



BULLETIN DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE AU BURUNDI



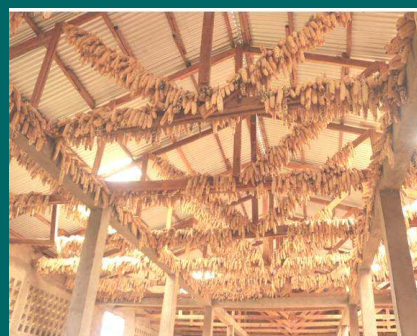
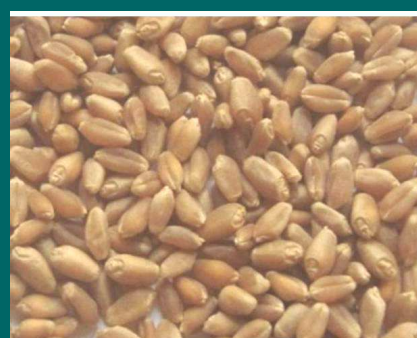
**Station Régionale de Recherche
de l'ISABU GISOZI**

BULLETIN TRIMESTRIEL N° 19

Avril - Juin 2018

Contenu

Description et caractéristiques des variétés de blé homologuées par l'Office National de Contrôle et de Certification des Semences en diffusion au Burundi.....	2
Evaluation agronomique des variétés de maïs composite introduites de l'Ouganda.....	4
Annonce: Coûts des analyses phytosanitaires au Laboratoire de Protection des Cultures de l'ISABU.....	10
Fiche Technique: Note Technique sur la Culture de l'Avocatier (<i>Persea americana</i> Mill.).....	12



BULLETIN DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE AU BURUNDI N°19

Retrouvez ce numéro sur notre site internet www.isabu.bi et à l'adresse :

Avenue de la Cathédrale – B.P. 795 BUJUMBURA – Tél. +257 22 22 73 50-51 – Fax : +257 22 22 57 98

Télex : 5147BDI – E-mail : isabudgi@yahoo.fr



Description et caractéristiques des variétés de blé homologuées par l'Office National de Contrôle et de Certification des Semences en diffusion au Burundi

Introduction

L'Office National de Contrôle et de Certification des Semences a d'abord fait des tests de Valeurs Agronomique et Technologique (VAT) et de Distinction, Homogénéité et Stabilité (DHS) des espèces et variétés végétales cultivées au Burundi avant leur homologation et inscription au catalogue national des variétés. Parmi ces espèces et variétés figurent celles dont l'ISABU est Obtenteur et/ou Mainteneur.



Dans ce numéro, il vous sera présenté la description et les caractéristiques des variétés de blé dont l'ISABU est obtenteur et/ou détenteur.

1. 1st ISWSN64

Fiche UPOV de description variétale

Nom botanique : *Triticum aestivum L.*
Nom commun : Blé
Nom de la variété : 1st ISWSN64
Type variétal : Lignée
Nom en Kirundi : HUNGENGA
Code d'origine : 1st ISWSN 64
Centre d'origine : CIMMYT, MEXIQUE
Obtenteur : ISABU
Mainteneur : ISABU
Année de diffusion : 2009
Date d'inscription de la variété : 17/06/2015
N° d'enregistrement : 50
Service qui a effectué l'examen : DHVRS/ONCCS
Station et lieu d'examen : Munanira
Période d'examen : Du 02 avril au 22 juillet 2014
Zone de culture : 1.800 à 2.600 m d'altitude
Rendement : 2,5-4T/ha
Cycle végétatif : 120-125 jours

Caractères observés:

Caractères observés:		
N° UPOV	Caractères	Niveau d'expression
	Plante :	tardive
5	Date de l'épiaison	
9	Hauteur	moyenne
	Dernière feuille :	
4	Pigmentation anthocyannique	nulle ou très faible
6	Glaucescence de la gaine	forte
	Tige :	
8	Glaucescence du col	forte
17	Pilosité du dernier nœud	nulle ou très faible
	Épi :	
7	Glaucescence	forte
11	Forme	à bords parallèles
12	Compacité	compact
14	Barbes ou arêtes	arêtes présentes

2. 11th HRWYT12

Fiche UPOV de description variétale

Nom botanique : *Triticum aestivum L.*
Nom commun : Blé
Nom de la variété : 11th HRWYT12



Recherche Agronomique : Amont de l'Agriculture et de l'Elevage au Burundi



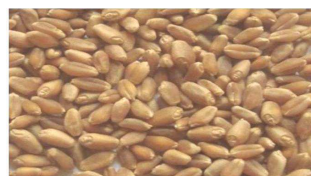
Type variétal : Lignée
 Nom en Kirundi : -
 Code d'origine : 11th HRWYT12
 Centre d'origine : CIMMYT, MEXIQUE
 Obtenteur : ISABU
 Mainteneur : ISABU
 Année de diffusion : 2010
 Date d'inscription de la variété : 17/06/2015
 N° d'enregistrement : 51
 Service qui a effectué l'examen : DHVRS/ONCCS
 Station et lieu d'examen : Munanira
 Période d'examen : Du 02 avril 2014 au 22 juillet 2014
 Zone de culture : 1800 à 2600 m d'altitude
 Rendement : 2,5-4T/ha
 Cycle végétatif : 110 jours



3. 15th SAWSN1

Fiches UPOV de description variétale

Nom botanique : *Triticum aestivum L.*
 Nom commun : Blé
 Nom de la variété : 15th SAWSN1
 Type variétal : Lignée
 Nom en Kirundi : -
 Code d'origine : 15th SAWSN1
 Centre d'origine : CIMMYT, MEXIQUE
 Obtenteur : ISABU
 Mainteneur : ISABU
 Année de diffusion : 2010
 Date d'inscription de la variété : 17/06/2015
 N° d'enregistrement : 52
 Service qui a effectué l'examen : DHVRS/ONCCS
 Station et lieu d'examen : Munanira
 Période d'examen : Du 02 avril au 22 juillet 2014
 Zone de culture : 1800 à 2600 m d'altitude
 Rendement : 3-4T/ha
 Cycle végétatif : 110 jours



