

Effets du décalage des dates de semis sur le rendement en tubercules du haricot igname d'Afrique (*Sphenostylis stenocarpa*) dans les conditions écologiques du Plateau des Batéke à Kinshasa

Denis Bungu Mulongo*, Joseph Katanga Kabalevy, Trésor Munge Osel

Université de Kinshasa. Faculté des Sciences Agronomiques. Département de Phytotechnie. BP 117 Kinshasa XI (RDC). E-mail :

Reçu le 17 janvier 2022, accepté le 25 avril 2022, publié en ligne le 30 avril 2022

RESUME

Description du sujet : Le haricot igname d'Afrique (HIA) est une légumineuse qui produit des tubercules et des graines riches en protéines. Il est cultivé traditionnellement par les femmes dès le retour des pluies à la fin de la grande saison sèche en septembre. Ce semis unique est souvent à la base de la rupture de stock alors que la plante contient des vertus nutritionnelles et économiques requises pour les populations rurales locales.

Objectif. L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets des semis tardifs sur la production du HIA et sur le produit brut.

Méthodes. L'essai a été mené sur le site de Mutshio au plateau des Batéké à 180 km de la ville de Kinshasa. Les semences du HIA ont constitué le matériel végétal utilisé et ont été semées dans un dispositif en blocs complets randomisés avec cinq traitements (dates de semis : octobre, novembre, décembre, janvier et février) répétés cinq fois.

Résultats. Les résultats obtenus après expérimentation ont indiqué une augmentation de la diminution de la production pour des semis plus tardifs en janvier février. Les résultats ont indiqué pour un hectare, les rendements de 14 552, 13 098, 11 397, 10 999 et 10 517 kg/ha respectivement pour les mois d'octobre, novembre, décembre, janvier et février. Cette réduction de la production a occasionné des pertes financières (produit brut) de 1 066 \$ et de 1 210 \$/ha respectivement pour les mois de janvier et de février.

Conclusion. Les semis tardifs du HIA en janvier et février occasionnent des pertes importantes sur les rendements en tubercules et sur la rentabilité

Mots-clés : Dates de semis, *Sphenostylis stenocarpa*, rendement, tubercules, décalage

ABSTRACT

Effects of shifting planting dates on the tuber yield of African Yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) in the ecological conditions of the Plateau of Bateke at Kinshasa

Description of the subject: AYB is a legume that produces the tubers and the beans both rich in protein. It is traditionally planted by the women on the return of rainy season when the big dry season ends in the last September. That single seedling is often the source of supply disruptions while the plant contains nutritional and economic potentialities required for the local rural populations.

Objective. The objective of this study consisted to assess the effects of the various planting dates on the tuber yield of African Yam bean

Methods. The essay was conducted at the Mutshio site at the Plateau of Bateke, 180 km from Kinshasa the capital of the Democratic Republic of Congo. AYB seeds were planted in a randomized complete block design. Five different planting dates (October, November, December, January and February) were used in the main – plot treatment.

Results. Results indicated the decreasing of the yield of AYB tubers when they were planted later in January and February. The yield were 14,552; 13,098; 11,397; 10,999 and 10,517 kg/ha respectively for October, November, December, January and February The decreasing of the production resulted in financial losses of \$1,066 ha⁻¹ and \$1,210 ha⁻¹ respectively for the months of January and February.

Conclusion. Late planting dates of AYB in January and February results in significant losses in tuber yields and profitability.

Keywords: Planting dates, *Sphenostylis stenocarpa*, Yield, Tubers, Shifting

1. INTRODUCTION

Le haricot igname d'Afrique (HIA) est une plante de la famille *Fabaceae*, de la sous-famille *Faboideae*, qui produit des graines et des tubercules riches en protéines de bonne qualité, en fibres et en sels minéraux (Adewale & Dumet, 2009 ; Malumba *et al.*, 2016).

