



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Evaluation des performances agronomiques des variétés de riz aromatiques au Burkina Faso

Abdourasmane K. KONATE^{1*}, Sylvain ZOUGRANA^{1,2}, Soumana KONE^{1,2} et Issa WONNI¹

¹Centre National de Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), 01 BP 910 Bobo-Dioulasso 01, Burkina Faso.

²Université Joseph KI-ZERBO, Ecole doctorale sciences et Technologie, Laboratoire Biosciences, Equipe Phytopathologie et Mycologie tropicale, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso.

*Auteur correspondant ; E-mail: kadougoudiou@gmail.com

Received: 22-10-2021

Accepted: 20-02-2022

Published: 28-02-2022

RESUME

Au Burkina Faso, la production du riz ne couvre que la moitié des besoins de consommation, liée en partie à la faible productivité des variétés homologuées. Cette étude visait à évaluer les performances agronomiques des variétés aromatiques de riz, afin de contribuer aux besoins de consommation locale. Pour ce faire, un dispositif expérimental du type alpha lattice avec quatre répétitions a été mis en place sur le site irrigué de Karfiguela pour évaluer les paramètres agro-morphologiques et de rendements de 31 variétés de riz. En outre, elles ont été criblées en conditions semi contrôlées, pour évaluer leur phénotype vis-à-vis des bactérioses dues à *Xanthomonas oryzae*. Les résultats ont montré qu'un groupe composé de 12 variétés ont été très performantes avec des rendements de 5469 kg/ha. Le second groupe renfermait 16 variétés avec des rendements de 4552,92 kg/ha, et le troisième groupe composé de trois variétés, avait de faible rendement de 3333,33 kg/ha. Malgré leurs bonnes performances, les 28 variétés aromatiques ont été sensibles à la bactériose vasculaire et la bactériose à stries foliaires translucides, causées respectivement par *X. oryzae* pv. *oryzae* et *X. oryzae* pv. *oryzicola*. Par conséquent, leur utilisation sur un site avec une forte pression de ces deux pathogènes, impactera fortement leur potentiel de production. Il s'avère donc nécessaire d'améliorer leur résistance contre les deux maladies pour garantir une production durable.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : Riz aromatique, performance agronomique, *Xanthomonas oryzae*, Burkina Faso.

Evaluation of the agronomic performance of aromatic rice varieties in Burkina Faso

ABSTRACT

In Burkina Faso, rice production covers only half of consumption needs, linked in part to the low productivity of registered varieties. This study aims to evaluate the agronomic performance of aromatic rice varieties, in order to contribute to local consumption needs. To do this, an experimental device of the alpha lattice type with four repetitions was set up on the Karfiguela irrigated site to evaluate the agro-morphological and yield

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

8989-IJBSC

DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i1.5>

parameters of 31 rice varieties. In addition, they were screened under semi-controlled conditions, to assess their phenotype against bacterial due to *Xanthomonas oryzae*. The results show that a group of 12 varieties performed very well with yields of 5469 kg/ha. The second group contains 16 varieties with yields of 4552.92 kg/ha, and the third group consisting of three varieties obtained a low yield of 3333.33 kg/ha. Despite their performance, all 28 aromatic varieties were susceptible to bacterial leaf blight and bacterial leaf streak caused respectively by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* and *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola*. Therefore, their use on a site with a high pressure of these two pathogens, will strongly impact their production potential. It is therefore necessary to improve their resistance against both diseases to ensure sustainable production.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: Aromatic rice, agronomic performance, *Xanthomonas oryzae*, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Le riz (*Oryza sativa* L.) est la culture céréalière la plus importante dans le monde en développement (FAO, 2004). L'importance de cette culture n'est plus à démontrer, en témoigne la déclaration de l'année 2004 comme « l'année internationale du riz » par l'Assemblée générale des Nations Unies. Il occupe la deuxième place parmi les céréales cultivées après le maïs, avec 750 millions de tonnes enregistrées en 2016 (Patricio, 2016). La consommation des riz parfumés, dans les pays occidentaux, est restée longtemps du domaine des minorités ethniques d'origine indienne ou pakistanaise (Petrov et Faure, 1996). L'extension de sa consommation est récente et s'étend vers les pays africains. Environ 24 millions de tonnes de riz ont été consommés en Afrique Subsaharienne en 2012 (AfricaRice, 2015). Cette consommation de riz blanchi devrait augmenter de 30 millions de tonnes d'ici 2035.

Au Burkina Faso, le riz occupe la première place parmi les céréales importées et la quatrième place du point de vue des superficies en production après le sorgho, le mil et le maïs. En dépit de l'augmentation des superficies et de la production rizicole ces dernières années, le pays reste toujours dépendant de l'extérieur. Pour combler le déficit, le pays a recours à des importations de plus en plus massives qui se traduisent par la sortie de devises d'environ 40 milliards de FCFA par an. Au regard de cette situation, la production nationale de riz devient une priorité

pour satisfaire les besoins en riz des consommateurs qui deviennent de plus en plus exigeants sur la qualité. Cette couverture des besoins passe entre autres par l'élargissement de la gamme de riz aromatique à mettre à la disposition des producteurs d'une part ; et d'autre part, par celui de l'augmentation des rendements à travers des techniques adéquates de production. Pour mieux répondre aux aspirations des acteurs de la filière riz, de la production à la commercialisation ; et pour rendre le riz plus compétitif en jouant surtout sur la conformité des normes de qualité, Africa Rice a orienté la création variétale vers les variétés de riz aromatique. Cependant, avant leur homologation et diffusion en milieu paysan, il s'avère nécessaire d'évaluer leur performance agronomique y compris la résistance aux maladies qui constituent une contrainte majeure à l'atteinte des rendements potentiels des variétés améliorées.

