

Optimisation de la fertilisation et de la densité de semis du haricot en condition de plaine et de sols alcalins en Haïti

Casimy VALCY¹, Yvens CHEREMOND^{1, 2}, Jean Rigaud CHARLES^{1, 2}, Vicnie LEANDRE^{1,2}, Wesly JEUNE^{1,3}, Gael H. PRESSOIR^{1, 2}, Evens JOSEPH^{1, 2 *}

¹Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Environnement (FSAE), Université Quisqueya, Haïti

²Centre Haïtien d'Innovation sur les Biotechnologies et l'Agriculture Soutenable (CHIBAS), Haïti

³Agronomes et Vétérinaires Sans Frontières (AVSF), Haïti

* Auteur de correspondance : e.joseph@univ.edu

Résumé

Les sols alcalins sont caractérisés par leur pH élevé et c'est un type de sol dominant dans l'agriculture haïtienne. C'est également un facteur limitant de la production du haricot en plaine. En raison de cette contrainte, une étude a été réalisée dans la commune de Torbeck afin de tester l'influence des doses croissantes d'azote, de Phosphore et de potassium sur la performance agronomique de 2 variétés de haricot commun en condition de sols alcalins. Cinq niveaux de chaque facteur ont été fixés ; N (0, 40, 80, 120, 160), P₂O₅ (0, 45, 90, 135, 180), K₂O (0, 75, 150, 225, 300) en kg/ha et de 5 niveaux de densité aussi (150 000; 200 000; 250 000; 300 000; 350 000 Pl/ha). Deux (2) variété ont été testées dans l'expérience soient PR 1423-110 et PR 1423-117 dans un dispositif en split plot. Les doses croissantes de phosphore ont un effet positif sur la précocité des 2 variétés. La variation de la densité montre que la densité optimale de culture du haricot se trouve entre 250 à 300 mille plants/ha. Les analyses de variance (ANOVA) ont montré aussi que certains des effets linéaires, quadratiques et des interactions des principaux facteurs ont été significatifs sur le rendement grain des variétés. Il en ressort que l'apport de fertilisant au niveau des parcelles a entraîné des augmentations significatives du rendement grain des variétés étudiées et qui sont significativement différents aux tests statistiques.

Mots clés : Haricot, Fertilisation, Densité, Sol alcalin, Variétés, Performances agronomiques.

Introduction

Le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.), originaire de l'Amérique centrale et des Andes, est une des plus importantes légumineuses cultivées à travers le monde (Debouck, 1991) et la légumineuse à graines la plus importante pour la consommation humaine (Broughton et al., 2003 ; Beebe, 2012). C'est une source de protéines d'origines végétales avec 22 à 25 % de protéines dans leur graine, cela confère au haricot une importance nutritionnelle importante (USDA, 2021) et est très consommé par les ménages à faible revenu (Beebe et al., 2013). En Haïti, il joue un rôle important dans la diète alimentaire haïtienne vu qu'il est l'un des composants du plat quotidien haïtien "le riz et le haricot" (Jean et al., 1997; Célestin et al., 2019). De même, Cette importance se fait sentir aussi par la Surface Agricole Utile (SAU) occupée par le haricot car 60 % de la SAU des légumineuses en Haïti sont occupée par le haricot (MARNDR, 2012). Même avec autant d'importance, la consommation locale du haricot estimée à plus de 115,000 TM en 2019 (FAOSTAT, 2020, USAID, 2010) n'est pas entièrement satisfaite par la production locale qui est de 93,995 TM (MARNDR, 2019 ; FAOSTAT, 2020) pour un rendement moyen de 0.7 T/ha (MARNDR, 2020 ; AREA, 2020). Cette insuffisance est