En République Démocratique du Congo, cette plante est cultivée sur des petites étendues dans deux provinces, celles de Kwilu et de Kwango, exclusivement par un petit nombre de vieilles femmes (Katanga *et al.*, 2017). Le haricot igname d'Afrique se cultive en association avec le manioc pour profiter des tiges de ce dernier comme tuteurs (Katanga *et al.*, 2017 ; Baudoin et Mergeai, 2001). Les enquêtes menées par Katanga *et al.* (2017) ont montré que les paysans cultivent cette plante à une seule période, vers la fin du mois de septembre après avoir fini le semis des plantes considérées plus importantes en l'occurrence, l'arachide (*Arachis hypogaea* le manioc (*Manihot esculenta*), le maïs (*Zea mays*), le millet (*Pennisetum typhoides*), la courge (*Cucurbita moschata*), etc. Cependant, Bungu *et al.* (2017) ont montré que le haricot igname d'Afrique, autant que le manioc, peut fournir des rendements très élevés en tubercules frais (20 tonnes par hectare) en plus des vertus nutritionnelles qu'elle possède, lesquelles dépassent très largement celles du manioc (Adewale & Dumet, 2009). Les études menées par Ogah (2013) sur le tuteurage et les dates de semis ont montré que toutes les accessions avaient significativement produit plus de graines et de tubercules lorsqu'elles sont tuteurées et semées tôt en mai dès le retour des pluies que lorsqu'elles sont

non tuteurées et semées tardivement après le retour des pluies.

L'objectif de cette étude est d'évaluer les effets des semis tardifs sur la production du HIA et sur le produit brut. Elle donne des informations utiles aux agriculteurs sur la période idéale de semis du haricot igname d'Afrique dans les conditions du Plateau des Batéké.

2. MATERIEL ET METHODES

L'essai a été mené sur le site de Mutshio au Plateau des Batéké à 180 km de la ville de Kinshasa. Le sol du Plateau des Batéké est de texture sablo – argileuse avec une forte proportion du sable qui s'élève à 67,13 %. Ce sont donc des sols filtrants, acides où le lessivage est important. Le pH varie entre 4,02 à 5,26. Ces sols sont pauvres en P, Ca, Mg, K et en Na échangeables.

La température moyenne oscille autour de 25 °C avec un maximum de 36 °C et un minimum de 14 °C. La pluviométrie moyenne est de l'ordre de 1500 mm par an (Basaula, 1989). Le mois de novembre connaît le plus important volume de précipitations, avec une moyenne de 250,4 mm. Environ 41 % des précipitations tombent entre les mois d'octobre, novembre et décembre qui sont les mois les plus humides durant la dernière décennie.

Les conditions climatiques durant la période expérimentale en 2020 sont présentées dans la figure 1.

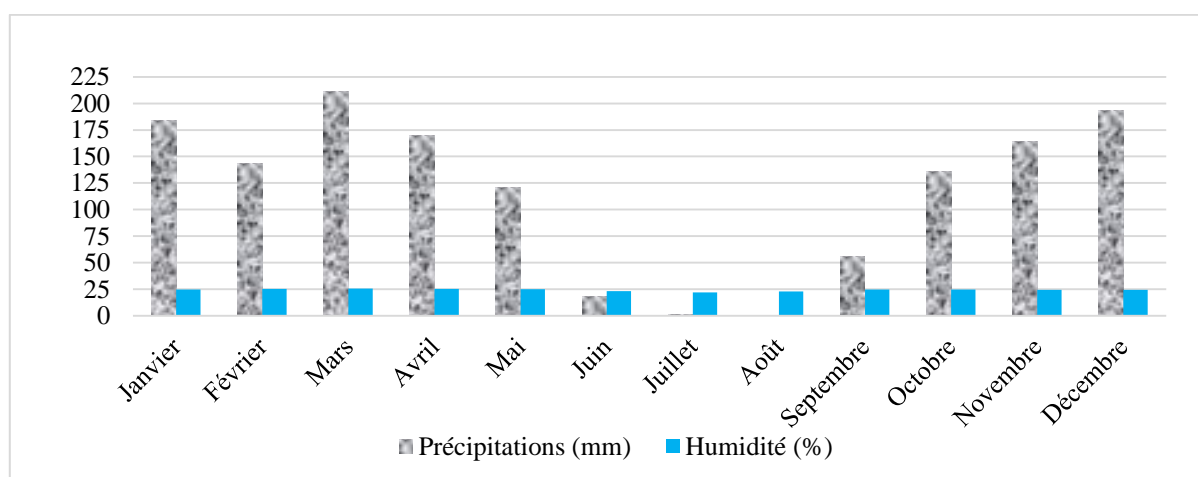


Figure 1. Diagramme ombrothermique mensuel relevé à la Station météorologique de Mbankana