Parmi ces maladies, figurent la bactériose vasculaire (BLB pour Bacterial Leaf Blight) et la bactériose à stries foliaires translucides (BLS pour Bacterial Leaf Streak) causées respectivement par *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* (*Xoo*) et *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* (*Xoc*) (Gonzalez et al., 2007 ; Wonni et al., 2011, 2015). Deux types de symptômes sont caractéristiques du BLB que sont la brûlure foliaire (leaf blight) et le flétrissement des jeunes plants, encore appelé en anglais « kresék » ou « wilt ». Les symptômes de type « Leaf blight » se manifestent à tous les stades de croissance de la plante, mais plus

couramment au stade de tallage maximal et de maturité, sous la forme de bandes humidifiées vert-pâle à gris-vert proches des extrémités et des marges des feuilles. Ces lésions s'élargissent, fusionnent et deviennent blanc-jaunâtre et à bord onduleux, les exsudats bactériens pouvant être observés dans des conditions humides et chaudes (Ou, 1972). Le « kresék » est une infection systémique sévère caractérisée par un flétrissement des feuilles du plant entier 2-4 semaines après le repiquage. BLS apparaît à tous les stades de développement de la plante. Les symptômes sont caractérisés par de petites stries turgescentes, qui s'allongent progressivement, prenant une couleur foncée, habituellement délimitées par les nervures. Les lésions sont translucides et diffèrent des lésions dues à *Xoo* qui sont opaques contre la lumière (Diallo et al., 2021). Au Burkina Faso, BLB sévit essentiellement sur les plaines rizicoles de Bagré et du Sourou, tandis que BLS est présente sur tous les principaux sites irrigués avec parfois des incidences foliaires de 100% sur certaines parcelles cultivées avec les variétés améliorées TS2 et FKR62N (Wonni et al., 2011, 2014 ; Diallo et al., 2021). Pour rappel, en 1998 et 2004, BLB a engendré des pertes de rendement de l'ordre de 50 à 100% sur des parcelles emblavées avec la variété TCS10 (Kaboré et al., 2004). C'est dans cette optique que cette étude a été entreprise dans le but d'une part, d'évaluer les performances agronomiques de 28 variétés de riz aromatique en conditions de riziculture irriguée, et d'autre part, évaluer leur comportement vis-à-vis des bactérioses dues à *Xanthomonas oryzae* en conditions semi contrôlées au Burkina Faso.

MATERIEL ET METHODES

Site d'étude

L'étude a été conduite durant les campagnes humides 2018 et 2019 sur le périmètre rizicole irrigué de Karfiguela situé à 10 km de Banfora entre 10°70' de latitude Nord et 4°81' de longitude Ouest, dans la région des

Cascades. Deux grands types de sols s'y trouvent, dont les sols argileux, argilo limoneux et argilo sableux situés sur les parties médianes et basses du périmètre ; et les sols sableux situés sur la partie haute, le long du canal principal (Yaméogo et al., 2013). Le climat est de type sud-soudanien avec une pluviométrie allant de 900 à 1000mm d'eau. Le criblage en conditions semi contrôlées a été réalisé sous serre à l'antenne Ex PV (N° 11°9'22'' ; W -4°17'9'') de la station de recherche de l'INERA Farako Ba.

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé était constitué de 28 variétés aromatiques fournies par Africa Rice. En outre, trois variétés améliorées et homologuées dont FKR62N, FKR56N et FKR19 ont été utilisées comme témoins (Tableau 1).

Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental était de type alpha lattice constitué de quatre répétitions. Chaque répétition était composée de six blocs de 30 m² séparés entre eux de 0,5m.

Des plantules de riz de deux semaines d'âge, ont été repiquées à raison d'un brin par poquet. L'écartement a été de 20 cm entre les lignes et 20 cm entre les poquets. Chaque variété a été repiquée sur cinq lignes de cinq mètres de long. La parcelle utile était composée des trois lignes centrales. La fertilisation minérale a été effectuée à la dose de 200 kg de NPK/ha et 150 kg d'urée/ha. L'application du NPK a été faite à 21 jours après repiquage (JAR). L'engrais composé NPK (15-15-15-3S) a été épandu dans les parcelles le même jour avant le repiquage, à la dose de 200 kg/ha, soit 100g par parcelle élémentaire de 5 m². En fumure de couverture, l'urée (46% N) a été utilisée à la dose de 100 kg/ha en deux fractions, soit 35 kg/ha d'urée après le premier désherbage à 15 JAR, soit 17,5 g par parcelle élémentaire de 5 m². La présence d'eau dans la parcelle a été contrôlée par le système d'irrigation. Aucun traitement phytosanitaire

n'a été effectué durant tout le cycle de culture. Par contre, des sarclages manuels se faisaient au besoin.

