



Évaluation agro-morphologique de quelques variétés de poivron ou piment doux (*Capsicum annuum* L) au nord du Burkina Faso.

Garané Ali^{1*}, Somé Koussao¹, Nikiema Jeanne¹, Traoré Mamoudou² and Sawadogo Mahamadou³

¹ Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA), Centre de recherche Environnementale, Agricole et de formation de Kamboinsé (CREAF-Kamboinsé), Département Production Végétale, 01 BP 470 Ouagadougou 01, Burkina Faso,

² Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (INERA/CREAF-Kamboinsé), Centre de recherche Environnementale, Agricole et de formation de Kamboinsé, Département Gestion des Ressources Naturelles/Système de Production, 01 BP 470 Ouagadougou 01, Burkina Faso,

³ Université de Ouaga I Pr Joseph Ki - Zerbo, Unité de Formation et de Recherche en Science de la Vie et de la Terre (UO/UFR-SVT), Laboratoire de Génétique et Biotechnologie Végétale, 03 BP 7021 Ouagadougou 03, Burkina Faso,

* Correspondance: ali_garane@yahoo.fr

Original submitted in on 9th July 2018. Published online at www.m.elewa.org on 31st October 2018
<https://dx.doi.org/10.4314/jab.v130i1.11>

RESUME

Objectif : L'adaptation du piment doux ou Poivron (*Capsicum annuum* L.) aux conditions tropicales chaudes et humides pose des problèmes car dans ces zones la chaleur humide et la forte pression parasitaire affectent la culture et son rendement. L'objectif de cette étude est d'évaluer les caractéristiques agro-morphologiques de 5 variétés de poivron Papri Queen, Sahem, Spifire, PP0252-197 et Papri King dans les conditions climatiques et biotiques du nord du Burkina Faso.

Méthodologie et résultats : Cinq variétés de poivron ont été évaluées dans un dispositif en blocs de Fisher à 4 répétitions au cours de la saison hivernale de 2014 - 2015 au nord de Burkina Faso. Onze (11) variables (09 quantitatives, 03 qualitatives) ont servi à l'évaluation agro-morphologique des cultivars. Les variétés ont observé un développement végétatif moins abondant et les hauteurs moyennes des plantes ont été 27,65 ; 33,14 ; 36,43 et 38,75 cm à 6, 8, 10 et 12 semaines après repiquage respectivement. Les densités ont été faibles à la récolte des poivrons. Elles ont évolué de 57,5 % chez PP 0252-197 et Spifire à 60,83% pour Papri King. Le nombre de jours 50% floraison est intervenu en moyenne entre le 58^{ème} et le 84^{ème} jour. Ce cycle a été plus court de 58 jours chez Papri Queen, plus long chez Spifire et PP0252-197 respectifs de 82 et 84 jours et de 75 jours chez Papri King et Sahem. Le poids moyen des fruits oscille entre 3,08 chez PP0252-197 et 6,93 grammes chez Sahem. S'agissant de la longueur moyenne du fruit, elle était plus importante chez Spifire (8,15 cm) et Sahem (9,95 cm) et plus faible chez Papri Queen (5,88 cm).

Conclusion et application des résultats : Les variétés Papri Queen, Sahem et Papri King qui ont présenté les meilleurs développements végétatifs et les rendements les plus élevés (4,4 à 4,8 t/ha) pourraient être prometteurs pour la culture au Burkina Faso à condition de mieux adapter la période de culture. Toutes les

variétés évaluées ont été sensibles à une virose transmise sans doute par les mouches blanches et les thrips du poivron et du piment (*Scirtothrips dorsalis*).

Mots clés : *Capsicum annuum* L, adaptation, caractéristiques agro-morphologiques, rendement, Burkina Faso

Agro-morphological evaluation of some varieties of paprika pepper (*Capsicum annuum* L) in northern Burkina Faso

ABSTRACT

Objective: Sweet pepper or Paprika (*Capsicum annuum* L.) is an important market gardening plant grown on all continents. Its adaptation to hot and humid tropical conditions is problematic because in these areas moist heat and high parasite pressure affect the crop and its yield. The objective of this study is to evaluate the agro-morphological characteristics of 5 varieties of paprika queen peppers, Sahem, Spifire, PP0252-197 and Papri King in the climatic and biotic conditions of northern Burkina Faso.

Methodology and results: Five varieties of pepper were assessed in Full Random Block Device or Fisher Blocks with 4 repetitions during the winter season 2014 - 2015 in northern Burkina Faso. Eleven (11) variables (09 quantitative, 03 qualitative) were used for agro-morphological evaluation of cultivars. Varieties observed less abundant vegetative growth and medium sized plants were 27.65; 33.14; 36.43 and 38.75 cm at 6, 8, 10 and 12 weeks after transplanting respectively. Weak densities were recorded at harvest peppers. They evolved from 57.5% to PP 0252-197 and Spifire in 60.83% for Papri King. The number of days 50% flowering occurred on average between the 58th and the 84th day. This cycle has been shorter for Papri Queen (58 days). Varieties Spifire and PP0252-197 recorded a longer flowering cycle of 82 and 84 days respectively. Average fruit weight varies from 3.08 in PP0252-197 to 6.93 grams in Sahem. Varieties Spifire, Papri Queen, Papri King have observed average fruit weights of 4.0; 4.89 and 5.77.g respectively. Regarding the average fruit length, it was higher in Spifire (8.15 cm) and Sahem (9.95 cm) and weaker in Papri Queen (5.88 cm). However, Papri Queen and Papri King have found medium-sized fruits that are 1.9 cm larger.

Conclusion and application of results: Varieties Papri Queen, Sahem and Papri King which had the best vegetative growth and the highest yields (4.4 to 4.8 t/ha), could be promising for cultivation in Burkina Faso. All varieties evaluated were susceptible to viruses probably transmitted by white flies and chili thrips (*Scirtothrips dorsalis*).