Caractères observés

N° UPOV	Caractères	Niveau d'expression	Note
	Plante :		
5	Date de l'épiaison	moyenne	5
9	Hauteur	longue	7
	Dernière feuille :		
4	Pigmentation anthocyanique	nulle ou très faible	1
6	Glaucescence de la gaine	faible	3
	Tige :		
8	Glaucescence du col	faible	3
17	Pilosité du dernier nœud	nulle ou très faible	1
	Épi :		
7	Glaucescence	nulle ou très faible	1
11	Forme	fusiforme	9
12	Compacité	compact	7
14	Barbes ou arêtes	arêtes présentes	3
16	Couleur	-	-
15	Aristation ou barbes de l'extrémité de l'épi: longueur	moyenne	5
	Glume inférieure :		
18	Largueur de la troncature	moyenne	5
19	Forme de la troncature	légèrement incliné	3
20	Longueur du bec	courte	3
21	Forme du bec	demi-coudée	5
24	Grain:		
	Couleur	roux	2

Caractères observés

N° UPOV	Caractères	Niveau d'expression
	Plante :	
5	Date de l'épiaison	moyenne
9	Hauteur	moyenne
	Dernière feuille :	
4	Pigmentation anthocyanique	nulle ou très faible
6	Glaucescence de la gaine	forte
	Tige :	
8	Glaucescence du col	faible
17	Pilosité du dernier nœud	nulle ou très faible
	Épi :	
7	Glaucescence	forte
11	Forme	à bords parallèles
12	Compacité	compact
14	Barbes ou arêtes	arêtes présentes
16	Couleur	-
15	Aristation ou barbes de l'extrémité de l'épi: longueur	moyenne
	Glume inférieure :	



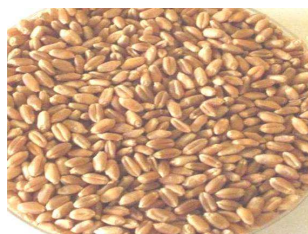
Recherche Agronomique : Amont de l'Agriculture et de l'Elevage au Burundi



4. BW 385

Formule UPOV de description variétale

Nom botanique	: <i>Triticum aestivum L.</i>
Nom commun	: Blé
Nom de la variété	: BW385
Type variétal	: Lignée
Nom en Kirundi	: Kigori
Code d'origine	: BW385
Centre d'origine	: CIMMYT, MEXIQUE
Obtenteur	: ISABU
Mainteneur	: ISABU
Année de diffusion	: 2004
Date d'inscription de la variété	: 17/06/2015
N° d'enregistrement	: 53
Service qui a effectué l'examen	: DHVRS/ONCCS
Station et lieu d'examen	: Munanira
Période d'examen	: Du 02 avril au 22 juillet 2014
Zone de culture	: 1800 à 2600 m d'altitude
Rendement	: 2-3T/HA
Cycle végétatif	: 115-125 jours



N° UPOV	Caractères	Niveau d'expression	Note
	Plante :		
5	Date de l'épiaison	moyenne	5
9	Hauteur	courte	3
	Dernière feuille :		
4	Pigmentation anthocyanique	nulle ou très faible	1
6	Glaucescence de la gaine	forte	7
	Tige :		
8	Glaucescence du col	forte	7
17	Pilosité du dernier nœud	nulle ou très faible	1
	Épi :		
7	Glaucescence	forte	7
11	Forme	à bords parallèles	3
12	Compacité	compact	7
14	Barbes ou arêtes	arêtes présentes	3
16	Couleur	-	-
15	Aristation ou barbes de l'extrémité de l'épi: longueur	moyenne	5
	Glume inférieure :		
18	Largueur de la troncature	large	7
19	Forme de la troncature	légèrement incliné	3
20	Longueur du bec	courte	3
21	Forme du bec	légèrement coudé	3
24	Grain:		
	Couleur	roux	2

Evaluation agronomique des variétés de maïs composite introduites de l'Ouganda

Nkurunziza Gélase¹, Ndikumana Jonas¹, Bacanamwo Ferdinand¹, Nihorimbere Gaspard¹, Habindavyi Espérance¹, Nganyirinda Ferdinand¹, Havyarimana Déo¹, Nzeyimana Jean², Habimana Patient¹, Barisize Thaddée¹, Ndayiragije Claudine¹ et Bizimana Sylodie¹

1: Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU), Avenue de la cathédrale, B.P. 795 Bujumbura

2: Office Nationale pour le Contrôle et la Certification des Semences (ONCCS), Avenue du Triomphe N°8, B.P 492 Gitega

Résumé exécutif

Au Burundi, le maïs est une culture importante mais accuse encore des rendements très faibles en raison de multiples contraintes comme le manque de semences améliorées, la dégénérescence rapide des semences, la susceptibilité aux maladies et ravageurs et surtout la faible productivité des variétés actuellement en diffusion au Burundi. Ces contraintes imposent de renouveler ou élargir la gamme des variétés cultivées et qui sont plus productives. Dans cette optique, un test d'adaptabilité de trois nouvelles variétés composite LON-

GE 4, LONGE 5 et MM3 introduites de l'Ouganda a été conduit dans 4 sites à savoir Gisozi, Mparambo, Moso et Murongwe au cours des saisons 2017A et 2018A dans un dispositif expérimental de bloc aléatoire complètement randomisé. L'objectif de ce test était d'évaluer la performance de ces variétés dans les conditions locales du Burundi. Les résultats obtenus indiquent que la variété composite LONGE 4 se montre plus performante en moyenne altitude avec un rendement moyen de 3,55 T/ha. Cette même variété a été aussi plus appréciée par les agriculteurs en ce qui est de son goût. La variété MM3 a eu un rendement moyen de 2,6T/ha et s'est



montrée plus précoce et donc adaptée en basse altitude. La diffusion de ces deux nouvelles variétés de maïs composite pourrait agrandir la gamme de variété en diffusion au Burundi.
Mots clés: Evaluation agronomique, interaction génotype x environnement, maïs composite, Burundi.

Introduction

Le Maïs (*Zea mays* L.), culture allogame, est la céréale la plus cultivée au monde et se classe deuxième après le riz (FAOSTAT, 2014). En Afrique subsaharienne, le maïs constitue l'aliment de base pour plus de 300 millions d'habitants (Beyene et al., 2016). Entre les années 2009 et 2011, le maïs était cultivé sur plus de 25 million d'hectares dans cette partie de l'Afrique (Shiferaw et al. 2011).

