait d'une moindre production de biomasse.



Retombées socio-économiques [avérées et attendues]

L'association du niébé et du maïs a permis une augmentation de la production totale en grain par hectare de 20 à 50 % par rapport à un assolement de cultures pures séparées. Ce système s'accompagne donc probablement aussi d'une augmentation globale de la production de biomasse, pouvant être utilisée pour nourrir le bétail ou restaurer la fertilité des sols.

En revanche, ce système présente actuellement plusieurs inconvénients qui limitent son adoption par les agriculteurs : diminution du rendement du maïs alors que cette culture fournit l'alimentation de base (sadza), temps de travail plus important par hectare (semis et récolte décalés), débouché pour le niébé encore peu développé. Un travail sur ces freins à l'adoption semble indispensable afin de pouvoir formuler des recommandations pour le développement de ces systèmes.



Productions scientifiques [sélection]

Namatsheve, T., Cardinael, R., Corbeels, M., Chikowo, R., 2020. Productivity and biological N₂-fixation in cereal-cowpea intercropping systems in sub-Saharan Africa. A review. *Agron. Sustain. Dev.* 40, 30. <https://doi.org/10.1007/s13593-020-00629-0>

Namatsheve, T., Chikowo, R., Corbeels, M., Mouquet-Rivier, C., Icard-Vernière, C., Cardinael, R., 2021. Effect of maize-cowpea intercropping on productivity, N₂-fixation and grain mineral content in a sub-humid region of Zimbabwe. *F. Crop. Res.* (accepté avec révision)



Effets levier [sélection]

Etablissement d'une collaboration entre les chercheurs du Cirad et de l'IRD et ceux de l'Université du Zimbabwe (UZ), notamment du département d'agronomie.



Autre valorisation [sélection]

Publication de deux bases de données en accès libre :

Namatsheve, Talent; Chikowo, Regis; Corbeels, Marc; Mouquet-Rivier, Claire; Icard-Vernière, Christèle; Cardinael, Rémi, 2020, "Data for: Maize-cowpea intercropping as an ecological intensification option for low input systems in sub-humid Zimbabwe: productivity, biological N₂-fixation and grain mineral content", [doi:10.18167/DVN1/IJOA5J](https://doi.org/10.18167/DVN1/IJOA5J), Cirad Dataverse, V1

Namatsheve, Talent; Cardinael, Rémi; Corbeels, Marc; Chikowo, Regis, 2020 "Data from: Productivity and biological N₂-fixation in cereal-cowpea intercropping systems in sub-Saharan Africa. A review", [doi:10.18167/DVN1/DXDR1R](https://doi.org/10.18167/DVN1/DXDR1R), CIRAD Dataverse, V1



Essais de culture : association maïs-niébé, district de Goromonzi, Zimbabwe.

Source : Namatsheve et al., 2020

Contact scientifique : [Rémi CARDINAEL](mailto:Remi.CARDINAEL@cirad.fr), Cirad, UPR AïDA

Equipes impliquées : [UPR AïDA](#), [UMR Nutripass](#), [CIMMYT](#), [University of Zimbabwe](#), [Université Catholique de Louvain](#)

Projet soutenu par GloFoodS : Soil2Crop, août 2017 – juillet 2019