Keywords: *Capsicum annuum* L, adaptation, agro-morphological characteristics, yield, Burkina Faso

INTRODUCTION

Les poivrons (*Capsicum* spp.) sont une culture de rente importante pour les petits agriculteurs des pays en développement. Parmi les cinq espèces cultivées le genre *Capsicum* (*C. annuum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum*, *C. pubescens*), *C. annuum* est le plus largement cultivé (FAOSTAT, 2012). La surface mondiale du poivre de paprika était en 2009 de 1 832 471 hectares avec une production de 2 959 283 tonnes (FAOSTAT, 2012) soulignant le continent asiatique producteur principal. Selon les estimations pour 2011, les poivrons (secs et verts) ont été cultivés sur environ 3,8 millions ha, dont 3,3 millions

d'hectares dans des pays en développement et moins développés d'Asie (2,5 millions d'hectares) et d'Afrique pour 0,8 millions hectares (FAOSTAT, 2013). L'espèce *Capsicum annuum* selon Tano et al. (2008), Menichini et al. (2009), présente une grande variété de formes cultivées et renferme des variétés piquantes et non piquantes telles le poivron. Elle est riche essentiellement en vitamine C et A indispensable au bon fonctionnement de l'organisme (Waayenberg, 1981; El-Ghoraba et al., 2013) et utilisée couramment comme épices (Kouassi Kouassi et al., 2012) et en médecine traditionnelle (Koffi-Nevry

et al., 2012). Les contraintes au développement du paprika au Burkina Faso sont réelles. A la différence des cultures maraîchères déjà développées (Oignon, Pomme de Terre, tomate), la culture du paprika est peu connue au Burkina Faso bien que souvent présente sur le marché (DPSAA, 2011). L'absence de variétés productives et tolérantes aux différents aléas climatiques et biotiques des saisons sèche et pluvieuse, le manque de semences de qualité et adaptées au contexte du pays, l'insuffisance des compétences

techniques nécessaires à la production et à la commercialisation sont autant de contraintes qu'il faudrait lever pour assurer une production nationale (DGESS, 2015). La présente étude vise à identifier des variétés de poivron adaptées aux saisons de production du Burkina Faso afin de mettre à la disposition des producteurs une gamme de variétés productives et tolérantes aux différents aléas climatiques et biotiques des saisons sèche et pluvieuse du nord du Burkina Faso.

MATERIELS ET METHODES

Breve description du milieu biogéographique : Le site se localise dans le département de Gompson province de Passoré à 12 km de Yako dans la région du nord. Sur le plan hydraulique, le département bénéficie d'un important barrage réalisé sur le lit du fleuve Nakanbe (barrage Oumarou Kanazoé) dont la présence est indispensable à la pratique de la culture maraîchère dans la zone. Du point de vue des précipitations, il se rattache au climat de transition sahélo-soudanien avec une pluviosité annuelle de 600-700 mm qui évolue de façon générale à la baisse au cours des 50 dernières années. La saison sèche est de 7-8 mois (novembre à juin), les températures maximales s'observent entre mars et avril avec des moyennes de 41°C et les températures minimales en janvier avec des moyennes qui varient de 14 à 17°C.

(Guinko, 1984 ; Fontes et Guinko, 1995). Le tapis herbacé est surtout formé de plusieurs espèces de dicotylédones et de graminées, Parmi les graminées vivaces citons *Imperata cylindrica*, auxquelles s'ajoutent plusieurs espèces de cypéracées, la strate arborée est composée d'essences dépassant rarement 20 m de haut.

Matériel végétal : Au total trois variétés de piments Papri Sahem, PP 0252-197 et Papri Spifire introduites de l'Asian Vegetable Research Development Center (AVRDC) et les variétés Papri Queen et Papri King originaires des USA ont été utilisées. Ces piments appartiennent à l'espèce *Capsicum annum*. Les caractéristiques essentielles des variétés sont présentées dans le Tableau 1.

Tableau 1: Description du matériel végétal utilisé.

Variétés	Papri Queen	Papri Sahem	Spitfire	PP 0252-197	Papri King
Origines	USA	AVRDC	AVRDC	AVRDC	USA
Hauteur de la plante (cm)	80 à 110 cm	Jusqu'à 70 cm	vigoureuse et haute de 41,04 cm	Droit, plutôt compact	80 à 110 cm
Floraison (jours après repiquage)	Précoce 75 à 80 jours	Très Précoce et échelonnée	Semi-précoce 100 jours	Précoce 75 à 80 jours	Précoce: 75 à 80 jours
Épaisseur du fruit (cm)	Moyenne à épaisse	3 cm diamètre	Paroi très mince 1,6 cm diamètre	3 cm diamètre	Paroi mince à moyenne
Longueur fruit Moyenne, (cm)	14 -18 cm	18 -20 cm	14 -18 cm	16 -18 cm	15,2- 20,3 cm
Couleur du fruit à maturité	Rouge-vif à maturité	Rouge-vif à maturité	Rouge-vif à maturité	Rouge-vif à maturité	Rouge-vif à maturité
Couleur immature	verte	verte	verte	verte	verte
Forme du fruit	allongée	allongée	Conique très étroit avec 3 loges	allongée	allongée
Goût du fruit	Doux	Légèrement piquant	Très piquant	piquant	Légèrement piquant

Conduite de l'essai : L'essai a été conduit durant la campagne maraîchère de 2014 -2015 dans le village de Kamboinsé implanté sur un sol sablo-limoneux. La parcelle élémentaire expérimentale a une longueur de 5 m et 2 m de largeur, soit une superficie de 10 m². Chaque parcelle élémentaire est composée de 3 lignes sur lesquelles sont plantées 10 plants de Paprika, soit un total de 30 plants par parcelle élémentaire. L'espacement entre les plants sur la ligne est de 0,5 m; la distance entre les lignes est de 0,8 m (0,5 m x 0,8 m). La surface totale de l'expérimentation, y compris les allées et les bordures est de 276 m² (23 m x 12 m) pour une superficie utile de 200 m² (20 m x 10 m). Au repiquage, la densité est de 30000 plants à l'hectare,

soit 600 plants pour l'essai. La figure 1 présente le schéma de la mise en place du dispositif expérimentale. Les variétés ont été semées en pépinière le 07 Janvier 2015 en terre désinfectée au préalable à la chaleur. Pour la pépinière, 8 g de semence de paprika ont été nécessaire pour le repiquage de 200 m² de parcelle utile, soit environ 300-500 g de semences pour un hectare. La levée a été générale 15 jours après semis soit le 19 /01/ 2015. En considérant que la levée chez *C annuum* L. intervient entre 3 et 7 jours d'après Chauv & Four (1994), on peut dire que toutes les variétés sont de levée tardive. Les plantules de paprika ont été repiquées le 02 Mars 2015 environ 30 jours après le semis.