Au Burundi, le maïs a été introduit au 17^{ème} siècle (Rouanet, 1984) et la dissémination des variétés améliorées a commencé avec les années 1964 à travers la recherche à l'ISABU (Delhove, 1991). Actuellement, le maïs est la première céréale cultivée au Burundi que ce soit au niveau de la production annuelle que des superficies emblavées (ENAB, 2012). Le maïs est cultivé dans toutes les zones agro écologiques du Burundi; des marais aux collines. En effet, durant la saison culturale 2013-2014, la production nationale du maïs était estimée à 127. 829T, soit 56,5% du volume total des cultures vivrières tandis que sur les 168.245ha de superficie occupée par les céréales, le maïs prend en lui seul 57,7% (ISTEEBU, 2015). C'est une culture d'importance pour la sécurité alimentaire des ménages burundais (PAM, 2014). Sa valeur économique continue à augmenter en raison de ses nombreuses utilisations (alimentation humaine, animale et source de matière pour nombreuses industries agroalimentaires) (USAID, 2010).

Malgré cette importance, le rendement du maïs reste faible au Burundi. Au niveau des exploitations rurales, il est de l'ordre de 0,8 T à 1,5 T/ha par rapport à son rendement potentiel pouvant aller jusqu'à 3-4T/ha (ISABU, 2014). Cette situation tient à une multiplicité de contraintes entre autres: l'inaccessibilité aux semences améliorées, l'utilisation continuelle des semences/variétés génétiquement dégénérées, la faible fertilité des sols, les maladies et ravageurs, la méconnaissance/ignorance des bonnes pratiques culturales.

Pour améliorer la production du maïs, le Gouvernement du Burundi a retenu le maïs comme une culture prioritaire pouvant contribuer pour la sécurité alimentaire (PNIA, 2011). C'est ainsi que de nombreux projets de développement agricole (projets du FIDA, IFDC/ISSD), projets de la Banque Mondiale,

projet BAD, etc.) s'investissent davantage dans le renforcement de la chaîne de valeur maïs. Au niveau de la recherche, des variétés performantes ont été déjà sélectionnées et diffusées par l'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi (ISABU). C'est notamment les variétés composites comme Mugamba et ISEGA pour la haute altitude, ZM605, ZM621, ELITE 89 pour la moyenne altitude ainsi que ECAVL1, ECAVL2 et ESPOIR pour la basse altitude. Cependant, le rendement de ces variétés reste faible et par conséquent la production nationale en maïs reste déficitaire. De même, la demande du maïs reste très élevée vu les quantités de maïs de consommation importées chaque année; soit 11.772,43 T en 2014; 13.053,54 T en 2015; 20.479,30 T en 2016 et 45.102,61 T en 2017 avec une implication budgétaire respectivement de 2,72; 2,54; 6,24 et 10,8 Millions de dollars (<https://comtrade.un.org/>). A cet effet, il convient de renouveler ou élargir régulièrement la gamme des variétés cultivées afin de produire beaucoup plus et faire face à cette demande de plus en plus croissante. L'une des voies de recours est l'introduction des variétés ayant déjà démontré leur performance dans la sous-région. Ainsi, avec l'appui du projet «Développement Intégré du Système Semencier au Burundi (ISSD)» de l'International Fertilizer Development Center (IFDC), une stratégie d'élargissement de la gamme des variétés à diffuser au Burundi a été convenue entre l'ISABU et l'IFDC. L'objectif de ce travail était de tester l'adaptabilité de 3 variétés composites introduites de l'Ouganda.

Matériel et méthodes

Sites d'expérimentation

Cette étude a été conduite dans 4 stations et centres de recherche de l'ISABU à savoir la Station Régionale de Recherche (SRR) de Gisozi, SRR de Moso, le Centre d'Innovation de Murongwe et le Centre d'Innovation de Mparambo. Les caractéristiques géographiques de ces stations et centres sont reprises dans le tableau 1.

Tableau 1.: Caractéristiques géographiques des 4 sites d'expérimentation

Site	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Type de sol dominant
Gisozi	3°34'29"S	29°40'54"E	2060	Ferralsol humifères
Moso	4°00'12"S	30°05'22"E	1217	Hygroxéoferralsol
Mparambo	2°53'16"S	29°07'23"E	937	Brun hydromorphe
Murongwe	3°09'22"S	29°51'35"E	1736	Hygroxéoferralsol

Source : ISABU, 2013



Recherche Agronomique : Amont de l'Agriculture et de l'Élevage au Burundi



Ces quatre sites correspondent à quatre zones agro écologiques différentes du pays. Gisozi se trouve au niveau de la crête Congo-Nil qui comprend les régions naturelles du Mugamba et du Bututsi avec environ 15% de la superficie du pays. Le Moso est localisé dans les dépressions de Kumoso et de Bugesera qui occupent environ 16% de la superficie du pays et Murongwe se trouve dans les plateaux centraux englobant les régions naturelles de Buyenzi, Kirimiro, Buyogoma et Bweru et représentant 52 % de la superficie du territoire national. Le site de Mparambo est localisé dans la plaine occidentale correspondant à la région naturelle de l'Imbo et occupe 7% de la superficie terrestre du pays (Nzigidahera, 2012 ; Nduwimana *et al.*, 2013).

Matériel végétal

Le test d'évaluation des performances concernait trois variétés composites performantes en Ouganda à savoir LONGE 4, LONGE 5 et MM3. Ces variétés dont les semences certifiées ont été obtenues des compagnies semencières ougandaise Pearl seed and FICA seed avaient été développées et diffusées par le NARO/NaCRRRI. Chaque fois, un témoin local a été ajouté compte tenu de sa bonne adaptation dans le site considéré: ECAVL1 à Mparambo, ZM621 au Moso, ZM605 à Murongwe ISEGA à Gisozi.

Tableau 2. Caractéristiques des variétés en évaluation selon leurs obtenteurs

Variété	Année de diffusion	obteneur	Mainteneur	Zone/altitude de culture (m)	Cycle végétatif (jours)	Rendement (T/ha)	Caractéristiques principaux
LONGE 4	2000	NARO	NARO	1000-1600	100-105	4 à 6	Résistance à la maladie des bandes (MSV), GLS, précoce, tolérante à la sécheresse
LONGE 5	2000	NARO	NARO	1000-1600	115	4 à 6	Résistance à la MSV, GLS, précoce, tolérante à la sécheresse, riche en Lysine et tryptophane
MM3	2010	NARO	NARO	1000-1600	75-85	4 à 6	Résistante à la MSV, GLS, précoce, tolérante à la sécheresse

Source: National crop variety list for Uganda (2015)

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était le bloc aléatoire complètement randomisé (RCBD) avec 3 répétitions par site au cours des saisons culturales 2017A et 2018A. La parcelle élémentaire était longue de 5 m avec quatre lignes par variété. Le semis s'est fait aux écartements de 75 cm entre les lignes et 25 cm

entre les poquets. Avec deux grains par poquet et le démarriage a été effectuée (dès l'apparition de la 3^e feuille) pour ne garder qu'un seul plant, soit une densité de 53.333 plants par hectare.