Le matériel végétal utilisé était constitué des semences de l'écotype Feshi. Les traitements étaient placés dans un dispositif en bloc complets randomisés. Les traitements appliqués sont les suivants : T0 : Semis d'octobre, T1 : Semis de novembre, T2 : Semis de décembre, T3 : Semis de janvier, T4 : Semis de février.

Les parcelles étaient de forme rectangulaire et avaient chacune 42 m² de superficie correspondant aux dimensions de 7 m de longueur et 6 m de largeur. Chaque parcelle contenait au total 56 poquets dont les 30 plantes du milieu ont été destinées aux observations, et la distance entre deux parcelles était de 1,50 m. Le semis a été réalisé aux écartements de 1 m x 1 m à raison de deux graines par emplacement. Les traitements ont été répétés cinq fois.

Au total, quatre sarclages ont été effectués selon le degré de repousse des adventices. Aucun fertilisant n'a été appliqué et toutes les plantes ont été tuteurées à raison de deux tuteurs par emplacement. Les paramètres d'observation ont concerné le

rendement en tubercules par hectare, les pertes de production respectives suivant les dates de semis et le produit brut par traitement.

La récolte a été réalisée 11 mois après le semis. Les tubercules de chaque parcelle ont été pesés au moyen de la balance électronique du type Kern, Le poids moyen de la récolte de cinq répétitions a été calculé. Le prix a été calculé au 30 % des tubercules frais au même prix que les cossettes de manioc.

Les résultats ont été analysés en utilisant le logiciel statistique « Statistix 8.0 ». Le test de la plus petite différence significative a été utilisé pour comparer les moyennes au seuil de probabilité 5 %.

3. RESULTATS

3.1. Rendement en tubercules suivant les différentes dates de semis

Les résultats sur le rendement en tubercules après 11 mois de culture sont présentés dans le tableau 1.

Tableau 1. Rendement en tubercules suivant différentes dates de semis (kg ha⁻¹)

Dates de semis	Rendement (kg ha ⁻¹)	Commercialisables (%)	Pourcentage rdt par rapport à octobre
Octobre	14552±841,9 ^a	76,5±10,4 ^a	100,00
Novembre	13098±777,8 ^b	76,49±9,6 ^a	90,00
Décembre	11397±512,5 ^c	76,38±6,2 ^a	78,00
Janvier	10999±1359,7 ^c	76,34±8,1 ^a	76,00
Février	10517±795,4 ^c	76,04±7,9 ^a	72,00

Les résultats du tableau 1 montrent que le rendement le plus élevé a été obtenu en semis d'octobre. En rapport avec ces résultats, il y a lieu de noter que la culture de haricot igname d'Afrique doit être semé en début de la saison des pluies au Plateau des Batéké à Kinshasa. Il ressort de ce tableau que les rendements des semis tardifs sont de façon globale, inférieurs à ceux du semis d'octobre. L'analyse statistique a montré que les semis de décembre et de février ne sont pas différents au seul de probabilité de 5%. Toutefois, les rendements de janvier et de février sont supérieurs à ceux des écotypes de l'Afrique de l'Ouest avec respectivement des rendements de 2000 kg et 1500 kg dans les conditions paysannes avec l'apport de la fertilisation.

Bien que les rendements obtenus soient statistiquement inférieurs à ceux de semis d'octobre, il y a lieu d'affirmer que les rendements obtenus aux dates de semis tardifs restent globalement satisfaisants. En effet, ces rendements représentent, par rapport aux 100 % comme rendement de référence du semis d'octobre, 90 % pour novembre, 78 % pour décembre, 76 % et 72 % pour les semis respectifs de janvier et de février.