Variables mesurées

Plusieurs données ont été collectés au champ et après la récolte. Il s'agissait (i) du nombre de talles à 60 jours après repiquage (Tall); (ii) le cycle semi-épiaison (CSE); (iii) le cycle semi-maturité (CSM) ; (iv) la hauteur des plants à 60 jours après repiquage (Haut P); (v) la longueur des panicules (Long P) ; (vi) le taux de fertilité (Fert %) et (vii) le rendement moyen (Rend) parcellaire.

Criblage contre les bactérioses

Dispositif expérimental

Un dispositif split-plot randomisé à trois répétitions a été mis en place sous serre en conditions semi contrôlées. Les souches de *X. oryzae* ont été affectées aux parcelles principales et les variétés aux parcelles secondaires. Les graines ont été pré-germées dans des boîtes de Pétri contenant du papier buvard humidifié pendant 48 à 72 heures avant le repiquage. Les graines pré-germées ont été repiquées dans des pots de 10 L remplis de terreau préalablement stérilisé, à raison de trois graines par pot. Les pots ont été placés dans un bac contenant une fine lame d'eau en permanence après la germination. Du NPK (14- 23-14) a été apporté à raison de 0,5 g/pot juste après la levée et l'urée (0,5g/pot), 21 JAR. L'essai a été répété trois fois.

Inoculation des plants de riz

L'inoculation a été faite sur les lignées à 21 JAR avec les souches de *Xoo* BAI3 et *Xoc* BAI5. Une suspension bactérienne de 50 ml, titrée à 10^8 bactéries/ml pour chacune des souches a été préparée à l'aide d'un spectrophotomètre. La suspension de *Xoo*, a été inoculée par la méthode « leaf clipping »; qui consistait à couper les extrémités des deux dernières feuilles de chaque talle avec une paire de ciseaux préalablement trempés dans la

suspension. Quant à la suspension de *Xoc*, elle a été infiltrée dans les feuilles à l'aide d'une seringue de 1 ml, en raison de trois sites d'infiltration par feuille. Après les différentes inoculations, les plants de riz ont été couverts avec une bâche plastique transparente pendant 48 heures, afin de favoriser l'infection.

Evaluation des symptômes

Les longueurs des lésions induites par les deux souches après les inoculations, ont été mesurées à 14 et 21 jours après inoculation (JAI) pour BLB ; 7 et 14 JAI pour BLS. L'échelle de l'IRRI a été utilisée pour déterminer le phénotype de chaque lignée vis-à-vis de BLB, comme suit : Résistance (R): lésion de 0-5 cm; Modérément Résistant (MR): lésion de 5-10 cm; Modérément Sensible (MS): lésion de 10 à 15 cm et Sensible (S): lésion de plus de 15 cm. Quant au BLS, la présence et l'absence de symptômes typiques sur les feuilles sont qualifiées respectivement comme phénotypes sensibles et résistants.

Analyse des données

A partir du tableur Excel 2016, les données ont été importées et analysées à l'aide du logiciel ARIS version 2.4 afin d'observer les caractères qui discriminent les variétés. Le même logiciel a permis de calculer l'héritabilité au sens large (H^2). Le logiciel XLSTAT 2016 a été utilisé pour établir des études de relation entre les caractères quantitatifs, notamment la matrice de corrélation de Pearson et l'Analyse en Composantes Principales (ACP). Les variables peu corrélées et discriminantes ont été utilisés pour l'étude de la structuration de la variabilité au sein de la collection par une analyse de la Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). La différenciation des groupes issus de la CAH a été effectuée par une ANOVA des groupes. Ces analyses multivariées ont été réalisées avec le même logiciel XSTAT 2016.

Tableau 1 : Performance agronomique et statistique descriptives de sept paramètres agro-morphologiques évalués chez 32 variétés de riz.

Code	Variété	Tall	CSE	CSM	Haut P	Fert (%)	Long P	Rend	Xoo	Xoc
V1	FKR 19*	379.25	78.75	116.75	84.75	76.15	21.64	4533.75	R	R
V2	FKR 56 N*	336.13	66.00	110.50	104.80	78.30	26.73	3630.00	S	S
V3	FKR 62 N*	277.50	74.75	112.00	100.70	76.14	23.26	4724.50	S	S
V4	IR 67013-58-1-2	327.75	63.75	103.75	99.65	80.11	23.78	4370.25	S	S
V5	IR 841	266.50	77.00	113.25	100.00	85.52	23.72	4705.00	S	S
V7	NIL 130	278.75	74.75	115.00	102.20	74.61	25.31	5592.50	S	S
V8	NIL 16	311.50	71.00	110.50	100.00	81.64	24.34	5652.50	S	S
V9	ORYLUX 3	350.50	70.25	108.50	101.00	78.68	23.49	4717.00	S	S
V10	ORYLUX 4	260.75	74.75	111.75	92.30	76.23	27.05	5456.25	S	S
V11	ORYLUX 5	243.00	69.25	110.75	105.75	69.47	24.77	3502.50	S	S
V12	ORYLUX 6	291.00	76.75	117.50	99.55	81.95	23.80	4749.75	S	S
V13	SAHEL 177	285.50	78.75	115.75	106.05	76.24	16.20	4615.00	S	S
V14	SAHEL 328	317.25	63.25	100.50	108.00	80.33	23.72	4652.50	S	S
V15	SAHEL 329	330.50	69.75	105.25	104.00	87.74	25.21	5201.75	S	S
V16	WAB 2066-6-FKR4-WAC1-TGR1-B-WAT-B1	356.50	58.75	96.50	78.50	81.98	23.13	4714.50	S	S
V17	WAB 2066-6-FKR4-WAC1-TGR1-B-WAT-B11	253.00	75.00	113.00	92.40	84.71	24.39	5147.50	S	S
V18	WAB 2066-6-FKR4-WAC1-TGR1-B-WAT-B16	323.00	77.25	115.00	84.70	83.25	21.51	5300.00	S	S
V19	WAB 2066-6-FKR4-WAC1-TGR1-B-WAT-B6	300.25	72.13	110.25	93.80	77.07	23.80	5562.50	S	S
V20	WAB 2066-6-FKR4-WAC1-TGR1-B-WAT-B9	319.25	73.00	110.75	105.30	81.49	22.45	5680.00	S	S
V21	WAB 2066-WAT20-1-B-1-1	259.50	75.75	113.00	95.55	81.66	23.47	4412.92	S	S