La quantité de fumier de ferme estimée à 15-20 tonnes /ha, soit environ 400 gr par poquet a été appliquée. La fertilisation minérale consistait en la formule de 40-60-30 unités de NPK, soit un mélange de 2,44 gr de DAP, 0,94 gr de KCl et 0,7 gr d'urée. La totalité du DAP et celle du KCl ont été appliquées lors du semis tandis que la moitié de l'urée a été appliquée lors du premier sarclage (1 mois après la levée) et l'autre moitié de l'urée a été appliquée lors du sarclage intervenu peu avant la floraison. Le traitement contre les ravageurs surtout la chenille défoliante (*Spodopetera frugiperda* Smith) a été effectuée une fois la semaine jusqu'à la floraison en utilisant l'ORTHENE 75 SP, à la dose de 2 gr/litre d'eau soit 600 l par ha.

La récolte a été effectuée lorsque les grains atteignaient 20-30% de teneur en eau (soit lorsque les grains ne peuvent plus être percés par l'ongle). La procédure de récolte consistait en enlèvement des épis sur tous les plants de chaque parcelle élémentaire.

Collecte des données

Les données ont été collectées sur chaque parcelle élémentaire pour les variables suivantes:

Taux de germination: le nombre de plants germés était compté une semaine après le semis et exprimé en pourcentage du nombre total des grains semés.

Floraison mâle et femelle: le nombre de jours à 50% de floraison mâle et femelle a été déterminé en comptant le nombre de jours, à partir de la date de semis, pour lesquels 50% des plants ont déjà fait apparaître les anthères et les soies.

Cotation des maladies: la sévérité à la MSV, GLS, rouilles communes, Helminthosporiose, TLB et la pourriture des épis a été évaluée en utilisant une échelle de 1 à 5 développée par le CIMMYT où 1 signifie absence de symptômes et 5 signifie que toute la plante a été attaquée.

Hauteur des plants (HP): la hauteur a été mesurée en centimètres, du pied à l'insertion des panicules, à l'aide d'un bâton gradué en cm.

Niveau d'insertion des épis: hauteur en centimètres du pied au niveau de l'insertion du premier épi, à l'aide d'un bâton gradué en cm.

Aspect des plants et des épis: l'aspect des plants a été estimé en utilisant l'échelle développée par le CIMMYT de 1 à 5 où 1 signifie aspect excellent et 5 aspect médiocre

La teneur en eau des grains: la teneur en eau en pourcentage a été mesurée à partir des grains échantillonnés sur la partie



Recherche Agronomique : Amont de l'Agriculture et de l'Elevage au Burundi



centrale de 3 épis pris aléatoirement, à l'aide d'un humidimètre DICKEY-john multi-grain.

Poids au champ: la quantité des épis récoltés et despathés a été pesée en kg au moment de la récolte. Le rendement en grains a été calculée (t/ha) selon la formule suivante:

$$\text{Rendement } \left(\frac{T}{ha} \right) = \left(\frac{\text{poids au champ} \left(\frac{kg}{piet} \right) \times 10 \times (100 - TE)}{(100 - 12.5) \times (\text{Superficie élémentaire})} \right) \times \text{taux d'égrenage} \dots\dots\dots (ii)$$

Approche d'analyse des données

Les données récoltées concernent à la fois les aspects quantitatifs et qualitatifs. Pour les aspects qualitatifs, des valeurs quantitatives d'une échelle de 1 à 5 ont été utilisées en vue de faciliter l'analyse statistique.

L'analyse des données a été faite avec deux logiciels : l'analyse de la variance (ANOVA) et l'interaction variété-environnement ont été faite avec Genstat 12^{ème} Edition (VSNi, 2009) et la comparaison des moyennes pour les différents paramètres étudiés a été faite en utilisant le logiciel SPSS v16.0.

Résultats et discussion

L'évaluation des trois variétés dans les quatre sites pendant deux saisons montre une différence significative entre ces variétés pour toutes les sources de variation de l'analyse de la variance pour le rendement ainsi que les autres paramètres agronomiques étudiés. En effet, pour le rendement, la différence n'était pas significative seulement entre les saisons et l'interaction saison x site, il était aussi significativement différent entre les variétés en test (Tableau 3). Plus particulièrement, l'interaction variété x site communément connu sous

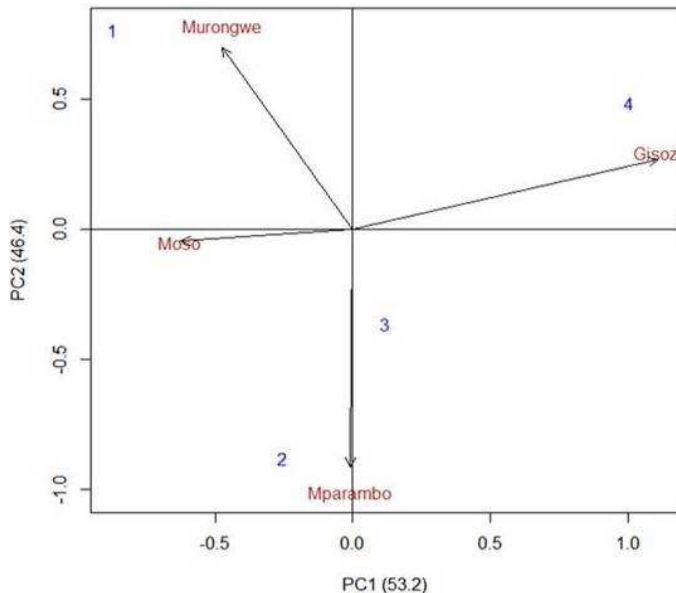
l'appellation interaction Génotype x Environnement (GxE) était hautement significative pour le rendement. Les mêmes résultats avaient été trouvés par Akter *et al.* (2014) lors de l'analyse de stabilité du rendement en grain des variétés de maïs hybride. La forte interaction entre les variétés et les sites de test impliquent que les différentes variétés évaluées performant différemment en fonction des zones d'expérimentation. C'est cette approche qui a toujours été utilisée pour diffuser une variété de maïs au Burundi dans l'une ou l'autre zone. Pour notre expérimentation, la même interaction GxE était significative pour les autres paramètres agronomiques étudiés comme la floraison femelle, la hauteur des plants et des épis ainsi que le nombre d'épis pourris et non significative pour le reste des paramètres (floraison male, aspect des plants et des épis, la couverture des épis, ainsi que toutes les maladies observées (Tableau 3). De façon globale, la performance des variétés était significativement différente pour les paramètres comme le rendement, la floraison mâle et femelle, la hauteur des plants et des épis, le nombre d'épis pourris, la couverture des épis par les spathes et les rouilles tandis que cette différence était non significative pour l'aspect des plants et des épis, la GLS, la maladie des bandes (MSV) et l'helminthosporiose (TLB) (Tableau 3).