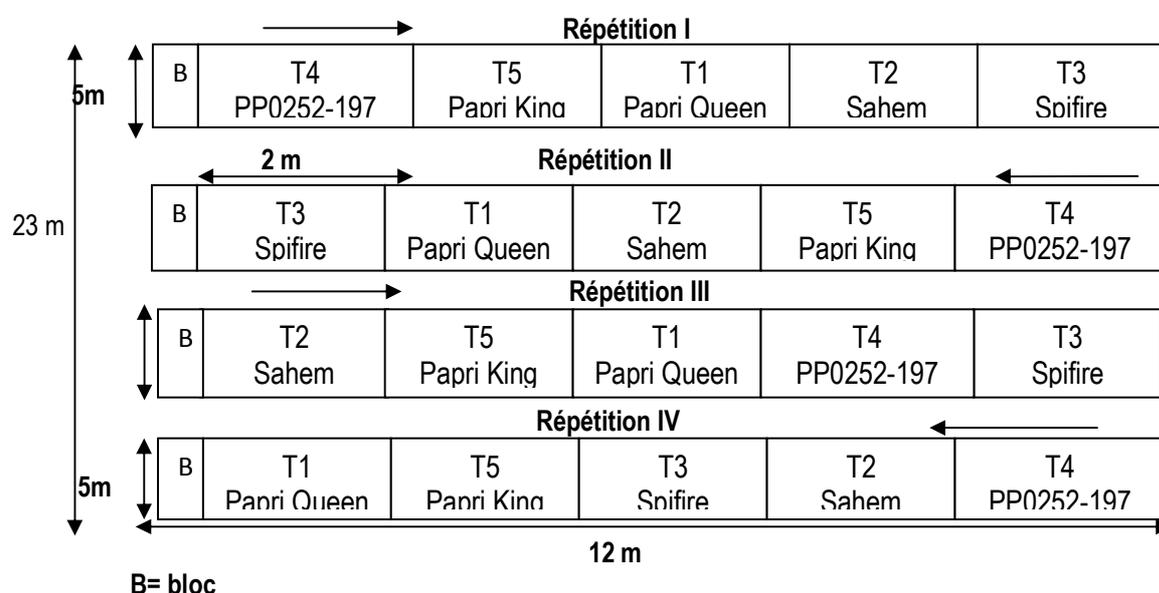


Figure1: schéma du dispositif expérimental

La photopériode a été de 11 h 22 min au moment de semis, de 11 h 26 min lorsque la levée a été générale et de 11 h 51 min au moment du repiquage. Selon Valdez (1994), les exigences photopériodiques pour le paprika varient de 12-15 heures. Pendant la durée du test les données climatiques suivantes ont été enregistrées : les températures moyennes ont été de 29°C à l'installation de la pépinière, de 35,5°C au repiquage et de 36°C pendant la fructification. Une variation de 19°C est enregistrée au cours du cycle du paprika. 43°C font du mois d'Avril le plus chaud du cycle. 24°C font du mois de Janvier le plus froid du cycle. La quantité totale de précipitation 595 mm, soit 479 mm enregistrées au cours du cycle de paprika

(Janvier-Août). Comparez aux données climatiques annuelles moyennes enregistrées dans la zone de Ouahigouya (quantité de précipitation annuelle 627 mm, température moyenne annuelle 29,1°C, température moyenne minimale 18°C enregistrée en Janvier, température moyenne maximale 40°C enregistrée en Avril et une variation de 22°C enregistrée sur l'année); la période de végétation du paprika a été très chaude de par sa température. Ces conditions climatiques non idéales vont avoir un impact négatif sur la croissance, le développement et la production général des différentes variétés de paprika testées.

Dispositif expérimental : Le dispositif expérimental adopté est un essai en blocs de Fisher complètement randomisé constitué de quatre répétitions et cinq variétés ou traitements (T). L'affectation des traitements a été faite par un tirage aléatoire bloc par bloc.

Entretien : Le premier et le deuxième sarclage ont été réalisés respectivement le 10 février et le 10 mars 2014, soit le 40ème et 68ème après le repiquage (JAR). La fertilisation adoptée a été un apport de fumure de fonds composée du fumier d'étable bien décomposé à la dose de 20 t/ha apportée au labour et également de la fumure minérale constituée du NPK (15-15-15) dose 300 kg/ha en deux applications, soit 150 kg/ha à la reprise des plantes, le 16/03/2015 et 150 kg/ha deux semaines après la première application soit le 30/03/2015. Une fumure de couverture de 10 kg/ha d'urée (45% N) a été appliquée au 45^{ème} jour après le repiquage suivi d'un buttage effectué le 16/04/2015. La protection phytosanitaire de la pépinière au repiquage a consisté à des traitements insecticides (Systémique, contact, ingestion) Pacha 25 EC (Acetamidrid 10 g/l + Lambda-Cyhalothrine 15 g/l), Decis EC 12,5 (Deltamethrine 12,5 g/l) et K-optimal à la cadence de deux traitements par semaines pour la lutte contre la mouche blanche vecteur de plusieurs maladies ainsi que d'autres insectes nuisibles. Chenilles carpophages, phylophages, piqueurs suceurs dose 45 à 50 ml pour 15 litres d'eau. L'irrigation a été implantée sur un sol argilo-sableux pour la période sèche, 2-3 fois/semaines jusqu'à l'installation des pluies.

Observations et mesures : Au cours du cycle du Paprika, les observations et mesures suivantes ont été effectuées :

- **La hauteur des plantes :** Les mesures de la hauteur des plantes ont été effectuées six, huit, dix et douze semaines après le repiquage (SAR) sur 15 plantes choisies au hasard, mais assez représentative de l'ensemble des plantes pour chaque variété. Sur chaque plante retenue, la plus grande hauteur a été mesurée à l'aide d'un décimètre. Puis la moyenne de toutes les hauteurs a été calculée pour chaque variété.

- **La vigueur générale :** sur la base d'une appréciation visuelle de l'ensemble des plantes, chaque variété a été classée suivant 6 classes caractérisant 6 niveaux d'observation. L'appréciation des niveaux se faisant de

façon croissante (niveau 1= manque total de vigueur, plante presque tombante, niveau 2 = faible vigueur, niveau 3 = vigueur moyenne, niveau 4 = assez bonne vigueur, niveau 5 = bonne vigueur, niveau 6 = excellente vigueur ou plante vigoureuse).

- **Les taux de mortalité et les densités des plantes :** ont été déterminés à la récolte par le comptage des plantes pour chaque traitement par répétition à la récolte du paprika.

- **Le nombre de jours 50% floraison (NJF) :** par observation visuelle, nous avons noté la date à laquelle 50% des plants ont donné des fleurs.