Ces résultats laissent entrevoir les possibilités de cultiver le HIA toute l'année et ainsi d'assurer un approvisionnement en tubercules de façon régulière.

Par ailleurs, les semis de janvier et de février montrent que le haricot igname a l'aptitude de supporter le stress hydrique, car la plante peut traverser une longue période de sécheresse et à tubériser dès le retour des pluies, ce qui lui confère une bonne adaptation au changement climatique.

En effet, les plantes dont les semis sont intervenus en janvier et février, n'ont bénéficié durant tout leur cycle végétatif, c'est – à – dire jusqu'au moment de la récolte des tubercules, que respectivement 617,7 mm et 598,9 mm d'eau ; mais ont tout de même produit 10,9 et 10,5 tonnes de tubercules. Ces rendements, largement supérieurs à ceux des écotypes de l'Afrique de l'Ouest, sont non négligeables dans la mesure où le semis d'octobre, c'est – à – dire en conditions normales de précipitations (940,9 mm d'eau) durant le cycle végétatif, a produit 14 tonnes des tubercules. Une étude sur les dates de récolte s'avère indispensable

pour déterminer la période propice de la récolte des écotypes de la RDC, comme celui de Feshi utilisé

3.2 Pertes de production en rapport avec les dates de semis

Les résultats sur l'évolution de la perte de production des tubercules du HIA en quantité et en pourcentage sont repris dans la figure 2.

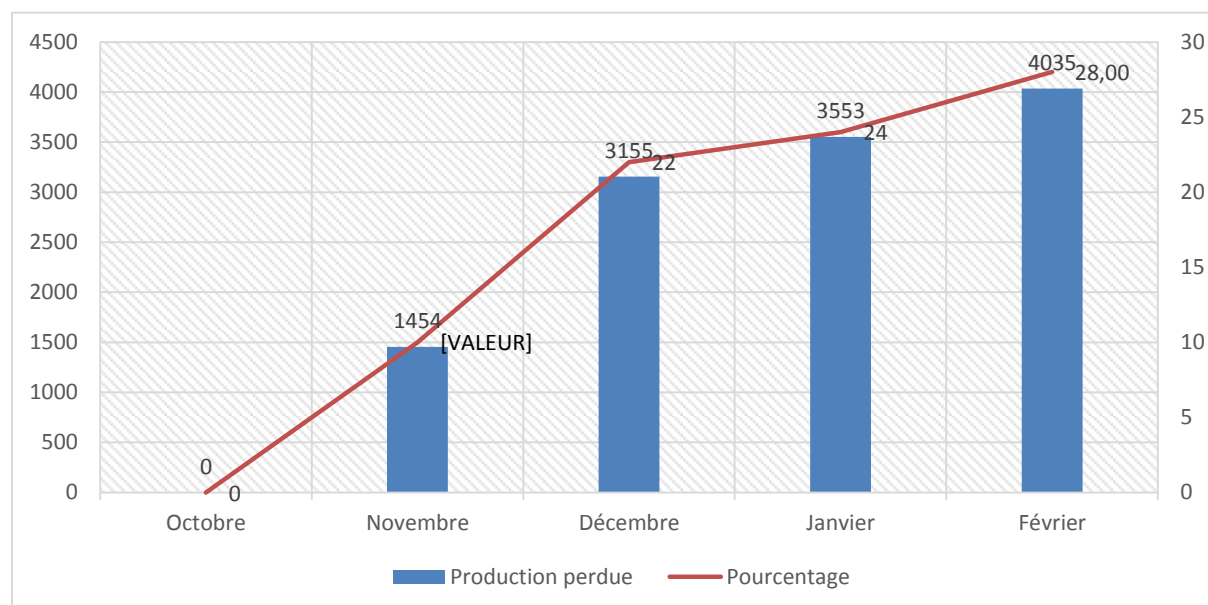


Figure 2. Evolution de perte de production en quantité et en pourcentage des tubercules du HIA

Les résultats du graphique 2 rapportent une diminution de la production au fur et à mesure que le semis s'éloigne du mois d'octobre caractérisé par le retour des pluies. La production la plus élevée a été obtenue avec le semis tôt dès le retour des pluies à la fin de la grande saison sèche en septembre ou octobre selon les sites.