comblée notamment par les dons représentant 5% de la consommation locale (PAM, 2010) et les importations qui sont de 26,014 TM environ (20% de la consommation locale) favorisant une fuite de devise de 30.9 Millions de dollars américains (FAOSTAT, 2020). Malheureusement, en Haïti, les producteurs de haricot subissent de nombreuses limitations comme les maladies notamment les mosaïques ou d'autres virus nuisibles très commun dans la région des Caraïbes (Beaver, 1999) ou encore des températures de plus en plus élevées avec les changements climatiques (Raphael, 2017), des sols érodés (Célestin et al., 2020), les mauvaises pratiques culturales (Paul et al., 2021) et, le pire peut-être, la mauvaise qualité des semences (Jean et al., 1997 ; César, 2017). Pour améliorer les performances agronomiques liées aux conditions de sols alcalins, cet essai a été mis en place pour évaluer la réponse du haricot commun à différentes doses de fertilisation chimique et de densité de semis sur les performances en sol alcalin.

Matériels et méthodes

De Décembre 2021 à Mars 2022, l'expérience a été menée dans la commune de Torbeck en Haïti (Latitude 18°10'43.2''N Longitude 73°49'09.9''W et Altitude 40 m). Un dispositif split plot avec 4 blocs complets randomisés a été utilisé dans le cadre de cet essai suivant le Central Composite Rotable Design (arrangement composé rotatif central) permettant d'obtenir les combinaisons optimales des 4 facteurs (Ndiaye et Barry, 1995). Les fertilisants comme facteur principal (17 combinaisons de NPK plus le témoin sans apport de fertilisants), le facteur variété (PR1423-110 et PR1423-117) et la densité de semis avec 5 modalités (150 000; 200 000; 250 000; 300 000; 350 000 Pl/ha) comme facteurs secondaires. Les données ont été collectées sur les paramètres agronomiques afin d'effectuer des analyses statistiques descriptives (calcul des valeurs de tendance centrale et de variation) en utilisant les logiciels R (version 4.0.5) pour les différentes analyses.

Résultats et discussion

Les graphiques de contour ont montré une nette variation du rendement en fonction des fertilisants et des différentes densités de semis (fig. 1). Avec cette pratique sur le sol alcalin, le gain de rendement peut atteindre le triple du rendement local ce qui est cohérent, respectivement par rapport aux résultats de Sebahutu (1988) qui a travaillé sur la fertilisation du haricot au Rwanda et Célestin (2020) effectuant l'évaluation de la fertilisation sur le haricot en Haïti.

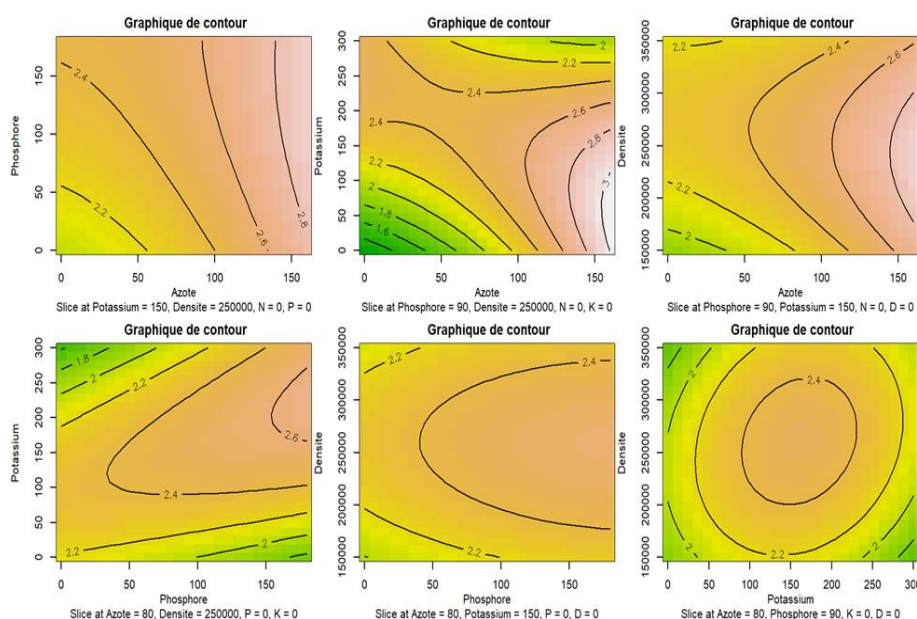


Figure 1.- Graphique de contour des différentes doses de NPK sur le rendement en grain de la variété PR1423-110. Aussi bien les fertilisants, la densité de semis joue un rôle important sur les performances du haricot avec la densité optimale qui est dans l'intervalle 250 à 300 mille plants par hectare.