- **Le nombre de jours 50% maturité (NJM) :** par observation visuelle, nous avons noté la date à laquelle 50% des plants ont donné des fruits matures.

- **Poids moyen d'un fruit (PMF) :** il s'agit du poids moyen obtenu à partir d'un échantillon de 15 fruits commercialisables choisis au hasard, mais assez représentative de l'ensemble des fruits pour chaque variété.

- **La longueur moyenne du fruit (LMF) :** à la récolte nous avons mesuré la longueur d'un échantillon de 15 fruits choisis au hasard, mais assez représentative de l'ensemble des fruits pour chaque variété.

- **La largeur moyenne du fruit (LargMF) :** à la récolte, nous avons mesuré la largeur d'un échantillon de 15 fruits choisis au hasard, mais assez représentative de l'ensemble des fruits pour chaque variété et calculé la moyenne.

- **Poids total des fruits commercialisables (PTFC) :** à la récolte, nous avons pesé le poids total des fruits commercialisables de chaque variété. Ce poids permet de calculer le rendement en fruit commercialisables en T/ha (RdtFC).

- **Couleur des fruits à maturité :** les fruits ont été classés par simple observation suivant qu'ils soient rouge terme, rouge vif ou jaune.

- **Goût des fruits à maturité :** les fruits ont été appréciés à la récolte par la dégustation pour le goût (doux, légèrement piquant, piquant et très piquant).

Analyse statistique des données : Pour ce faire nous avons recours à l'utilisation du tableur Microsoft Excel. Un calcul de la moyenne, d'écart-types et une estimation des intervalles de confiance permettent d'établir des comparaisons des cinq variétés.

RÉSULTATS

Croissance des plantes de Paprika : Au tableau 2 représente la hauteur des plantes mesurées à six, huit, dix et douze semaines après le repiquage (SAR) afin

d'évaluer la croissance des plantes. À six SAR, soit environ un mois après la reprise des plantes, les hauteurs enregistrées ont varié de 24,59 cm (Sahem) à

Garane et al., J. Appl. Biosci. 2018 Évaluation agro-morphologique de quelques variétés de poivron ou piment doux (*Capsicum annuum* L) au nord du Burkina Faso.

31,82 cm (Papri Queen). Les variétés Spifire, Papri King et PP0252-197 ont observé 26,28 ; 27,23 et 28,05 cm respectivement. A huit SAR, ce paramètre a évolué de 30,12 à 35,35 cm. Il a été plus faible et presque identique pour Papri King et Papri Spifire respectifs de 30,12 et 30,62 cm. S'agissant des variétés PP0252-197, Sahem et Papri Queen elles ont enregistré des hauteurs respectives de 34,44 ; 35,21 et 35,35 cm, soit une hausse légère non significativement différentes. A

dix et douze SAR, les différentes variétés ont connue un ralentissement sensible dans leur croissance. Les hauteurs observées pendant ces périodes ont été respectivement de 33,97 et 34,54 cm pour Papri King, de 37,56 et 38,79 cm chez PP 0252-197 et de 38,21 et 39,23 cm pour Sahem. Seule la variété Spifire avec respectivement 36,61 et 44,62 cm a enregistrée une croissance très sensible.

Tableau 2 : croissance des plantes de paprika

Variétés	Hauteur des plantes			
	Semaines après repiquage (SAR)			
	6 SAR (20/04/2015)	8 SAR (05/05/2015)	10 SAR 20/05/2015)	12 SAR (05/06/2015)
Papri Queen	31,82 a	35,35 a	35,82 a	36,59 a
Papri Sahem	24,59 b	35,21 a	38,21 b	39,23 b
Papri Spifire	26,58 b	30,62 b	36,61 ab	44,62 c
PP0252-197	28,05 b	34,44 a	37,56 ab	38,79 b
Papri King	27,23 b	30,12 b	33,97 c	34,54 a
Moyenne	27,65	33,14	36,43	38,7
LDS	5,151	8,15	6,01	10,91

Suivi de la mortalité des plantes : Le tableau 3 et la figure 2 présentent les pertes de plantes dues aux flétrissements et attaques diverses mais aussi les différentes densités à la récolte des paprikas. Pour l'ensemble des variétés, les pertes de plantes dues aux flétrissements ont évolué de 13 plantes (PP0252-197) à 22 plantes (Sahem) sur 40 m² de surface de culture. Papri Queen et Papri King ont enregistré un chiffre identique de 14 plantes / 40 m², tandis que pour Spifire, ce nombre a été de 20 plantes / 40 m². S'agissant des pertes de plantes provoquées par les attaques diverses (thrips, mouche blanche et autres insectes) vecteurs

des viroses, elles ont évolué de 31 plantes (Spifire) à 42 plantes / 40 m² (Sahem). Chez les variétés Papri King, Papri Queen et PP0252-197, ces pertes ont été de 33, 35 et 36 plantes / 40 m² respectivement. Les pertes différentes observées, ont influé négativement sur le nombre de plantes observées à la fructification du Paprika. Les densités observées à la fructification ont évolué de 56 plantes chez Papri Sahem à 73 plantes / 40 m² pour Papri King. S'agissant des autres variétés, Spifire a enregistré 69 plantes / 40 m² et les variétés Sahem et PP0252-197, une densité identique de 71 plantes / 40 m².