En effet, le mois de novembre et même celui de décembre sont parmi les plus pluvieux de l'année. Cela se caractérise par une température du sol plus froide retardant la durée de germination et une humidité du sol plus élevée favorisant la pourriture des graines. Cela entraîne un taux de germination faible et une dominance des plantules moins vigoureuses avec une capacité de production faible. Les mois de janvier et de février sont dans la saison culturale B qui est la petite saison sèche. Ces mois sont caractérisés par la rareté des pluies et par la sécheresse. Cela influe sur la germination des graines et la croissance des plantes.

Le HIA est une plante à double physiologie, celle de la formation des graines et ensuite de la tubérisation. Cette dernière s'active après que les graines aient été formées habituellement 5 à 6 mois après le semis. Lorsqu'on sème en janvier – février, en plus des conditions de stress hydrique observées pendant le semis, le stockage des substances organiques dans les tubercules qui s'intensifient en juin – juillet, coïncident avec la pleine saison sèche et le déficit d'eau en cette période cruciale, réduit sensiblement la production de tubercules. Toutefois, le HIA étant une plante résiliente au stress hydrique, cette baisse de production ne dépasse pas 30 % et permet à la plante de réaliser un rendement d'au moins 10 tonnes de tubercules par hectare.

3.3 Perte du produit brut en rapport avec les dates de semis

La figure 3 présente la perte de produit brut/ha et en dollar en rapport aux dates semis du HIA.