Cette étude a permis aussi de voir comment la densité de semis influence la culture du haricot et dans quelle proportion celle-ci peut être utilisée pour donner de meilleurs résultats. Par ailleurs, d'autres études ont montré que la densité optimale est proche de 250 000 plants par hectare (fig.2) ce qui est similaire à nos résultats (Musana Fabrice et al., 2020).

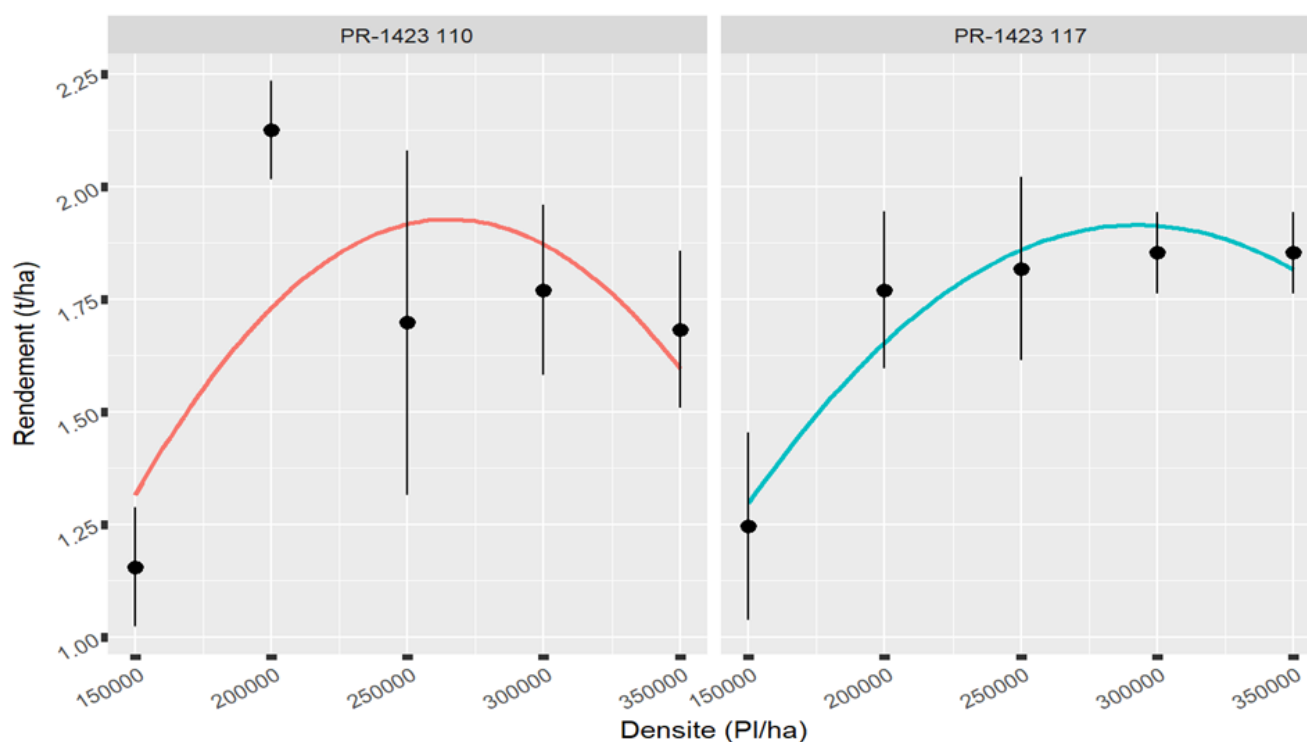


Figure 2.- Variation du rendement des deux variétés du haricot en fonction des différentes densités de semis sans apport de fertilisant.