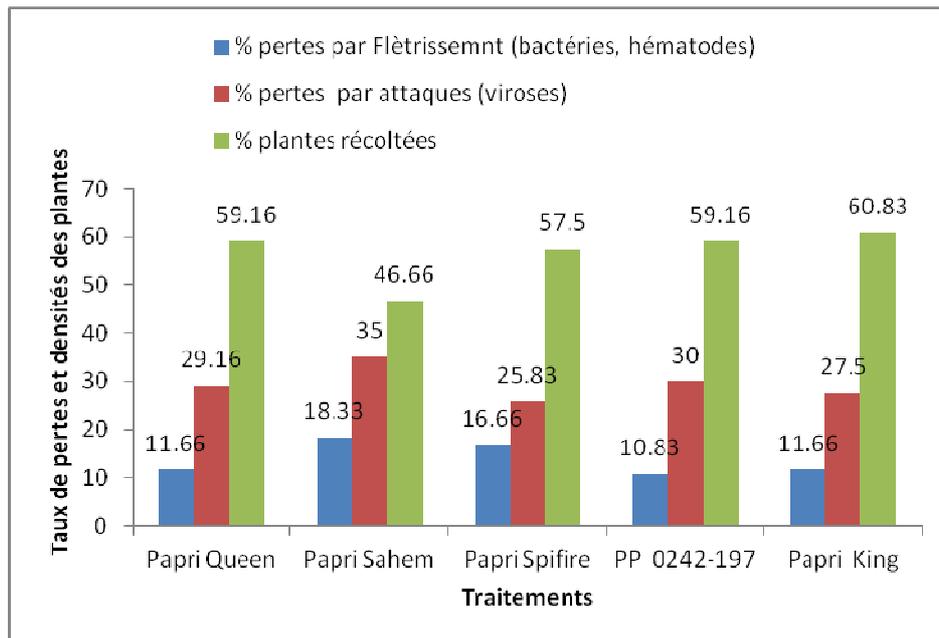


Figure 2 : Taux de pertes et densités de plantes en fonction du traitement

Tableau 3: Pertes de plantes et densités à la récolte

Variétés	Total plantes / 40 m ²	Pertes de plantes par				Densité plantes / 40 m ²	%
		Flétrissements	%	Attaques (viroses)	%		
Papri Queen	120,0	14	11,66	35,0	29,16	71,0	59,16
Papri Sahem	120,0	22	18,33	42,0	35,0	56,0	46,66
Papri Spifire	120,0	20	16,66	31,0	25,83	69,0	57,5
PP 0252-197	120,0	13	10,83	36,0	30,0	71,0	59,16
Papri King	120,0	14	11,66	33,0	27,5	73,0	60,83
Moyennes		16,6	-	35,4	-	68	-
LDS		21,11		11,34		21,62	

Caractéristiques agro-morphologiques

quantitatives des variétés : Le tableau 4 donne la moyenne et l'intervalle de confiance (IC) de chaque variable pour chacune des cinq (05) variétés testées. Le tableau 4 récapitule les données moyennes et l'écart type obtenues par les cinq (05) variétés de l'expérience pour les caractéristiques quantitatives. Les moyennes variétales ne sont pas différentes si leur intervalle de confiance s'imbrique. Lorsque pour une même variable les IC ne le sont pas, les moyennes variétales sont différentes. Le nombre de jours 50% floraison (NJF) intervient en moyenne entre le 58^{ème} et le 84^{ème} jour. L'intervalle de confiance (IC) autour de cette moyenne montre l'existence d'une différence entre la variété PP0252-197 et les trois variétés Papri Queen, Papri King et Sahem. Elle n'est pas différente avec la variété

Spifire. Les variétés Papri King et Sahem ont le même cycle de floraison. S'agissant du Nombre de jour 50% de maturité (NJM), l'intervalle de confiance n'indique aucune différence significative entre ces variétés. Elles atteignent toutes à la mi-maturité en même temps, entre 145 et 151 jours. Pour la variable poids total de fruits commercialisables (PTFC), la moyenne observée varie pour une superficie parcellaire de 10 m² de 2815 g à 4800 g. L'intervalle de confiance n'indique cependant pas de différence entre les cinq variétés à cause de la forte variation liée à l'écart type. Le rendement des variétés dans l'essai serait d'environ 5 t/ha. Le poids moyen du fruit (PMF) varie de 3,08 à 6,93 g ; la comparaison des moyennes par l'intervalle de confiance montre que seule la variété PP 0252-197 (3,08 g) est différente par un poids plus faible que celui

Garane et al., J. Appl. Biosci. 2018 Évaluation agro-morphologique de quelques variétés de poivron ou piment doux (*Capsicum annuum* L) au nord du Burkina Faso.

des quatre autres variétés (Papri Spifire, Papri Queen, Papri King et Sahem) qui ont enregistré respectivement 4 ; 4,89 ; 5,77 et 6,93 g. La longueur moyenne du fruit (LMF) a évoluée de 5,88 à 9,95 cm. Cette valeur a été plus importante pour Spifire et Sahem avec respectivement 8,15 et 9,95 cm et plus faible chez Papri Queen avec 5,88 cm enregistré. Les variétés Papri King et PP 0252-197 ont observé 7,05 et 7,47

cm respectivement. Pour la largeur moyenne d'un fruit (LargMF), l'intervalle de confiance indique qu'elle est plus faible chez les variétés Spifire et Sahem (1,53 ; 1,68 cm) comparativement à la variété Papri Queen (1,9 cm). Les variétés Papri Queen, PP 0252-197 et Papri King ont présenté les plus grandes largeurs ; elles ne sont pas différentes entre elles.

Tableau 4: Les caractéristiques agro-morphologiques quantitatives et intervalle de confiance (IC) des moyennes des variétés de Paprika

Variétés Paprika					
Variables	Papri Queen	Papri Sahem	Papri Spifire	PP 0252-197	Papri King
NJF	58,5	75	82	84	75,5
ICNJF	[41,13; 75,87]	[70,24; 79,76]	[73,32; 90,68]	[81,69; 86,31]	[68,17; 82,83]
NJM	151	147,5	145,45	145	151,25
ICNJM	[142,88; 159,21]	[139,31; 155,69]	[136,45; 154,45]	[135,62; 154,38]	[144,02; 158,48]
PTFC	4395	4445	2815	3120	4800
ICPTFC	[3276,62; 5513,38]	[3463,93; 5426,07]	[1068,81; 4561,19]	[1360,38; 4879,62]	[3168,98; 6431,02]
PMF	4,89	6,93	4	3,08	5,77
ICPMF	[3,09; 6,69]	[5,12; 8,74]	[2,52; 5,48]	[1,17; 4,99]	[3,82; 7,72]
LMF	5,88	9,95	8,15	7,47	7,05
ICLMF	[5,29; 6,47]	[9,2; 10,7]	[7,5; 8,8]	[6,17; 8,77]	[4,91; 9,19]
Larg. MF	1,9	1,68	1,53	1,45	1,92
ICLarg .MF	[1,68; 2,12]	[1,58; 1,78]	[1,43; 1,63]	[1,25; 2,7]	[1,42; 2,46]

Rendement des variétés : Le tableau 5 donne le rendement et les valeurs des écarts-types (\pm écart type) de chaque variable pour chacune des cinq variétés de paprika évaluées. Les rendements observés oscillent entre 2,81 et 4,8 tonnes à l'hectare. Papri Queen (4,4 t/ha), Sahem (4,44 t/ha), Papri King (4,8 t/ha) ont enregistré les plus forts rendements non différents significativement. Cette variable a été pour les paprikas PP0252-197 et papri Spifire respectives de 3,12 et 2,81 t/ha. Ces rendements sont très faibles par rapport au potentiel de rendement des différentes variétés. Qui sont de l'ordre de 5 à 7 tonnes de fruits frais en culture. Les valeurs élevées des écarts-types ont certainement influé négativement sur la qualité des comparaisons.