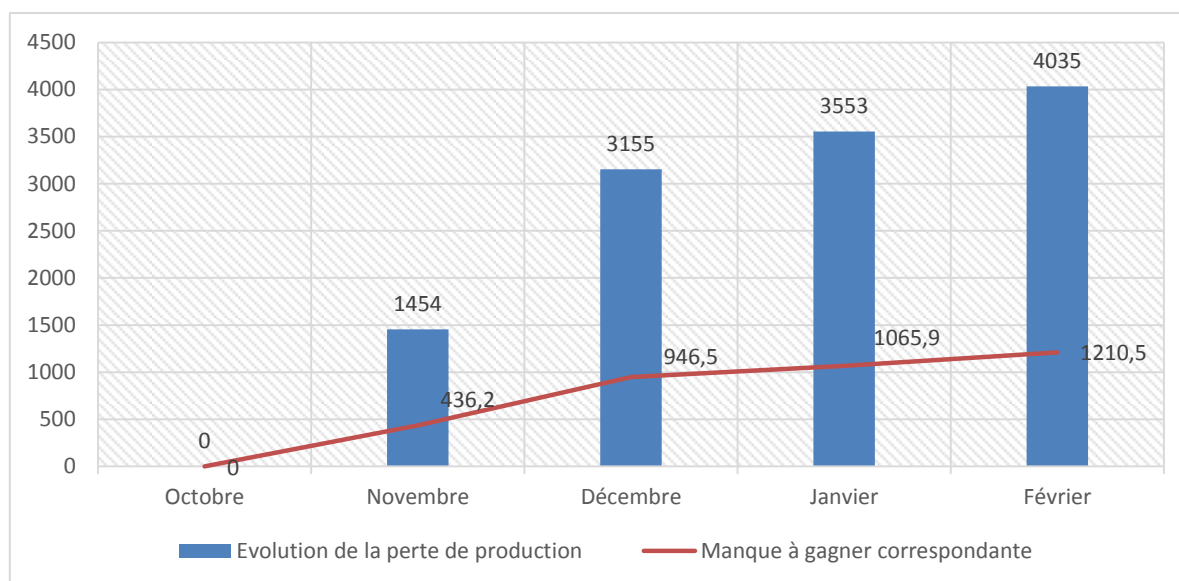


Figure 3. Evolution de perte de produit brut suivant les dates de semis

En semant aux mois de janvier et de février, une perte des produits bruts par hectare a été par rapport au semis du mois d'octobre 3553 kg et 4035 kg des tubercules frais correspondant aux manques à gagner financiers de 1065\$ à 1210\$. Les semis tardifs s'accompagnent des pertes plus ou moins considérables de production et des revenus si le prix de vente en période de carence ou de rupture de stock devrait rester le même. Cette évolution de la perte de la production et du revenu se révèle plus grandissante au fur et à mesure qu'on sème encore plus tardivement en mars, avril, mai où les plantes bénéficient de moins en moins des précipitations pour une bonne synthèse des substances organiques. La recherche pourrait s'orienter vers des variétés plus tolérantes au stress hydrique ou encore à cycle cultural court afin d'espérer obtenir des rendements proches de ceux du semis d'octobre/

4. DISCUSSION

Le haricot igname d'Afrique (*Sphenostylis stenocarpa*) est une légumineuse dont la production en tubercules peut constituer une importante source d'énergie, de protéines et de revenu (Adewale et Dumet, 2009). Cette plante encore traditionnelle, méconnue et négligée en République Démocratique du Congo (Amoatey *et al.*, 2000), se cultive sur des petites étendues comme plante de soudure alimentaire et habituellement après la plantation de toutes les autres cultures considérées comme plus importantes (Ogah, 2013).

Le haricot igname d'Afrique est une plante dont les tubercules peuvent se vendre en frais ou en farine. Les études menées par Bungu *et al.* (2017) sur la vente de la farine ont rapporté le prix minimal d'un dollar par kilogramme. Ces études ont aussi rapporté la teneur en matière sèche d'environ 30 % des tubercules frais. En considérant 30 % de la perte en production des tubercules, les résultats ci-haut montrent une perte de produit brut de l'ordre de 1210 \$/ha pour le semis de février.

En effet, bien que la plante puisse fournir 10 tonnes des tubercules en semis de février, il faut signaler

que les semis tardifs ont des effets significatifs sur la production et donc sur le produit brut. L'agriculture tropicale et particulièrement paysanne étant encore dépendante des pluies, il n'est pas encourageant de semer au-delà de décembre au risque d'occasionner des pertes importantes en production en cas d'une agriculture de rente (Raemakers, 2001).

Le semis tôt dès le retour des pluies est à encourager comme le rapporte Ogah (2013) qui a obtenu pour un semis tardif de deux mois, des pertes des tubercules d'environ 600 kg par hectare alors que les écotypes de l'Afrique de l'Ouest sont reconnus à faible productivité des tubercules (Potter, 1994).

Etant donné que l'agriculture paysanne en particulier et tropicale en général est tributaire des pluies, la date de semis qui a un lien direct avec la quantité d'eau recueillie par les plantes, joue un rôle déterminant sur la germination, la croissance et la production (Ahmadi *et al.*, 2002).

Les résultats obtenus au cours de cette étude ont montré que le semis tôt dès le retour des pluies à la fin de la grande saison sèche a donné des

rendements statistiquement plus élevés par rapport aux semis après le mois de septembre – octobre (Katanga *et al.*, 2017). En effet, les plantes semées dès le retour des pluies ont bénéficié suffisamment d'eau pour drainer d'importantes substances organiques dans les tubercules et les graines et ont trouvé une température du sol requise pour activer la germination. Les fortes pluies de mois de novembre occasionnent la pourriture des graines en réduisant le taux de germination ou en allongeant la durée de levée de plusieurs jours. Ce retard de germination causé par des températures du sol plus froides, diminue la vitesse de croissance des plantes, et ces dernières présentent souvent une croissance lente et la production est généralement faible (Dupriez et Leener, 1983).

En ce qui concerne les semis en janvier ou février, il faut rappeler que cette période coïncide avec la petite saison sèche et cela impacte négativement la germination des graines (Sanchez, 1976). Ces plantes avec un cycle végétatif de dix mois, ne bénéficient que réellement de deux mois de pluies, de mi – mars à la fin de la petite saison sèche à mi – mai au début de la grande saison sèche (Soltner, 1988). La pleine phase de tubérisation tombe en pleine saison sèche, au mois d'août ou de septembre. Cette phase intervient au sixième mois après semis, c'est – à – dire à la fin de la synthèse des hydrates de carbone pour les graines. C'est ce déficit criant d'eau qui absorbe environ quatre tonnes de production (Vandenput et Van Den Abeele, 1981).