Conclusion

Les contraintes liées à la production du haricot en Haïti sont majeures. Les sols pauvres en éléments nutritifs représentent une contrainte majeure de performance du haricot en Haïti. De plus, le non maitrise d'une bonne densité de semis limite aussi bien les performances agronomiques du haricot. Les résultats de cette étude menée sur un site et sur une seule année ont montré qu'une application de phosphore et d'azote peut améliorer les performances agronomiques du haricot en condition de culture de culture de plaine en sol alcalin. Afin d'améliorer les résultats cette étude pourrait être conduite sur d'autres types de sols, d'autres zones agro écologiques ou peut-être sur d'autres variétés.

Bibliographie

- Appui à la Recherche et au Développement Agricole (AREA) (2020).** Un nouvel espoir : réduire l'insécurité alimentaire avec des haricots améliorés.
- Beaver J. S. (1999).** Adelantos en el mejoramiento de frijol andino caribeño. *Agronomía Mesoamericana* 10(1): 77-81. 1999
- Beebe, S. E. (2012).** Common bean breeding in the tropics. *Plant Breed. Rev.* 36, 357–426

- Beebe, S. E., Rao I. M., Blair M. W., et Acosta-Gallegos J., A. (2013).** Phenotyping common beans for adaptation to drought. *Frontiers in physiology*: March 2013 | Volume 4 | Article 35 doi: 10.3389/fphys.2013.00035
- Broughton, W. J., Hernández, G., Blair, M., Beebe, S., Gepts, P., et Vanderleyden, J. (2003).** Beans (*Phaseolus* spp.) – model food legumes. *Plant Soil* 252, 55–128
- Célestin F., Mylavarapu R. S., Hochmuth G., Li Y. C. et Edzard V.S. (2019).** Response of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to phosphorus fertilization in acidic and alkaline soils in Haiti. *Journal of Plant Nutrition*. 43:1016–1024 doi:10.1080/01904167.2019.1702208.
- Célestin F., Mylavarapu R. S., Hochmuth G. J., Li Y., Jeune W., et Edzard V. S. (2020).** Black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) response to potassium fertilization in two different soils in Haiti, *Journal of Plant Nutrition*, DOI:10.1080/01904167.2020.1783309
- César J. (2017).** Pratiques paysannes de gestion des semences et diversité génétique du haricot (*Phaseolus vulgaris* L) à Cayes-Jacmel, commune du département du Sud-Est, Haïti. Mémoire de fin d'études Master 2.
- Debouck D. (1991).** Systematics and morphology. P55-118 In *Common bean: Research for crop improvement*. A Van Shoonhoven & O Voysest Eds. C.A.B International, Wallingford, UK and CLAT, Cali, Colombia.
- Deshommes, W., (2018).** Réponse de quatre variétés de haricot à des doses croissantes de phosphore dans les conditions de sols acides à Kenscoff (mémoire de licence). Université Quisqueya, Port-au-Prince.
- FAOSTAT (2019).** Cultures et produits animaux. Consulté en ligne <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/QCL> (10 Décembre 2022)
- FAOSTAT (2020).** Cultures et produits animaux. Consulté en ligne <https://www.fao.org/faostat/fr/#data/TCL> (10 Décembre 2022)
- Graham, R. D., Welch, R. M., Saunders, D. A., Ortiz-Monasterio, I., Bouis, H. E., Bonierbale, M. (2007).** Nutritious subsistence food systems. *Adv. Agron.* 92, 2–75
- Henson, R. A., et Bliss, F. A. (1991).** Effects of N fertilizer application timing on common bean production. *Fertilizer research*, 29(2), 133-138.
- Jean Y., Shannon D. A., Brockman F. E., Moise J. et Prophète E. (1997).** Essai comparatif de variétés de haricots résistants à la Mosaïque dorée et au Stress de Chaleur. HAITI PRODUCTIVE LAND USE SYSTEMS PROJECT SOUTH-EAST CONSORTIUM FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT and AUBURN UNIVERSITY
- Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et le Développement Rural (MARNDR). (2009).** Synthèse Nationale des Résultats du recensement général de l'agriculture. pp40
- MARNDR (2012).** Résultats des Enquêtes Nationales de Production Agricole (ENPA). Unité de Statistique Agricole et Informatique. Programme Multisectorielle de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PMSAN)
- MARNDR (2019).** Résultats des Enquêtes Nationales de Production Agricole (ENPA). Unité de Statistique Agricole et Informatique. Programme Multisectorielle de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PMSAN).