Tableau 3. Analyse de la variance des paramètres agronomiques des variétés testées au Moso, Murongwe, Gisozi et Mparambo pour deux saisons (2017A et 2018A)

Source de variation	d.f	Sommes des carrés moyens												
		Rdt (T/ha)	FM (jours)	FF (jours)	HP (cm)	HE (cm)	AP (1-5)	AE (1-5)	E Pou (nbr)	GLS (1-5)	Cov Ep (1-5)	MSV (1-5)	Rou (1-5)	TLB (1-5)
Variété	3	16.16***	587.4***	709.0***	1016**	519.6*	4.712	0.04	31.25**	0.13	23.52***	0.05	0.67**	0.51
Saison	1	1.25	546.9***	354.5***	59126***	6000.1***	32.4*	6.66***	2.5	20.06***	4.22	9.02***	9.34***	5.25***
Site	3	42.54***	4925.8***	5784.8***	23674***	5643.1***	1.84	1.32**	224.73***	0.72***	15.53***	1.69***	2.28***	1.91***
Variété/saison	3	14.98***	7.30	17.90	753*	112	5.46	0.19	36.18***	0.09	2.23	0.25	0.28	0.92*
Variété/site	8	4.81***	20.70	66.2*	1687***	1162.2***	5.50	0.22	22.55***	0.02	3.62	0.18	0.09	0.27
Saison/site	3	0.97	378.6***	88.3*	101265***	23856.3***	3.03	0.45	3.93	1.93***	0.21	2.59***	3.17***	3.58***
Var/saison/site	8	2.90***	55.5**	47.3	202	323.3*	5.39	0.63	21.34***	0.09	2.11	0.45	0.04	0.47
Residuels	60	0.47	13.20	25.30	205		4.74	0.27	5.41	0.10	1.85	0.27	0.14	0.24
CV		59.24	19.40	20.10	42.85	46.76	80.64	25.03	107.65	39.33	98.63	38.31	39.82	34.31

*** Très hautement significative à P ≤ 0.001, ** hautement significative à P ≤ 0.01, * simplement significative à P ≤ 0.05, ns: non significative à P > 0.05; Rdt: rendement, HE: hauteur à l'insertion de l'épi, HP: hauteur du plant, AE: aspect des épis, AP: aspect des plants, GLS: *Gray leaf spot*, MSV: *Maize streak virus* (maladie des bandes), TLB : *Turicum leaf blight* (Helminthosporiose), FM: nombre de jours à 50% de floraison male, FF: nombre de jours à 50% de floraison femelle, CV: coefficient de variation, df: degré de liberté.

En ce qui est de la stabilité du rendement de ces variétés, le rendement de la variété MM3 est plus stable à travers tous les sites d'expérimentation car elle est proche de l'origine dans le graphe de AMMI (graphe 1). La raison est peut-être que cette variété réputée très précoce n'a été testée que dans les trois sites (Mparambo, Moso et Murongwe), le site de Gisozi (haute altitude) ayant été jugé non approprié. Les rendements des variétés LONGE 4 et LONGE 5 sont par contre instable à travers les quatre sites car elles se retrouvent éloignées de l'origine du graphe de l'AMMI (graphe 1). La réponse différente en fonction des sites d'expérimentation s'expliquerait par la variation génétique des variétés, elle-même liée aux origines de ces variétés. Nos résultats sont aussi en accord avec les résultats trouvés par Sallah *et al.* (2004) qui dans leur étude ont montré/trouvé que la performance phénotypique des variétés qu'elles soient composites ou hybrides diffère en fonction des sites d'expérimentation.



Graph 1. AMMI biplot pour le rendement montrant l'interaction des principales composantes PC1 et PC2

Pour ce qui est des rendements moyens de différentes variétés dans les différents sites, nos résultats montrent que les variétés LONGE 4, LONGE 5 et MM3 ont des rendements respectifs de 3,55 T/ha 1,94T/ha et 2,60T/ha à travers tous les sites au cours des deux saisons d'évaluation. Ces moyennes se retrouvent dans des groupes homogènes différents (a, b et ab) en ce qui est de leur rendement moyen (Tableau 4). Ceci vient confirmer les résultats de l'analyse de la variance précédemment décrite, que la performance de ces variétés est significativement différente.

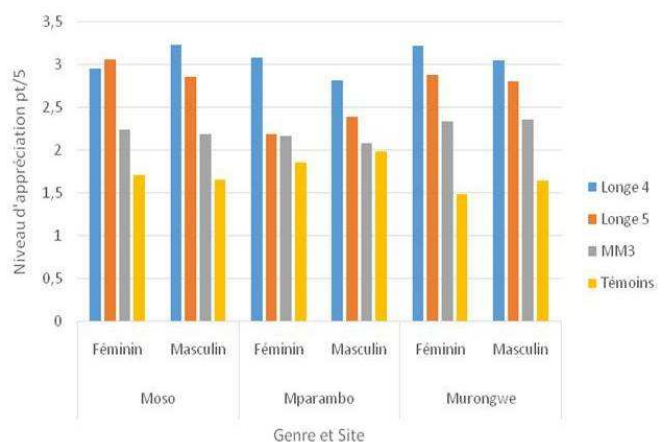
Par ailleurs, à Gisozi, toutes les variétés testées ont un rende-

ment de loin inférieur à celui du témoin. Ces résultats étaient prévisibles car les variétés en test étaient réputées de basse et moyenne altitude. A Mparambo, toutes les variétés ont des rendements faibles et presque similaires y compris le témoin local mais la variété MM3 (1,65T/ha) a dépassé légèrement la variété témoin (1,44T/ha). Ces résultats étaient aussi prévisibles de par même le nom (Myezi Mtatu= 3 mois) indiquant sa précocité et son adaptation en basse altitude.