Toutefois, il est très important de relever la grande capacité du HIA à produire dans les conditions de stress hydrique (Corbera *et al.*, 2006). En effet, les plantes semées en janvier et février, n'ont bénéficié durant tout leur cycle végétatif, que respectivement de 617,7 mm et 598,9 mm d'eau mais ont tout de même produit environ 11 et 10,5 tonnes de tubercules. Ces rendements, largement supérieurs à celui des écotypes de l'Afrique de l'Ouest, sont non négligeables dans la mesure où ils sont obtenus par les écotypes utilisés locaux non encore améliorés (Bungu *et al.*, 2017).

Les rendements de janvier et février tels qu'obtenus dans cet essai sont encourageants car ils permettront un approvisionnement régulier des tubercules durant une longue période de l'année en réduisant la rupture de stock (Anochili, 1984). Ces rendements de janvier et février ne doivent pas être négligés mais plutôt être valorisés pendant les demandes de contre saison ou de période de carence (Potter, 1992b). Potter (1992) rapporte que les écotypes de l'Afrique Centrale ont plus d'aptitude à produire les tubercules

En ce qui concerne les pertes en produit brut, les semis de février ont occasionné des pertes de

1210\$, ce qui représente 61% du coût de production d'un hectare évalué à 1964\$. Certes, sur le plan économique, les semis de février ne sont pas encourageants car les pertes de production représentent 0,6 ha du coût total de production d'un hectare. Ces pertes deviennent très importantes particulièrement pour des étendues culturales au-delà de 10 hectares et plus (Padulosi *et al.*, 2003).

Le haricot igname d'Afrique est une plante qui peut rapporter des milliards de dollars en Afrique en général et en République Démocratique du Congo en particulier. Les résultats obtenus montrent que la plante est économiquement rentable lorsqu'elle est semée tôt dès le retour des pluies et peut dans ce cas apporter des revenus considérables aux cultivateurs (Anonyme., 2006).

5. CONCLUSION

Les résultats de l'étude menée sur les différentes dates de semis du HIA au Plateau des Batékés à Kinshasa ont montré que les pertes de production sont relativement importantes au fur et à mesure que les semis sont de plus en plus tardifs. Les rendements les plus élevés en tubercules sont obtenus pour des semis réalisés dès le retour des pluies au mois d'août – septembre par rapport aux semis tardifs de janvier – février.

Il est important de relever que les rendements en tubercules obtenus avec des semis tardifs de janvier et février ne sont pas négligeables, car ils sont d'au moins de 10 tonnes par hectare. Cette phrase est incompréhensible Ces rendements les mêmes que ceux du manioc obtenus dans les mêmes conditions paysannes, dénotent une bonne aptitude du HIA à produire dans les conditions de stress hydrique.

Les pertes de rendement des semis tardifs de janvier et février s'accompagnent aussi des pertes de produit brut considérables qui atteignent 1210 \$. Sur le plan économique, particulièrement pour des grandes étendues, les semis tardifs ne sont pas encourageants car les pertes en production sont très élevées pour ce type d'agriculture tribulaire exclusivement des eaux des pluies.

Le seul avantage que présente les semis sur plusieurs dates se rapporte à la disponibilité des tubercules sur une plus longue période de l'année afin d'éviter les ruptures de stock. Toutefois, une étude approfondie est souhaitable en vue de tester les rendements et la rentabilité des semis tardifs.

Références

- Adewale D. & Dumet D., 2009. African yam bean: a crop with food security potentials for Africa. *African Technology and Development Forum Journal*, 6, 66 – 71.
- Ahmadi N., Chantreau J., Hekimiam LC., Marchand JL. & Ouendeba B., 2002. Le mil. In *Mémento de l'agronome : les céréales*, p.17-23.