- Ndiaye, J. P., et Barry, B. (1995).** Fonctions de production, isoquantes et doses optimales d'azote, de phosphore et de potassium pour quelques cultures dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal.
- Programme Alimentaire Mondiale (PAM) (2010).** Evaluation d'urgence de la sécurité alimentaire
- Raphael, C. (2017).** Selection of Common Bean to Broad Environmental Adaptation in Haiti. AREA-UF/IFAS. Grain Legume Research Conference, Burkina Faso.
- Shubhashree, K. S., Alagundagi, S. C., Hiremath, S. M., Chittapur, B. M., Hebsur, N. S., et Patil, B. C. (2011).** Effect of nitrogen, phosphorus, and potassium levels on growth, yield and economics of rajmash (*Phaseolus vulgaris*). Karnataka Journal of Agricultural Sciences, 24(3).
- Tewari, J. K., et Singh, S. S. (2000).** Effect of nitrogen and phosphorus on growth and seed yield of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Vegetable Science, 27(2), 172-175.
- USAID (2010).** Cartographie et analyse d'urgence du marché: le marché des haricots dans le département du sud-est d'haiti. microRAPPORT #164 ; Avril 2010.
- United State Departement of Agriculture (USDA) (2021).** FoodData Central. Foundation Foods. Documentation and User Guide.
- Veeresh, N. K. (2003).** Response of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to fertilizer levels in Northern Transitional Zone of Karnataka. M. Sc. (Agri.) Thesis, Univ. Agric. Sci., Dharwad, 37-79.
- Welch, R. M., House, W. A, Beebe S. E., Senadhira, D., Gregorio, G. B. et Cheng Z. (2020).** Testing iron and zinc bioavailability in genetically enriched beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and rice (*Oryza sativa* L.) in a rat model. Food and Nutrition Bulletin, vol. 21, no. 4 © 2000, The United Nations University.

Optimisation de la fertilisation et de la densité chez le Haricot en condition de plaine et de sols alcalins

Evens JOSEPH^{1,2*}, Casimyr Valcy¹, Aquime CHERY², Gael PRESSOIR^{1,2}

¹ Faculté des Sciences de l'Agriculture et de l'Environnement, Université Quisqueya, Port-au-Prince, Haïti

² Centre Haïtien d'Innovation sur les Biotechnologies et l'Agriculture Soutenable (CHIBAS), Haïti