Au Moso et à Murongwe, la variété LONGE 4 donne un bon rendement et supérieur même à celui des témoins respectifs. En effet, la variété LONGE 4 (3,58T/ha) s'est montré plus adaptée comparée à la variété témoin du Moso (ZM621=2,59T/ha) tandis qu'à Murongwe, elle a donné un rendement de 5,68T/ha contre 4,69T/ha de la variété ZM605 utilisée comme témoin dans cette zone.

Dans tous les sites et surtout pour la deuxième saison, les rendements de la variété LONGE 5 sont faible due au faible taux de germination observé pour cette variété. Ceci explique pourquoi nos rendements/résultats sont différents à ceux proposés par les obtenteurs ougandais (4-6 T/ha) de cette variété (Tableau 4). Cependant, même pour tous les autres paramètres observés qui ne dépendent pas du taux de germination, la variété LONGE 5 se montre moins performante comparé à la variété LONGE4. Le graphe 2 par exemple montre que la variété LONGE 4 est plus appréciée par rapport aux variétés LONGE 5, MM3 et les témoins en ce qui est de leur goût que ce soit lorsqu'elles sont grillées ou sous forme de pate/farine.

Nos résultats confirment néanmoins que la variété MM3 est plus précoce (70 jours de floraison) par rapport aux autres variétés (environ 80 jours) y compris les témoins. Ce qui serait un avantage pour les agriculteurs d'avoir une nouvelle variété aussi précoce.



Graph 2. Résultats du test de dégustation des 3 variétés en évaluation et les témoins par site et par genre



Recherche Agronomique : Amont de l'Agriculture et de l'Elevage au Burundi



Tableau 4. Performance agronomique des variétés dans chaque site et à travers tous les sites

Site	Variétés	Rdt (T/ha)	FM (jours)	FF	HP	HE	AP	AE	E Pou	GLS	Cov Ep	MSV	Rou	TLB
				(jours)	(cm)	(cm)	(1-5)	(1-5)	(nbr)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)	(1-5)
Gisozi	LONGE 4	3.90 ^b	100.6 ^a	107 ^a	165 ^c	72.5 ^b	3.16 ^a	3.00 ^a	13.5 ^a	1.83 ^a	1.83 ^b	1.75 ^a	1.33 ^a	2.25 ^a
	LONGE 5	2.51 ^b	105.8 ^a	110 ^a	189.1 ^b	88.3 ^b	3 ^a	3.16 ^a	7.08 ^b	1.91 ^a	2.16 ^b	1.50 ^a	1.00 ^a	2.62 ^a
	Temoin (SEGA)	6.05 ^a	102.8 ^a	108 ^a	210 ^a	118 ^a	2.66 ^a	2.75 ^a	6.33 ^b	1.75 ^a	4.66 ^a	1.66 ^a	1.00 ^a	2.41 ^a
Mparambo	LONGE 4	1.04 ^a	58.5 ^a	60.8 ^a	193.8 ^a	86 ^a	2.91 ^a	3.00 ^a	1 ^b	1.66 ^a	0.33 ^b	2.16 ^a	1.91 ^a	2.08 ^a
	LONGE 5	1.07 ^a	56.5 ^a	59.1 ^a	200 ^a	89.1 ^a	2.33 ^a	3.16 ^a	1.33 ^b	1.83 ^a	0.33 ^b	2.41 ^a	1.91 ^a	1.66 ^a
	MM3	1.65 ^a	58.33 ^a	60.5 ^a	184 ^{ab}	77 ^{ab}	2.33 ^a	2.43 ^a	1.83 ^{ab}	1.83 ^a	3.00 ^a	2.25 ^a	2.25 ^a	2.16 ^a
	Temoin (ECAVL1)	1.44 ^a	57.66 ^a	60.1 ^a	170 ^b	64.8 ^b	2.08 ^a	2.75 ^a	2.5 ^a	1.5 ^a	2.00 ^{ab}	2.16 ^a	1.83 ^a	1.83 ^a
Moso	LONGE 4	3.58 ^a	74.83 ^{ab}	81 ^{ab}	200.8 ^a	94.1 ^a	2.41 ^a	2.25 ^a	1.83 ^{ab}	1.66 ^a	1.00 ^{ab}	1.75 ^a	1.83 ^a	2.16 ^a
	LONGE 5	1.73 ^b	78.91 ^a	75 ^{ab}	205.6 ^a	95.1 ^a	2.25 ^a	2.25 ^a	1.41 ^a	1.83 ^a	0.25 ^b	1.75 ^a	1.50 ^a	1.83 ^{ab}
	MM3	2.34 ^b	71.5 ^b	71.1 ^b	190 ^{ab}	79.5 ^a	2.75 ^a	2.66 ^a	0.66 ^a	1.83 ^a	0.33 ^b	1.75 ^a	1.75 ^a	2.00 ^{ab}
	Temoin (ZM621)	2.59 ^{ab}	79.16 ^a	83 ^a	162.3 ^b	80.8 ^a	2.66 ^a	2.58 ^a	2.33 ^a	1.5 ^a	1.83 ^a	2.00 ^a	1.50 ^a	1.50 ^b

Conclusions et recommandations

En somme, les résultats des deux saisons de test d'évaluation des trois variétés en provenance de l'Ouganda permettent de conclure que les deux variétés MM3 et LONGE 4 s'adaptent bien au Burundi. C'est ainsi que la variété LONGE 4 a pu être diffusée en moyenne altitude tandis que la variété MM3 l'a été en basse altitude. La diffusion de ces deux nouvelles variétés va agrandir la liste des variétés en diffusion au Burundi qui était l'une des objectifs les plus ultimes du projet ISSD. Les résultats obtenus pour la variété LONGE5 ne sont concluants suite au faible taux de germination observé lors du test. Une autre saison serait envisageable pour cette variété avant d'être proposée pour la diffusion.

Remerciements

Cette activité a été accomplie grâce à l'appui financier du projet ISSD de l'IFDC auquel nous adressons nos sincères remerciements. Notre gratitude va aussi à l'endroit de l'institut national de recherche sur les cultures vivrières de l'Ouganda (NARO/NaCRRI) qui nous ont procurés le matériel génétique à évaluer à travers les compagnies semencière PEAL seed et FICA seed. Nous voudrions remercier enfin les responsables des différents centres et stations de recherche de l'ISABU pour nous avoir disponibilisé des terrains pour nos expérimentations et du personnel pour le suivi au quotidien.