V22	WAB 2066-WAT20-1-B-1-TGR1	262.50	64.25	101.75	104.50	79.90	23.72	4575.00	S	S
V23	WAB 2066-WAT20-1-B-1-TGR3	289.50	63.25	100.25	103.00	84.34	25.36	4750.00	S	S
V24	WAB 2066-WAT21-1-B-1-1	338.75	65.50	104.25	93.65	68.19	28.32	4720.00	S	S
V25	WAB 2066-WAT21-1-B-1-3	350.50	64.00	100.75	101.10	87.40	24.66	5687.50	S	S
V26	WAB 2066-WAT21-1-B-1-TGR2	336.50	63.25	101.25	101.00	85.80	25.36	5673.50	S	S
V27	WAB 2066-WAT21-1-B-1-TGR3	410.75	62.25	100.25	95.70	87.89	25.38	5620.00	S	S
V28	WAB 2081-WAC2-2-TGR2-WAT1-9-TGR3	345.50	60.50	99.50	97.55	85.39	22.35	4175.00	S	S
V29	WAB 2135-WACB-2-TGR-WATB-1	308.75	63.25	99.75	95.80	86.86	24.20	4720.00	S	S
V30	WAB 2138-WAC B-2-TGR2-WAT-B1	225.25	73.50	111.00	97.80	78.24	24.08	4198.75	S	S
V31	WAB 2152-TGR2-WAT1-2	347.25	63.25	101.00	91.15	77.14	22.83	2867.50	S	S
V32	WAB 638-1	389.25	56.00	94.50	108.65	87.76	26.56	5063.50	S	S
CV (%)		14.43	9.290	6.120	7.05	6.750	10.030	14.370		
H²(%)		96	96	96	96	96	96	99		
Max		421	79.000	118.000	110.40	91.772	28.900	5850		
Min		223	56.000	94.000	78	63.604	16.120	2790		
Moy		312.27	68.855	107.039	98.26	80.692	23.817	4782.41		
Pr		<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001		
R²		0.93	1.00	0.99	0.99	0.84	0.96	0.97		
Sign		***	***	***	***	***	***	***		

Tall : nombre de talles à 60 jours après semis; **CSE**: Cycle Semi-Epiaison; **CSM** : Cycle Semi-Maturité; **Haut P**: Hauteur des plants à 60 jours après semis; **Long P**: Longueur des panicules ; **Fert (%)**: Taux de fertilité; **Rend** : Rendement moyen ; **Xoo** : *X. oryzae* pv. *oryzae* ; **Xoc** : *X. oryzae* pv. *oryzicola* ; **S** : Sensible ; **R** : Résistant ; **CV** : Coefficient de Variation ; **H²**: Héritabilité; **Max** : Maximum ; **Min** : Minimum ; **Moy** : Moyenne ; **Pr** : Probabilité ; **R²** : Coefficient de détermination ; **Sign** : Signification ; * : Variétés témoins ; *** : Très hautement significative.

RESULTATS

Les paramètres agro morphologiques des variétés

Les résultats des performances moyennes des variétés testées sur les deux saisons humides consécutives sont consignés dans le Tableau 1. Ils regroupent les valeurs minimales (Min) et maximales (Max), les moyennes (Moy), les coefficients de variation (CV), les coefficients de détermination (R^2), l'héritabilité au sens large (H^2), les probabilités (Pr) et les significations (Sign) de chacun des caractères évalués. En effet, les résultats de l'analyse de variance montrent des différences hautement significatives pour chacun des caractères évalués. L'héritabilité au sens large (H^2) a été très forte pour chacun des caractères. Elle a varié de 96 à 99%. Par ailleurs, le nombre de talles par m^2 a varié de 223 à 421 talles avec une moyenne de 312 talles. La variété qui a été la plus productive en termes de tallage était WAB 2066-WAT21-1-B-1-TGR3 (V27) avec environ 411 talles par m^2 et celle ayant moins de talles était WAB 2138-WAC B-2-TGR2-WAT-B1 (V30) avec 225 talles par m^2 . Les valeurs des CSE et CSM ont respectivement varié de 56 à 79 jours et 94 à 118 jours, avec des moyennes de 68 à 107 jours. Les variétés à CSE longues (79 jours) ont été les variétés FKR19 (V1) et SAHEL 177 (V13) ; tandis que WAB 638-1 (V32) a enregistré le CSE court (56 jours). Cependant cette dernière et la variété ORYLUX 6 (V12) ont enregistré respectivement les CSM court et long. La taille des variétés a varié de 78 à 110 cm avec une moyenne de 98,26 cm. La variété WAB 638-1 a enregistré la plus grande taille avec 108 cm ; tandis que les variétés de plus petites tailles ont été WAB 2066-6-FKR4-WAC1-TGR1-B-WAT-B16 (V18) et FKR19 avec respectivement 84,70 et 84,75 cm.