* Auteur de correspondance : e.joseph@univ.edu

Résumé

Les sols alcalins sont caractérisés par leur pH élevé et c'est un type de sol dominant dans l'agriculture haïtienne. C'est également un facteur limitant de la production du haricot en plaine. En raison de cette contrainte, une étude a été réalisée dans la commune de Torbeck afin de tester l'influence des doses croissantes d'azote, de Phosphore et de potassium sur la performance agronomique de 2 variétés de haricot commun en condition de sols alcalins. Cinq niveaux de chaque facteur ont été fixés : N (0, 40, 80, 120, 160), P2O5 (0, 45, 90, 135, 180), K2O (0, 75, 150, 225, 300) en kg/ha et de 5 niveaux de densité aussi (150 000; 200 000; 250 000; 300 000; 350 000 Pl/ha). Deux (2) variétés ont été testées dans l'expérience soient PR 1423-110 et PR 1423-117 dans un dispositif en split plot. Les doses croissantes de phosphore ont un effet positif sur la précocité des 2 variétés. La variation de la densité montre que la densité optimale de culture du haricot se trouve entre 250 à 300 mille plants/ha. Les analyses de variance (ANOVA) ont montré que certains des effets linéaires, quadratiques et des interactions des principaux facteurs ont été significatifs sur le rendement grain des variétés. Il en ressort que l'apport de fertilisant au niveau des parcelles a entraîné des augmentations significatives du rendement grain des variétés étudiées et qui sont significativement différents aux tests statistiques.

Mots clés : Haricot, Fertilisation, Sol acide, Variétés, Performances agronomiques et économiques

Résultats

Les graphiques de contour en 2 D ont montrés que les effets de la fertilisation ont été significativement importante (fig. 1) sur l'ensemble des variétés. Les variations de la densité de semis sont également importantes sur les performances agronomiques du haricot.

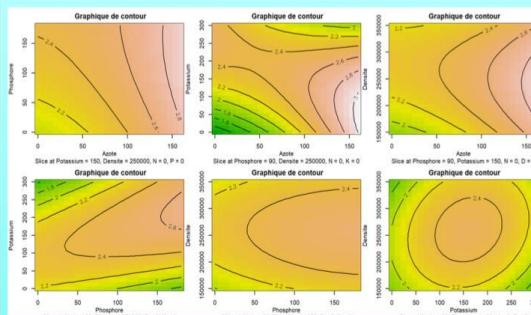


Figure 1.- Graphique de contour des différentes doses de NPK sur le rendement en grain de la variété PR1423-110. Aussi bien les fertilisants, la densité de semis joue un rôle important sur les performances du haricot avec la densité optimale qui est dans l'intervalle 250 à 300 mille plants par hectare.

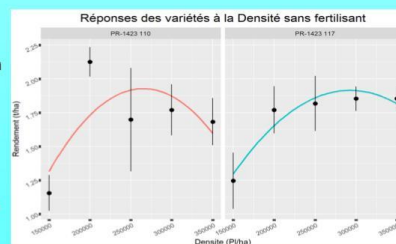
Introduction

Le haricot commun (*Phaseolus vulgaris* L.) occupe une place importante parmi les légumineuses cultivées en Haïti avec une occupation de 60% de la SAU totale (MARNDR, 2009). Il joue un rôle important dans la diète alimentaire haïtienne vu qu'il est l'une des composantes du plat quotidien "le riz et le haricot" (Jean et al., 1997; Célestin et al., 2019). Même avec autant d'importance, la production nationale estimée à 93 786 TM (MARNDR, 2019) pour un rendement de 0.7 T/ha (MARNDR, 2019) n'arrive pas à satisfaire la consommation nationale et engendre une importation de 16,648 T pour cette même année (FAOSTAT, 2019). Malheureusement, en Haïti, les producteurs de haricot subissent de nombreuses limitations comme l'infestation des mosaïques ou d'autres virus nuisibles dans la région des Caraïbes ou encore des températures de plus en plus élevées avec les changements climatiques, des sols érodés (Célestin et al., 2020), les mauvaises pratiques culturales et, le pire peut-être, la mauvaise qualité des semences (Jean et al., 1997). Pour améliorer les performances agronomiques, diminuer les risques de dégradation des sols et maximiser le profit des agriculteurs du haricot, cet essai a été mis en place pour tester différentes doses de fertilisation chimique sur les performances du haricot en sol alcalin.