Références

- Akter A, Jamil HM, Umma KM, Islam MR, Hossain K, Mamunur RM. AMMI biplot analysis for stability of grain yield in hybrid rice (*Oryza sativa* L.). *J. Rice Res.* 2014;2(2):126.
- Beyene, Y., Semagn, K., Crossa, J., Mugo, S., Atlin, G.N., Tarekegne, A., Meisel, B., Sehabiague, P., Vivek, B.S., Oikeh, S. and Alvarado, G., 2016. Improving maize grain yield under drought stress and non-stress environments in sub-Saharan Africa using marker-assisted recurrent selection. *Crop Science*, 56(1), pp.344-353.
- Delhove G (1991). Seeds Program and Projects in ACP countries, CTA-ACP-EEC, Olivier Guyaux Communication s.a, 514p.
- ENAB (2012). Enquête nationale agricole du Burundi, Edition 2012
- FAOSTAT (2014). FAOSTAT database, FAO, Rome. <http://faostat.fao.org> (visite le 20 Juin 2018)
- ISABU (2013). Rapport annuel d'activités de l'ISABU.
- ISTEEBU (2015) : Rapport de l'Institut de Statistiques et d'Etudes Economiques du Burundi, Edition 2015.
- MINAGRIE (2011). Plan national d'investissement agricole (PNIA).
- National crop variety list for Uganda (2015), 40p.
- Nduwimana, O, Nzohabonayo, Z., Hicintuka, C. et Nibasumba, M. (2013). Cartographie de la fertilité des sols du Burundi et des besoins des principales cultures vivrières



Recherche Agronomique : Amont de l'Agriculture et de l'Elevage au Burundi



- en éléments nutritifs. Première partie, 30p.
- Nzigidahera B. (2012). Description du Burundi : Aspects physiques, 10p
- Programme Alimentaire Mondiale des Nations Unies (2014). Analyse globale de la sécurité alimentaire, de la nutrition et de la vulnérabilité au Burundi, 158p.
- Rouanet G (1984). Le maïs, Maisonneuve et Larose, Paris, 142p.
- Sallah, P. Y. K., Abdula, M. S., & Obeng-Antwi, K. (2004). Genotype x environment interactions in three maturity groups of maize cultivars. African Crop Science Journal, 12(2), 95-104.
- Shiferaw, B., Prasanna, B.M., Hellin, J. and Bänziger, M., 2011. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. Food Security, 3(3), p.307.
- USAID (2010). Staple foods value chain analysis, country report – Burundi, 51p.
- VSN International Ltd. (2009). GenStat Software twelfth Edition, copyright ©2009 All Reserved, UK, accessed from <http://www.vsn.co.uk>
- <https://comtrade.un.org/> visité le 20 juin 2018 à 9 heures TU

Annonce

Coûts des analyses phytosanitaires au Laboratoire de Protection des Cultures de l'ISABU

L'Institut des Sciences Agronomiques du Burundi porte à la connaissance du public et à ses partenaires qui utilisent les services du Laboratoire de Protection des Cultures de l'ISABU que les coûts des analyses phytosanitaires sont désormais fixés comme suit:

1. Détection des agents pathogènes transmis par les semences

Culture	Agent pathogène	Technique utilisée	Coût/échantillon
Pomme de terre	Ralstoniasolanacearum	NCM-ELISA	7,200
Pomme de terre	Virus de Pomme de terre	DAS-ELISA	3,600
Manioc	CBSV	RT-PCR	10,800
Manioc	CMD	PCR	10,800
Bananier	BBTV	TAS-ELISA	3,600
Bananier	BXW	PCR	10,800
Maïs	MCMV	DAS-ELISA	3,600
Maïs	SCMV	DAS-ELISA	3,600

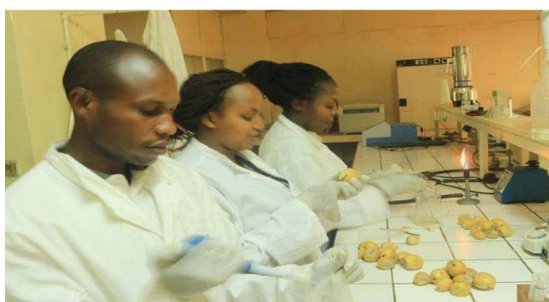
Type de Culture	Coût par pathogène/échantillon en Fbu	Coût/pathogène additionnel/échantillon en Fbu
Toutes	50 000	20 000

2. Identification des agents pathogènes non communs

Désignation	Coût	Responsable
Déplacement	Transport individuel	Demandeur
Frais de mission pour un aller-retour	25.000FBU	Demandeur
Frais de mission par nuitée	50.000FBU	Demandeur

3. Echantillonnage sur demande

Note : Le coût des analyses phytosanitaires est réduit à 60% du coût total pour les projets de l'ISABU qui contribuent à l'approvisionnement des réactifs spécifiques afin d'assurer l'approvisionnement des consommables généraux.



Personnel du laboratoire en train de réaliser les analyses phytosanitaires



1. Choix des zones de culture

1.1. Exigences climatiques

L'avocatier est susceptible d'être cultivé sous des climats très différents.

Une saison sèche marquée (déficit hydrique de 2 mois) est favorable pour induire une bonne floraison. Un ensoleillement important est également nécessaire (2.500 à 3.000 h/an.) Les besoins en eau de l'avocatier sont compris entre 1.200 et 1.600 mm/an mais varient en fonction du stade végétatif: faibles durant la période d'induction florale, plus élevés de la nouaison à la récolte. L'avocatier exige d'autre part une humidité suffisamment élevée au moment de la floraison (70 à 80 %), puis plus modérée pendant la phase de grossissement des fruits. Un degré hygrométrique trop élevé a un effet favorable au développement des maladies et de certains ravageurs tant sur les feuilles que sur les fruits (Scab, Cercospora, anthracnose, thrips, cochenilles).

1.2. Exigences édaphiques

Plus que toute autre culture fruitière, l'avocatier a des exigences importantes si l'on veut assurer la longévité des arbres. L'avocatier demande surtout des sols bien drainés. En effet, l'avocatier est extrêmement sensible à l'hydromorphie du sol même lorsque celle-ci est faible et temporaire. Cette sensibilité tient à la présence d'un champignon du genre *Phytophthora* qui s'attaque aux racines et à la base du tronc entraînant des pourritures et bien souvent la mort de l'arbre. Cet agent pathogène se développe dans les sols compacts et asphyxiants. Pour cette raison, en climat tropical, on préférera de loin les sols les plus légers voire sableux. La profondeur du sol devra être de 1 m à 1,50 m. Pour éviter les toxicités aluminiques ou manganiques, on choisira des sols à pH supérieur à 4,5 - 5,0 ou on effectuera des amendements calciques.