La variété WAB 2066-WAT21-1-B-1-TGR3 (V27) a enregistré le taux de fertilité le plus élevé (87,89%) et le plus faible (68,19%) avec WAB 2066-WAT21-1-B-1-1 (V24). La longueur de la panicule a varié de 16,20 à 28,32 cm avec une moyenne de 23 cm.

La panicule la plus longue (28,32cm) a été enregistrée avec V24 et la plus petite (16,20 cm) avec V13. Les rendements ont été

respectivement de 2790 à 5850 kg/ha avec une moyenne de 4782 kg/ha. Les coefficients de variations ont été respectivement de 10 et 14,37 %. La variété WAB 2066-WAT21-1-B-1-3 (V25) a enregistré le rendement le plus élevé (5687.50 kg/ha), et WAB 2152-TGR2-WAT1-2 (V31) le plus petit rendement avec 2867,50 kg/ha.

Relation entre les caractères

Corrélation 2 à 2 entre les caractères

L'analyse des corrélations bivariée de Pearson entre les caractères quantitatifs a révélé l'existence des corrélations positives et négatives entre les caractères évalués (Tableau 2). Il existe une corrélation négative et significative d'une part entre le nombre de talles par m^2 et le cycle semi-épiaison ; et d'autre part avec le cycle semi-maturité, avec des coefficients de corrélation (r) respectivement de 0,64 et 0,61. Les CSE et CSM quant à eux sont corrélés positivement et très hautement significatives ($r=0,97$). Le rendement est corrélé positivement et très significatif avec le nombre de talles par m^2 , le taux de fertilité et la longueur de la panicule avec respectivement des valeurs de coefficient de corrélation de 0,19 ; 0,34 et 0,32.

Association entre les caractères

Les résultats de l'ACP sont regroupés dans le Tableau 3. Ils donnent une estimation de la variabilité représentée par chaque facteur. Les principaux axes F1 et F2 représentent à eux seul 55,82 % de la variabilité. En effet, il ressort que le nombre de talles par m^2 , les CSE et CSM sont corrélés à l'axe F1. Cet axe peut être décrit comme étant l'axe de croissance et de développement des plantes. Il exprime 37,08% de la variabilité, avec une valeur propre de 2,59. Le rendement est le seul caractère corrélé à l'axe F2. Par ailleurs, les caractères hauteur des plants et longueur de la panicule sont respectivement corrélés aux axes F3 et F4 avec 16,95 et 13,35% d'expression de la variabilité.

Structuration de la variabilité

La classification ascendante hiérarchique (CAH) a été effectuée à partir des caractères discriminants et en tenant compte également de ceux qui sont peu corrélés entre eux. Les caractères choisis sont la hauteur des plants, la longueur des panicules et le

rendement. La variabilité a été structurée en trois groupes (Figure 1). En effet les variétés du groupe 1 se sont montrées bien performantes avec des rendements moyens de l'ordre de 5469 kg/ha, d'une longueur de panicule assez longue de 24,66 cm et des tailles semi-naines de 98 cm. Ce groupe était constitué de 12 variétés notamment V15, V25, V32, V26, V27, V20, V7, V8, V18, V17, V10 et V19. Le groupe 2 renferme les variétés à performance moyenne avec un rendement moyen de 4522 kg/ha, d'une panicule moins longue de 23 cm, et une taille de 97 cm. Elles étaient au nombre de 16 dont les variétés V12, V5, V13, V9, V23, V1, V24, V3, V21, V14, V29, V4, V16, V22, V30, V28. Enfin, trois variétés dont V2, V11 et V31 formaient le groupe 3 avec un rendement moyen de 3333 kg/ha. L'analyse de variance entre les trois groupes a montré que le rendement était le seul caractère qui les discrimine. La longueur de la panicule et la

taille des plants n'ont pas montré de différence significative (Tableau 4).

Phénotypes des variétés vis-à-vis de la bactériose

Toutes les variétés ont manifesté des symptômes suite aux inoculations des plants avec les souches de *Xoo* et *Xoc*. A partir de trois et sept jours après inoculation respectivement, les symptômes de BLB et BLS étaient très visibles sur l'ensemble des variétés à l'exception du témoin résistant FKR19 qui est resté immune en manifestant une réaction d'hypersensibilité au point d'inoculation. Les symptômes de BLB causés par *Xoo* ont progressé sur toutes les variétés aromatiques avec parfois un flétrissement du plant entier 21 jours après inoculation. Les phénotypes des variétés vis-à-vis des deux pathovars de *Xanthomonas oryzae* sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 2 : Matrice de corrélation entre sept paramètres agro-morphologiques évalués chez 32 variétés de riz.