Caractéristiques agro-morphologiques qualitatives des variétés : Le tableau 6 récapitule pour les cinq (05) variétés de l'expérience les caractéristiques qualitatives. Les caractères qualitatifs tels que la

vigueur des plantes, la couleur des tiges, des feuilles ; la forme, l'épaisseur, la couleur et le goût des fruits ont été caractérisés. Les conditions de culture ont influencé la vigueur générale des plantes de paprika. Les variétés Papri Queen et Papri King ont enregistré une bonne vigueur, tandis que chez les variétés Sahem, Spifire et PP 0252-197 elle était moyenne. Les couleurs des tiges et feuilles ont été uniques et vertes chez l'ensemble des variétés. Les fruits sont allongés chez Sahem, Papri Queen et Papri King, allongée et pointue pour Spifire et Conique très étroite chez PP0252-197. A maturité, les fruits ont présenté une couleur rouge vive chez l'ensemble des paprikas. Ces fruits sont caractérisés par des parois moyennes à épaisses. S'agissant du goût des fruits, il sucré chez Papri Queen, légèrement piquant pour Sahem et Papri King, contre un goût piquant et très piquant chez PP0252-197 et Spifire respectivement.

Tableau 5: Caractéristiques agro-morphologiques quantitatives (\pm écart type) des variétés de paprika évaluées

Variétés	NJF	NJM	PTFC	PMF	LMF	Larg. MF	Rdt FC (t/ha)
Papri Queen	58,5 \pm 17,37	151 \pm 8,12	4395 \pm 118,38	4,89 \pm 1,8	5,88 \pm 0,59	1,9 \pm 0,22	4,395
Sahem	75 \pm 4,76	147,5 \pm 8,19	4445 \pm 981,07	6,93 \pm 1,81	9,95 \pm 0,75	1,68 \pm 0,1	4,445
Spifire	82 \pm 8,68	145,5 \pm 9,0	2815 \pm 1746,19	4 \pm 1,48	8,15 \pm 0,65	1,53 \pm 0,1	2,815
PP0252-197	84 \pm 2,31	145 \pm 9,38	3120 \pm 1759,62	3,08 \pm 1,91	7,47 \pm 1,3	1,45 \pm 0,2	3,120
Papri King	75,5 \pm 7,33	151,25 \pm 7,23	4800 \pm 1631,02	5,77 \pm 1,95	7,05 \pm 2,14	1,92 \pm 0,54	4,800

Tableau 6: Caractéristiques agro-morphologiques qualitatives des variétés évaluées

Variétés	Vigueur plantes	Couleur feuilles	Couleur tiges	Epaisseur fruit	Forme fruit	Couleur fruit	Goût du fruit
Papri Queen	Bonne	Verte	Verte	paroi moyenne à épaisse	allongée	Rouge vif	Doux (sucré)
Sahem	Moyenne	Verte	Verte	paroi moyenne à épaisse	allongée	Rouge vif	Légèrement piquant
Spifire	Moyenne	Verte	Verte	paroi moyenne à épaisse	allongée et pointue	Rouge vif	Très piquant
PP 0252-197	Moyenne	Verte	Verte	paroi moyenne à épaisse	Conique très étroit	Rouge vif	piquant
Papri King	Bonne	Verte	Verte	paroi moyenne à épaisse	allongée	Rouge vif	Légèrement piquant

DISCUSSION

Croissance des plantes : Les plantules de paprika ont été repiquées le 02 Mars 2015, soit environ 30 jours après le semis. Les hauteurs moyennes des plantes ont été de 27,65 ; 33,14 ; 36,43 et 38,75 cm respectivement à 6, 8, 10 et 12 semaines après repiquage. Pour l'ensemble des variétés, le développement végétatif a été moins abondant et très largement en deçà de valeurs standards pour ces variétés, soit une variation de 80-110 cm pour les variétés Papri King et Papri Queen et de 60-100 cm pour les autres variétés testées. En effet, selon Chauv & Four (1994), les hauteurs des plantes de paprika sont en général comprises 50 -150 cm pour *C. annuum* L. Ce développement végétatif moins abondant pourrait s'expliquer d'une part par les conditions pédoclimatiques imposées par la période de culture tardive. En effet, selon Messiaen (1975) et Grubben (2004), la croissance et le développement optimal du paprika s'observent dans la fourchette des températures variant entre 16 et 26°C. D'autre part, l'attaque des viroses présente chez toutes les variétés a certainement

contribué à réduire la hauteur des plantes par le rabougrissement observé chez les plantes (Gébré Sélassié *et al.*, 1994). Cependant, la plante s'adapte bien à la saison sèche du climat sahéliens et sa culture est de se fait recommandée durant les mois frais et dans la mesure du possible sous ombrage naturel ou artificiel (Messiaen 1975).

Taux de mortalité et densités des plantes : Les pertes imputées aux flétrissements ont varié de 10,83 pour PP0252-197 à 18,33 chez Sahem. Pour les variétés Papri Queen et Papri King ces taux ont été identiques de 11,66%. La plus forte sensibilité aux flétrissements a été constatée chez les variétés Spifire et Sahem avec des taux de pertes respectifs de 16,66 et 18,33%. La présence des bactéries et des nématodes peuvent expliquer les flétrissements constatés chez toutes les variétés. Par conséquent, il a été constaté un nanisme chez certaines plantes plus petites accompagné du jaunissement des feuilles et du dessèchement des plantes provoquant la mort de celles-ci (Gébré Sélassié *et al.*, 1994; Jabbour *et al.*,

2001). Outre les flétrissements observés, l'action combinée du thrips, de la mouche blanche et autres insectes vecteurs des viroses ont occasionné des pertes plus importantes de plantes. Ainsi, la variété Sahem a enregistré le plus fort taux de pertes de 35%, tandis que Spifire observait un pourcentage plus faible de 25,83%, soit un quart des plantes repiquées. Chez Papri King, Papri Queen et PP0252-197 ce sont respectivement 27,5; 29,16 et 30,0% de pertes enregistrées. La période de mise en place de la pépinière (janvier) a coïncidé avec la pullulation d'insectes (saison sèche et fraîche) dont le contrôle est rendu difficile malgré les insecticides appliqués.