D'une façon générale, les conditions écologiques définies pour la culture de l'avocatier sont fonction du risque d'attaques des racines et/ou du tronc par le *Phytophthora cinnamomi*. Derrière une défriche, on peut redouter des attaques de pourridiés. On prendra soin d'attendre environ 6 mois après défrichage pour effectuer la plantation.

2. Préparation des parcelles

Les opérations suivantes seront effectuées : dégagement des souches et racines, enlèvement des grosses pierres, établisse-

ment d'un réseau de drainage efficace, aménagement d'accès à la parcelle, équipement d'un réseau d'irrigation dans les cas où cela se révèle nécessaire.

3. Préparation du sol

Dans un souci de qualité, le travail du sol devra être effectué par temps sec et après un ressuyage. La préparation de sol a pour but de faciliter l'implantation et le développement racinaire des plants. Une succession d'opérations doit donc être envisagée en tenant compte des aptitudes du terrain : décompacter le sol et casser un éventuel horizon induré pour améliorer le drainage; rééquilibrer chimiquement les parcelles en apportant une fumure à base de Calcium, de Phosphore et de Potassium. On apportera par exemple par arbre : 5 kg de chaux, 1 kg d'hyper phosphate et 1 kg de Sulfate de Potassium. A défaut, on pourra utiliser des engrais complets. Le trou de plantation doit alors avoir un volume suffisant pour permettre une bonne exploration racinaire (environ 1 m³) et l'application de la fumure se fera au niveau de chaque trou.

4. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé sera issu d'une multiplication végétative c'est à dire des plants greffés permettant de garantir les caractères variétaux et une mise à fruit plus précoce. Le choix variétal devra prévoir l'utilisation conjointe de variétés pollinifères de groupes opposés, dont la floraison se situe à la même période que les variétés dominantes retenues. En effet, il a été prouvé que la présence simultanée d'arbres de groupes opposés entraîne une augmentation de rendement.



Photo d'avocatier portant des fruits



Photo du fruit d'avocatier cassé contenant un noyau

5. Implantation de la culture

Les écartements entre les arbres devront tenir compte de leur développement ultérieur, donc des variétés et des conditions climatiques. En zone tropicale, on recommande généralement des distances de plantation comprises entre 8 et 9 m soit des densités allant de 150 à 125 plants/ha. Il est recommandé de planter les avocatiers sur butte (hauteur moyenne de 30 cm et diamètre à la base d'environ 1 m). L'alternance variétale s'opère par ligne sans qu'il y ait de règle stricte quant aux proportions d'arbres "A" et d'arbres "B" pour des variétés ayant une même époque de floraison.

6. Conduite de la culture

6.1. Contrôle de l'enherbement

Le contrôle des adventices peut se faire par l'emploi d'herbicides systémiques, qui, utilisés à des concentrations convenables et au bon stade permettent d'obtenir un contrôle efficace sur une période minimale de 2 mois. Il peut par le sarclage manuel des mauvaises herbes.

6.2. Taille

Les avocatiers doivent recevoir une taille de formation de façon à obtenir un tronc d'environ 50 cm de hauteur (suppression des branches trop basses ou mal placées). Les premières années, il peut être nécessaire de supprimer les repousses de porte-greffe. Par la suite, la taille sera réduite au strict minimum et consistera principalement à supprimer les branches mortes ou cassées, les enchevêtrements au milieu de la frondaison et à relever la jupe des arbres. Pour des variétés à port très érigé on sera amené les 5 premières années à faire des tailles répétées ayant pour but d'orienter les branches vers l'extérieur et donc d'ouvrir l'arbre.

Quand les arbres deviennent trop grand (hauteur dépassant 4-5 mètres), il est nécessaire de procéder à l'écimage pour faciliter la cueillette. Cet écimage peut être répété chaque année après récolte.

6.3. Fumure

Faire un mélange de la terre avec 30 kg de compost par plant lors de la transplantation.

6.4. Traitements phytosanitaires

6.4.1. Champignons pathogènes

Lutte contre les pourritures racinaires. : c'est particulièrement le champignon: *Phytophthora. cinnamomi* qui provoque les dégâts les plus graves aux vergers d'avocatiers. Les attaques se produisent sur les racines et/ou à la base du tronc et peuvent

occasionner la mort de l'arbre. Les traitements chimiques à base des fongicides doivent être effectués et répétés 2 à 3 fois/an dès que les premiers symptômes de dépérissement apparaissent sur 1 ou plusieurs arbres.

Lutte contre l'antracnose (*Colletotrichum*): Cette maladie occasionne des taches noires sur fruits qui évoluent rapidement après récolte pendant la maturation du fruit qui peut pourrir entièrement. Pour lutter contre la maladie il convient de traiter le feuillage et les fruits pendant les mois qui précèdent la récolte. La meilleure efficacité est obtenue par l'application en alternance de produits systémiques comme le bénomyl (Benlate) et de contact comme le mancozèbe (Dithane M45).

Lutte contre le cercospora (*Cercospora purpurea*) : Ce champignon occasionne également des taches brunes voire pourpre sur feuilles et fruits. Ces taches sont de forme irrégulière et souvent entourées d'un halo jaunâtre sur feuilles. Les traitements préconisés sont les mêmes que ceux effectués sur l'antracnose.

6.4.2. Ravageurs

Les principaux ravageurs sont:

Les thrips (*Selenothrips rubrocinctus*), les cochenilles et les aleurodes.

Le traitement peut se faire avec un insecticide assez efficace (Dirsuban) par pulvérisation à raison d'une solution contenant 50 ml de produit commercial pour 100 litres d'eau.

7. Rendement

Il peut varier de 25 à 90 kg par arbre et par an selon la variété et les méthodes culturales.

Comité de lecture

BIGIRIMANA Jean Claude
BIZIMANA Syldie
HABINDAVYI Espérance
Dr Ir. NIBASUMBA Anaclet
Dr Ir. NIYONGERE Célestin

Pour vos commentaires et contributions éventuelles à ce bulletin contactez

Service Documentation et Communication Scientifique de l'ISABU à l'adresse suivante:

E-mail : jeanboscontirandekura@gmail.com
Tél : +257 69 217 717