Matériel et Méthodes

- ❑ Zone d'étude → Torbeck durant la période de Décembre 2021 à Mars 2022 en condition de sol alcalin (pH = 5.53)
- ❑ Dispositif expérimental en split plot avec 4 blocs → Facteur de fertilisation comme facteur principal avec dix sept (17) combinaisons de N, P2O5, K2O plus le témoin (sans apport de fertilisants) et le facteur variétale avec 2 modalités (PR1423-110 et PR1423-117) et la densité de semis avec 5 modalités (150 000; 200 000; 250 000; 300 000; 350 000 Pl/ha) comme facteurs secondaires.
- ❑ Composite Rotable Design (CCRD) pour 3 facteurs qui de l'hypothèse que la surface de réponse peut être décrite par un polynôme de second degré $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_{12} + b_5X_{22} + b_6X_{32} + b_7X_1X_2 + b_8X_1X_3 + b_9X_2X_3$ avec X_1, X_2 et X_3 représentant les doses d'Azote, de Phosphore, de Potassium et $b_0, \dots, b_9$ les coefficients de regression.
- ❑ Trois variétés → PR1423-110 et PR1423-117 (tolérante aux maladies virales, fongiques, à la chaleur et fort potentiel de rendement).
- ❑ Analyse des données → Analyses statistiques descriptives (calcul des valeurs de tendance centrale et de variation). Tests paramétriques si c'est normalement distribué ou des tests non paramétriques en cas contraire. Utilisation des logiciels R version 4.0.5, pour les différentes analyses.

Sans apport de fertilisant, les deux variétés réagissent de façon similaire pour la variation de la densité de semis vu que la densité optimale pour chaque variété se trouve dans l'intervalle 250 à 300 mille plants par hectare. Cette tendance est assez similaire même avec la fertilisation mais se diffère d'une variété à l'autre.



Discussions et conclusion

- ❑ Le phosphore est un élément important pour la plante et présente un effet important sur la phénologie du haricot (Précocité).
- ❑ Le contrôle de la densité de semis est un facteur limitant très important dans la culture du haricot en Haïti
- ❑ L'azote est le facteur qui influence fortement le nombre de gousses par plante et c'est un élément primordial pour l'élaboration de la biomasse.
- ❑ Le rendement en grain augmente avec l'application du N P K selon les résultats de cette étude mais l'azote est le facteur qui influence beaucoup plus le rendement en grain pour toutes les variétés en question

Récommandation paquets technique

La fertilisation est importante sur le haricot commun car cela permet d'avoir un gain de rendement important mais ce qui fournirait un profit de proche de 330 mille HTG/ha pour les doses optimales de NPK de 79 - 52- 130 kg/ha pour la variété PR1423-110 avec une densité optimale entre 250 à 300 mille plants par hectare.

Bibliographie

- Célestin F., Mylavarapu R. S., Hochmuth G. J., Li Y. C. et Edzard V.S. (2019). Response of black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to phosphorus fertilization in acidic and alkaline soils in Haiti. *Journal of Plant Nutrition*. 43:1016–1024 doi:10.1080/01904167.2019.1702208
- Célestin F., Mylavarapu R. S., Hochmuth G. J., Li Y., Jeanne W., et Edzard V. S. (2020). Black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) response to potassium fertilization in two different soils in Haiti. *Journal of Plant Nutrition*. DOI:10.1080/01904167.2020.1785309
- FAOSTAT (2019). Cultures et produits animaux. Consulté en ligne <https://www.fao.org/faostat/#data/QCL> (10 Décembre 2022)
- Jean Y., Shannon D. A., Brockman F. E., Molise J. et Prophete E. (1997). Essai comparatif de variétés de haricot résistantes à la Mosaïque dorée et au Stress de Chaleur. HAÏTI PRODUCTIVE LAND USE SYSTEMS PROJECT SOUTH-EAST CONSORTIUM FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT and AUBURN UNIVERSITY
- Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et le Développement Rural (MARNDR). (2009). Synthèse Nationale des Résultats du recensement général de l'agriculture. pp40
- Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et le Développement Rural (MARNDR). (2019). Résultats des Enquêtes Nacionales de Producción Agrícola (ENPA). Unité de Statistique Agricole et Informatique. Programme Multisectorielle de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle (PMSAN).