Variables	Tall/m ²	CSE	CSM	Haut P	Fert (%)	Long P	Rend
Tall/m²	1						
CSE	-0.641	1					
CSM	-0.616	0.979	1				
Haut P	-0.026	-0.118	-0.100	1			
Fert (%)	0.381	-0.312	-0.357	0.149	1		
Long P	0.122	-0.213	-0.173	0.138	0.027	1	
Rend	0.195	0.123	0.101	0.172	0.349	0.324	1

Tall : nombre de talles à 60 jours après semis; **CSE:** Cycle Semi-Epiaison; **CSM :** Cycle Semi-Maturité; **Haut P:** Hauteur des plants à 60 jours après semis; **Long P:** Longueur des panicules ; **Fert (%) :** Taux de fertilité; **Rend :** Rendement moyen ; Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0.05.

Tableau 3 : Combinaison linéaire des variables.

Caractères	F1	F2	F3	F4
Tall/m ²	0.478	0.004	0.173	0.014
CSE	0.865	0.077	0.018	0.001
CSM	0.869	0.044	0.003	0.001
Haut P	0.006	0.004	0.591	0.310
Fert (%)	0.287	0.255	0.047	0.188
Long P	0.087	0.077	0.354	0.415
Rend	0.003	0.850	0.001	0.006
Valeur propre	2.595	1.312	1.187	0.935
Variabilité (%)	37.075	18.745	16.952	13.356

Tall : nombre de talles à 60 jours après semis; CSE: Cycle Semi-Epiaison; CSM : Cycle Semi-Maturité; Haut P: Hauteur des plants à 60 jours après semis; Long P: Longueur des panicules ; Fert (%) : Taux de fertilité; Rend : Rendement moyen.

Tableau 4 : Analyse de variance entre les groupes.

Groupe	Haut P	Long P	Rend
1	98,42	24,66	5469,79
2	97,73	23,04	4552,92
3	100,56	24,77	3333,33
Pr > F	0,816	0,147	0,000
Significatif	Ns	Ns	***

Haut P: Hauteur de Plants; Long P: Longueur des Plants; Rend: Rendement.

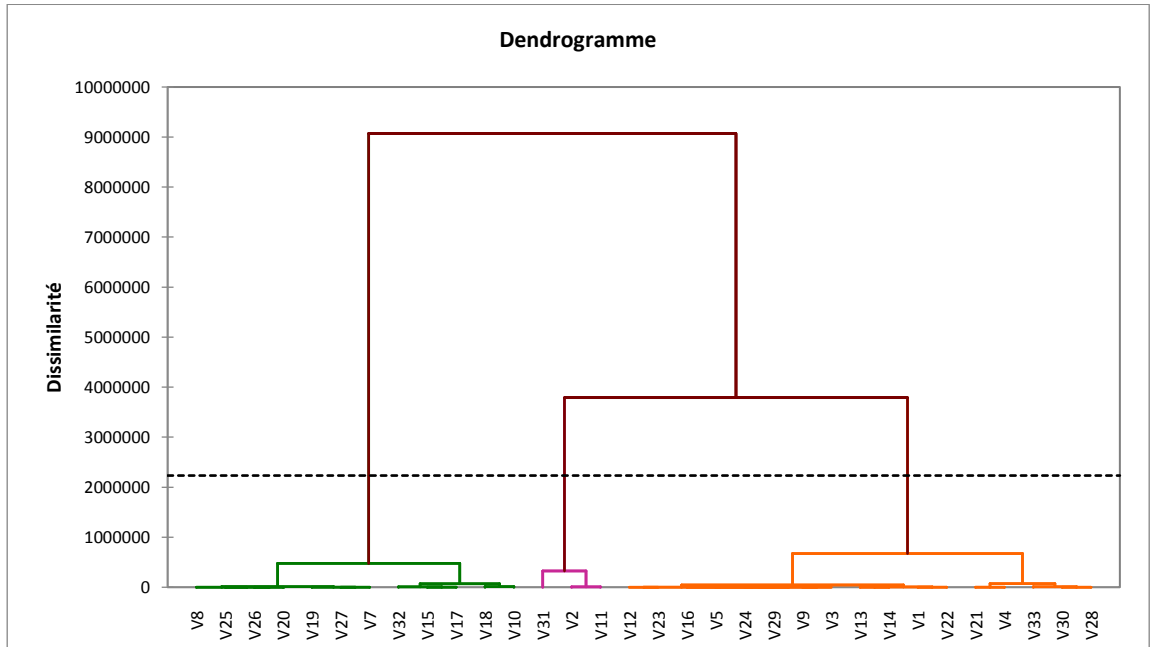


Figure 1: Dendrogramme généré par la méthode Ward basée sur la similarité des variétés pour les caractères mesurés.

DISCUSSION

Caractères agro-morphologiques des variétés

L'évaluation des caractères agro-morphologiques a permis d'obtenir des résultats très variables en fonction des variétés. En effet, les résultats de l'analyse de variance ont montré des différences significatives pour chacun des caractères évalués. L'héritabilité au sens large (H^2) a été très forte pour chacun des caractères. Elle a varié de 96 à 99%. Par ailleurs, le nombre de talles par m^2 a varié de 223 à 421 talles par m^2 avec une moyenne de 312 talles par m^2 . La variété ayant le plus tallée est V27 avec environ 411 talles par m^2 et celle ayant moins de talles est V30 (225 talles par m^2). Bien que le tallage d'une variété soit lié à la variété, il est cependant influencé par les conditions culturales et édaphiques. Selon Lacharme et al. (2001), une hauteur d'eau trop importante en début de tallage diminue l'aptitude du plant de riz à taller. De même, une hauteur trop importante pendant la phase de tallage accélérera la montaison et réduira le nombre de talles. Par ailleurs, la taille des plantes et la longueur des panicules discriminent les variétés testées. Ces résultats confirment ceux de Moukoumbi et al. (2011), qui ont trouvé que la taille des plants, les longueurs des feuilles simples ainsi que celles des feuilles paniculaires discriminent les populations de riz. C'est le même constat fait par Ojo et al. (2009) concernant le caractère nombre de panicules.