Indépendamment des traitements, le taux de survie des plantes a évolué de 46,66 à 60,83% (en moyenne 56,66%). A l'exception de la variété Sahem (46,66%), les densités observées à la récolte ont été supérieures à 50% pour l'ensemble des variétés testées, soit 57,5% pour les variétés PP0252-197 et Spifire, 59,16% pour Papri Queen et 60,83% chez Papri King. Les densités faibles observées sont le résultat de la période de culture mais aussi des actions combinées des maladies (flétrissements) et des attaques des ennemis (ravageurs et parasites) vecteurs des maladies virales qui ont contribué à réduire cette variable. Un accroissement de la densité de repiquage à (80 x 20 / 90 x 13 cm) et une meilleure période de culture pour la zone contribuerait à réduire l'intensité des attaques et affections et à améliorer la densité finale à la récolte.

Caractéristiques agro-morphologiques quantitatives et qualitatives des variétés : Le poids moyen du fruit (PMF) varie de 3,08 à 6,93 g. Ce paramètre semble être affecté par des facteurs environnementaux en particulier la température, puisque la formation des fruits a eu lieu à des températures journalières dépassant 31°C et des températures nocturnes au dessus de 19°C. A ce propos, selon Pagamas et Nawata (2008) les températures élevées, après anthèse, ont des effets directs négatifs sur le poids des fruits de piment. Ces résultats corroborent avec ceux des auteurs Saha *et al.* (2010) qui ont obtenu un poids moyen des fruits de douze variétés de piment doux plus important sous condition de température (jour/nuit) 24 et 18°C de 7,44 et 125,00 g que sous température élevée (jour/nuit) 29 et 23°C de 5,35 et 103,80 g. Ces auteurs ont montré que les températures élevées diminuent la taille et le poids des fruits. Cependant, certains chercheurs ont démontré que comparativement à la température optimale avant anthèse (18/15°C) qui diminuait le poids des fruits de piment, les hautes températures en pré-

anthèse (jour/nuit: 28/23°C) avaient des effets directs positifs sur le poids des fruits qui sont plus élevée (Polowick et Sawhney, 1985). S'agissant de la longueur moyenne du fruit, elle a été plus importante pour Sahem et plus faible chez Papri Queen. Le poids moyen du fruit (6,93 g) plus important chez la variété Sahem s'est traduit par une longueur moyenne du fruit plus élevée pour cette dernière (9,95 cm). Des auteurs Shaked *et al.* (2004) et Nerson (2005), rapportent une corrélation positive de la longueur du fruit de piment avec son poids. Tout comme les autres caractéristiques dimensionnelles du fruit, cette variable est sensible aux variations de températures. Une température élevée (jour/nuit: 29/23°C) réduit la longueur des fruits de façon notable (Saha *et al.*, 2010). Les variétés Papri Queen, PP 0252-197 et Papri King ont présenté des fruits de largeurs moyennes plus importantes. Tout comme le poids des fruits, les températures fortes supérieures à 30°C après ouverture complète et fonctionnelle de la fleur réduisent la croissance des fruits chez le piment doux et la largeur du fruit (Erickson et Markhart, 2001, 2002; Pagamas et Nawata, 2007). Les critères de qualité sont nombreux et variables suivant les habitudes de consommation de d'usage des fruits de piment (*C. annum* L). En dehors de l'adaptation aux conditions culturales des zones tropicales chaudes et humides, qui nous intéressent, nous pouvons retenir selon Hennart (1996), Rubio et chou. (2006), Valencia y col. (2007) quoique la notion de qualité soit difficile à cerner que les fruits de qualité présentent les caractéristiques suivants: La régularité au point de vue de la forme et du calibre qui dépend de la disposition sur la plante: les fruits se gênant souvent les uns les autres lorsqu'ils sont volumineux, surtout lors de la première nouaison; la paroi doit être épaisse pour faciliter sa manutention et la conservation; la coloration doit être la plus foncée possible, en vert ou à maturité. Selon Chau & Four (1994), les critères de fermeté, d'intégrité représentent des normes à la commercialisation.

Rendement des variétés: Le rendement est d'une part dépendant du poids des fruits récoltés mais aussi de la densité enregistré à la récolte. (Gooding *et al.*, 2000; Bahlouli *et al.*, 2005; Sinclair and Jamieson, 2006). Les faibles rendements enregistrés pourraient aussi avoir pour explication les densités moyennes enregistrées pour l'ensemble des variétés. Les rendements ont oscillé entre 2,81 et 4,8 tonnes à l'hectare. Les variétés Papri Queen, Sahem et Papri King ont enregistré les plus forts rendements, soit 4,4 t/ha; 4,44 et 4,8 t/ha respectivement. Ces rendements ont le plus été liés au

poids moyen d'un fruit respectifs de 6,93 g; 5,77 et 4,85 g qu'aux densités observées par ces variétés. Par rapport au potentiel de rendement de 2 t/ha de fruits secs pour 8 t/ha de fruits frais (Grubben, 2004b), les différents rendements ont été très faibles. Les dates tardives de mise en place de l'essai (début janvier pour la pépinière) et le repiquage intervenu au début du mois de mars pourraient être une des causes des rendements bas enregistrés. L'installation de la pépinière (saison sèche et fraîche) a coïncidé avec la période de pullulation de la mouche blanche (*Bermisia tabaci*), et thrips insectes vecteurs des viroses (Jabbour et al., 2001). Les températures moyennes ont été de 29°C à l'installation de la pépinière, au repiquage de 35,5°C et de 36°C pendant la fructification. Une variation très forte de 19°C est enregistrée au cours du cycle faisant du mois d'Avril (43°C) le plus chaud et de Janvier (24°C) le plus froid du cycle du paprika. Ces conditions climatiques extrémales vont avoir un impact négatif sur la croissance, le développement et globalement sur la production des différentes variétés. Ces résultats sont en accord avec ceux d'Akinci et

Akinci (2004), Nkansah et al. (2011), qui ont signalé les facteurs génétiques et environnementaux avaient un impact majeur sur le rendement du paprika. A ce propos, les auteurs Messiaen (1975), Skiredj et al (2005), ont démontré que la croissance et le développement du paprika étaient optimaux dans la fourchette des températures comprises entre 16 et 26°C. Des températures nocturnes au dessus de 32°C provoquaient des avortements massifs de boutons floraux (Heiser & Smith, 1953; Grubben, 2004a) et au-delà des 35°C, la synthèse photosynthétique et la fructification étaient réduites (Skiredj et al., 2005). Le paprika en culture est de se fait recommandée durant les mois frais et dans la mesure du possible sous ombrage naturel ou artificiel (Messiaen 1975). Cependant la plante s'adapte bien à la saison sèche du climat sahélien et le calendrier cultural propose pour le paprika au Burkina Faso deux périodes de production possibles: une période de production en saison sèche qui couvre les mois de septembre à avril et une autre période qui couvre les mois de mai à février.