- Amoatey H M., Kly GYP., Bansa D., Kumaga F K., Aboagye L M., Benett Lartey S O. & Gamedoagbao., 2000. The African Yam Bean (*Sphenostylis stenocarpa*). A neglected crop in Ghana. *West African Journal of Applied Ecology*, 1, 53 – 60.
- Anochili B.C., 1984. Tropical Agricultural Handbook. Food Crop Production. *Macmillan Publishers.*, London pp. 48 – 50.
- Anonyme., 2006. *National Research Council. Lost Crops of Africa: Volume II: Vegetables, Development, Security, and Cooperation* National Academy of Science. Washington, D.C. pp. 322 – 344.
- Basaula., 1989. Etude agrostologique et analyse financière d'un projet bovin sur le plateau de Batéké. Thèse de doctorat. Université Libre de Bruxelles, Faculté des Sciences, Belgique.
- Baudoin J.P. & Mergeai G., 2001. Haricot igname africain *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst.Ex A. Rich) Harms. In *Agriculture en Afrique Tropicale*, Editeur Raemaekers R. H., DGCI/Bruxelles, pp. 362 –364.
- Bungu M., Katanga K., Mungele O. & Kimema Y. S., 2017. Production et potentiel de rendement en tubercules chez les écotypes du haricot igname d'Afrique (*Sphenostylis stenocarpa*) Hochst de la République Démocratique du Congo. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 8, 28-35.
- Corbera E., Conway D., Goulden M. & Vincent K., 2006. *Climate Change in Africa: Linking Science and Policy for Adaptation* (The Tyndall Centre and IIED, (Norwich and London), Royal Society Workshop Report, 219 p.
- Dupriez H. & Leener P., 1983. *Agriculture tropicale en milieu paysan africain*. Ed. Terres et vie, Harmattan, Paris, France. 282 p.
- Katanga K., Bungu D. M., Mungele O. & Kimema Y. S., 2017. Situation du haricot igname d'Afrique (*Sphenostylis stenocarpa*) en République Démocratique du Congo : culture, consommation, et qualités gustatives. *Revue Scientifique et Technique Forêt et Environnement du Bassin du Congo*, 8, 57-64.
- Malumba P., Bungu M D., Katanga K J., Lynn D., Sabine D. & François B., 2016. Structural and physicochemical characterization of *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. ex A. Rich.) Harms tuber starch. *Food chemistry*, 212, 305–312. Ndembo Longo J., 2000. Conditions agro – écologiques et socio – économiques de Menkao, plateau de Batéké, Inédit.
- Ogah E.O., 2013. Evaluating the Effects of Staking and Planting Dates on the Yields of African Yam Bean, *Sphenostylis stenocarpa* in Nigeria. *American Journal of Experimental Agriculture* 3(4), 731 – 739.
- Nikolli A. & Girault C., 2020. L'accès à la nature au prisme de la crise sanitaire, ou le contrôle politique d'un espace de liberté, Cybergeog. *European Journal of Geography* DOI
- Padulosi S., Noun J., Giuliani A., Shuman F., Rojas W. & Ravi B., 2003. *Realizing the benefits in Neglected underutilized plant species through technology transfer and human resources development*. Norway/UN con Technology Transfer and Capacity Building, pp. 117 – 127.
- Potter D., 1992. Economic Botany of *Sphenostylis*. *Economic Botany* 46 (3) pp. 262 – 275. New York Botanical Garden, Bronx, NY 10458 USA.
- Raemaekers R.H., 2001. *Agriculture en Afrique Tropicale*. Direction générale de la coopération internationale. Bruxelles, Belgique, 218 p.
- Sanchez P.A., 1976. *Properties and management of soils in the tropics*. In John Wiley (ed), NY, 618 p.
- Soltner D., 1988. *Les bases de la production végétale*. Tome 1. Le sol. 16eme édition collection sciences et techniques agricoles, 466 p.
- Vandenput R.. & Van Den Abeele, 1981. *Les principales cultures en Afrique Centrale, le manioc*. Bruxelles, 1252 p.