L'analyse de variance a permis de déceler une différence significative par rapport au cycle semi-épiaison et cycle semis maturité. Les valeurs des CSE et CSM ont respectivement varié de 56 à 79 jours et 94 à 118 jours, avec des moyennes de 68 à 107 jours respectivement. Les variétés à CSE longues sont V1 et V13 (79 jours) et le plus court est V32 (56 jours). Celle qui a le CSM le plus long est V12 avec 117 jours et le plus court est obtenu avec V32. La plupart des variétés ont un cycle semis-maturité qui se situe autour de la moyenne. En effet, les variétés à cycle court ou à cycle moyen sont recherchées en riziculture. Selon Takeshi (2007), le cycle végétatif est un facteur important qui peut être utilisé comme

facteur dans le contrôle des aléas climatiques, des ravageurs et aussi dans la garantie de la sécurité alimentaire des populations. Il ressort de nos résultats, que la durée moyenne du cycle végétatif est de 124 jours pour toutes les variétés. On classe généralement les variétés en Afrique, en riz précoces ou de cycle court (90 à 120 jours), en riz de cycle moyen (120 à 150 jours) et en riz tardifs ou de cycle long (plus de 150 jours) (FAO, 2015). Par conséquent, les variétés testées sont à cycle moyen, car leur cycle végétatif était compris entre 120 à 150 jours.

Au sein d'une espèce, la diversité permet l'adaptation au changement de l'environnement, du climat ou des méthodes de culture ou à la présence de ravageurs et de maladies (Abdelguerfi, 2003). Cette étude a permis d'obtenir à partir de 32 variétés, trois groupes distincts. Un groupe de 12 variétés se sont révélées très performantes avec des rendements moyens de l'ordre de 5469 kg/ha, d'une longueur de panicule assez longue de 24,66 cm et des tailles semi-naines de 98 cm. Par ailleurs, la taille et la longueur des panicules sont positivement corrélées au rendement. En effet, Sié et al. (2010) ont établi que le rendement en grains est positivement corrélé avec le nombre de panicules/ m^2 et négativement corrélé avec le nombre de talles stériles. Selon Yoshida (1981), les variétés semi-naines (80 cm < T < 110 cm) sont précoces et par conséquent rend ces variétés plus aptes à la culture intensive. Ces variétés pourraient servir à élargir la gamme de variétés de riz aromatiques homologuées au Burkina Faso.

Résistance aux bactérioses

Toutes les variétés testées ont été sensibles à la bactériose à stries foliaires translucides et la bactériose vasculaire. Selon Lepoivre (2003), le comportement d'une population de plantes hôtes vis-à-vis d'un agent pathogène est déterminé par le génotype de ces plantes. De façon intéressante, les variétés FKR19 et FKR62N utilisées respectivement comme témoin résistant et sensibilité, confirment leur résistance et sensibilité (Wonni et al., 2015, 2016). En effet, Wonni et al. (2016) ont indiqué dans leur étude, que les

variétés résistantes aux *Xoo* et *Xoc* possèdent un fond génétique *Japonica*. La sensibilité des variétés aromatiques serait liée à l'absence de gène de résistance contre les deux pathogènes.

Pour lutter contre la BLS en Asie, un gène dominant de maïs appelé *Rxo1* conférant la résistance du maïs à *Xoc*, empêche également le développement de *Xoc* quand il est exprimé comme transgène chez le riz (Zaho et al., 2004, 2005). Récemment, Triplett et al. (2016) ont pu déterminer que la résistance de la variété de riz Carolina Gold est conférée par un seul locus dominant, désigné *Xo1*. Contre la bactériose vasculaire, plus d'une trentaine de gènes ont été développés par l'IRRI dont certains (*Xa4*, *xa5* et *Xa7*) sont efficaces contre les souches africaines de *Xoo* (Gonzalez et al., 2007 ; Diallo et al., 2021). Au regard de la performance agronomique de certaines variétés, leur résistance pourrait être améliorée avant leur diffusion à large échelle.

Conclusion

Cette étude qui avait pour objectif d'évaluer les performances agronomiques des variétés de riz aromatique et leur comportement vis-à-vis de la bactériose à stries foliaires translucides et la bactériose vasculaire a permis de révéler des aptitudes très appréciables, en ce qui concerne les paramètres tallages, hauteurs, cycle semis-épiaison et le rendement parcellaire. Une douzaine de variétés ont été identifiées très performantes que les témoins FKR19, FKR62N et FKR56N, avec en moyenne des rendements de 5 t/ha. Cependant, toutes les variétés aromatiques testées ont été sensibles aux bactérioses. Par conséquent, pour une large diffusion des variétés performantes, il s'avère nécessaire d'améliorer leur résistance aux maladies bactériennes qui sévissent sur les principaux périmètres irrigués du Burkina Faso.

CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'ils n'ont aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

AKK et SK ont initié et conduit l'évaluation au champ des variétés. IW et SZ

ont initié et évalué le comportement des variétés vis-à-vis des bactérioses. Tous les auteurs ont contribué à la rédaction du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé grâce aux soutiens financiers de AfricaRice, la Fondation Internationale pour la Science (IFS) et l'entreprise semencière NAFASO.

REFERENCES

- Abdelguerfi A. 2003. Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l'évaluation et la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie. Rapport de synthèse, 93p. <http://www.naturevivante.org/documents/strategie/tome5.pdf>
- AfricaRice. 2015. Rapport annuel. Les cultures céréalières: riz, maïs, mil, sorgho et blé. 21-23 octobre 2015. AfricaRice, Dakar, Sénégal, 38 p.
- Diallo A, Zougrana S, Sawadogo M, Koné M, Silué D, Szurek B, Wonni I, Hutin M. 2021. First report of Bacterial Leaf Streak disease of rice caused by *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* in Ivory Coast. *Plant Disease*, **14**: 811. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS-04-21-0811-PDN>.
- FAO. 2004. Le Suivi du marché du riz de la FAO (SMR) analyse de l'évolution du marché mondial du riz, ainsi que les perspectives à court terme. FAO, Suisse, 6 p.
- Gonzalez C, Szurek B, Manceau C, Mathieu T, Sere Y, Verdier V. 2007. Molecular and pathotypic characterization of new *Xanthomonas oryzae* strains from West Africa. *Mol. Plant Microbe Interact.*, **20**: 534-546. DOI: 10.1007/s11274-012-1227-7
- Lacharme M. 2001. Mémento Technique de Riziculture. Fascicule 2.
- Patricio MDV. 2016. OSIRIZ- Rapport annuel du marché mondial du riz : Vers de nouveaux horizons. OSIRIZ, Bouaké, Côte d'Ivoire, 61 p.

- Moukoubi YD, Sié M, Vodouhe R, N'dri B, Toulou B, Ogunbayo SA, Ahanchede A. 2011. Assessing phenotypic diversity of interspecific rice varieties using agromorphological characterization. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, **3**(5): 74-86. DOI: 10.5897/JPBCS.9000012
- Ojo DK, Ogunbayo SA, Sanni AK, Guei RG. 2009. The determination of diversity and relationships among forty rice (*Oryza sativa* L.) accessions by comparative analysis of morphological and RAPD data. RAPD, Burkina Faso, 12 p.
- Petrov M, Faure J. 1996. Le parfum des riz: comment reconnaître et caractériser les arômes des riz. Agriculture et développement, Burkina Faso, 37p.
- Sié M, Ogunbayo SA, Dakouo D, Sanou I, Dembélé Y, N'dri B, Dramé KN, Sanni KA, Toulou B, Glèlè RK. 2010. Evaluation of intra and interspecific rice varieties adapted to valley bottom conditions in Burkina Faso. *African Journal of Plant Science*, **4**(8): 308-318. DOI: 10.5897/AJPS.9000117
- Takeshi I. 2007. Adaptation of flowering-time by natural and artificial selection in Arabidopsis and rice. *Journal of Experimental Botany*, **58**(12): 3097-3097. DOI:10.1093/jxb/erm159
- Triplett L, Koita O, Koebnik R, Leach J, Szurek B, Maes M, Verdier V. 2014. Analysis of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* population in Mali and Burkina Faso reveals a high level of genetic and pathogenic diversity. *Phytopathology*, **104**: 520-531. DOI: <https://doi.org/10.1111/tpj.13212>
- Wonni I, Cottyn B, Detemmerman L, Dao S, Ouedraogo L. 2014. Analysis of *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* population in Mali and Burkina Faso reveals a high level of genetic and pathogenic diversity. *Phytopathology*, **104**: 520-531. DOI: <http://doi:10.1094/phyto-07-13-0213-r>
- Wonni I, Djedatin G, Ouedraogo L, Verdier V. 2015. Evaluation of rice germplasm against bacterial leaf streak disease reveals sources of resistance in african varieties. *Journal of Plant Pathology and Microbiology*, **6**: 312. DOI: <http://doi.org/10.4172/2157-7471.1000312>
- Wonni I, Hutin M, Ouédraogo L, Somda I, Verdier V. 2016. Evaluation of Elite Rice Varieties Unmasks New Sources of Bacterial Blight and Leaf Streak Resistance for Africa. *J. Rice Res.*, **4**: 162. DOI: <http://doi.org/10.4172/2375-4338.1000162>.
- Yoshida S. 1981. Fundamentals of rice crop science. Los banos-Laguna, International Rice Research Institute, Philippines, 269 p.
- Zhao B, Ardales E, Raymundo A, Bai J, Trick H, Leach J, Hulbert S. 2004. The avrRxo1 gene from the rice pathogen *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzicola* confers a nonhost defense reaction on maize with resistance gene Rxo1. *Mol. Plant Microbe Interact.*, **17**: 771-779. DOI: 10.1094/MPMI.2004.17.7.771
- Zhao B, Lin X, Poland J, Trick H, Leach J, Hulbert S. 2005. A maize resistance gene functions against bacterial streak disease in rice. *Agricultural Sciences*, **102**: 15383-15388. DOI: <https://doi.org/10.1073/pnas.0503023102>