CONCLUSION

Il ressort de cette étude que les facteurs climatiques ont influencée les caractères agro-morphologiques des différentes variétés testées de paprikas. L'analyse des caractères quantitatifs montre que les variétés testées ont présenté un mauvais développement végétatif, des rendements très faibles et un fort niveau de sensibilité aux différents types de flétrissements et attaques virales. Cependant, les variétés Papri Queen, Sahem et Papri King dans les conditions de l'étude ont été les plus performantes avec les meilleurs développements végétatifs et les rendements les plus élevés (4,4 à 4,8 t/ha). Par contre, les lignées Spifire et PP0252-197 ont présenté un plus mauvais développement végétatif et les rendements les plus faibles respectifs de 2,81 et 3,12 t/ha. Toutes les variétés évaluées ont été

sensibles à une virose transmise sans doute par les mouches blanches et les thrips du poivron et du piment. Les pertes de plantes ont été importantes et ont évolué de 25,83% à 35%. Cependant, les rendements observés peuvent être amélioré avec un accroissement de la densité et en adoptant une meilleure période de culture. Les valeurs élevées des écarts-types ont certainement influé négativement sur la qualité des comparaisons. Il serait important de confirmer cette première évaluation dans les conditions encore plus homogènes que celles de la présente étude. Le calendrier cultural propose pour le paprika au Burkina Faso une période de production en saison sèche de septembre à avril et une autre période en saison hivernale qui couvre les mois de mai à février.

REFERENCES

- Akinci S. & Akinci I.E. 2004. Evaluation of red pepper for spice (*Capsicum annuum* L.) germplasm resource of Kahramanmaraş Region (Turkey). Pakistan Journal of Biological Sciences, 7(5): 703-710.
- Bahlouli F., Bouzerzour H., Benmahammed A. and Hassous K. L. 2005. Selection of high yielding and risk efficient durum wheat (Tr. durum Desf.) cultivars under semi arid conditions. J. Agro., 4: 360-365.
- Chaux C. & four C. 1994. Productions légumières. Tome 3 : Légumineuses potagères. Légumes fruits.
- Coll. «Agriculture d'aujourd'hui: Sciences Techniques, Applications» Tec & Doc. Lavoisier, Paris, France, p. 563.
- DGESS. (Direction des Études et des Statistiques Sectorielles), 2015 : "Résultats définitif campagne agricole et de situation alimentaire et nutritionnelle". MAAH, p.77

- DPSAA (Direction de la prospective et des statistiques agricoles et alimentaires). 2011. Rapport d'analyse du module maraîchage. Ouagadougou, Burkina Faso, p. 214.
- Eching E.L., Ghoraba A.H., Javedb Q., Anjumb F.M., Hamedc S.F. & Shaabana H.A. 2013. Pakistani Bell Pepper (*Capsicum annuum* L.): Chemical Compositions and its Antioxidant Activity. Int. J. Food Prop., 16 (1): 18-32.
- Erickson E.R. & Markhart A.F. 2002. Flower developmental stage and organ sensitivity of Bell pepper (*Capsicum annuum* L.) to elevated temperature. Plant Cell and Environment, 25:123-130
- Erickson E.R. and Markhart A.F. 2001. Flower production, fruit set, and physiology of bell pepper during elevated temperature and vapor pressure deficit. Journal of the American Society for Horticultural Science, 126: 697-702.
- FAO. 2013. FAOSTAT Database. Food and Agriculture Organization, Roma, Italy. Available online at URL: www.fao.org.
- FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 2012. Base de datos de la FAOSTAT. Búsqueda de datos de países por producto. Producto pimentón. Descarga de la web : <http://www.fao.org>.
- Fontes J. et Guinko S. 1995. "Carte et notice de la végétation naturelle et d'occupation du sol du Burkina Faso". UMR-ICIV, CNRS/Univ. Paul sabatier de Toulouse, IDR/FAST, Univ. Ouagadougou avec la collaboration de IRBET/CNRST et MET, p. 78.
- Gébré-Sélassié K., Gognalons P. and Marchoux G. 1994. Poivron : les viroses sous abris et plein champ. Fruits & Légumes, 120: 52-55.
- Gooding M. J., Dimmock J. P. R. E., France J. and Jones S. A. 2000. Green leaf area decline of wheat flag leaves: the influence of fungicides and relationships with mean grain weight and grain yield. Annals of Applied Biology, 136: 77-84.
- Grubben G.J.H et El Tahir I.M. 2004 b. Ressources Végétales de l'Afrique Tropicale 2, Fondation PROTA, Wageningen, Pays- Bas / Bakhuis Publishers, Leiden, Pays-Bas / CTA, Wageningen, Pays - Bas, p. 737.
- Grubben G.J.H. 2004a. Botany, P. 177.
- Guinko S. 1984. "Végétation de la Haute Volta". Thèse de doctorat d'état ès Science naturelles. Université de Bordeaux III, p. 394.
- Heiser C.B. & Smith P.G. 1953. The cultivated *Capsicum* peppers. Economic Botany 7(3): 214-227.
- Hennart J.W. 1995. Qualité et sélection du piment. PHM. Revue Horticole, décembre 1995. Janvier 1996, n° 365-366: 52-55.
- Jabbour F., Abaha L., Kaak H. and Moryane R. 2001. La maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (TYLCV) au Maroc. Proceedings AMPP. Rabat, Maroc, pp. 41-46.
- Koffi A.C., Koffi-Nevry R., Kouassi K.C. et Loukou Y.G., 2014. Activité des extraits de six variétés de piment (*Capsicum*) utilisés en Côte d'Ivoire. J. Appl. Biosci., 82: 7379-7388.
- Kouassi Kouassi C. et Koffi-Nevry R. 2012. Évaluation de la connaissance et utilisation des variétés de piment (*Capsicum*) cultivées en Côte d'Ivoire. Int. J. Biol. Chem. Sci., 6(1): 175-185.
- Menichini F., Tundis R., Bonesi M., Loizzo M.R., Conforti F., Statti G., De Cindio B., Houghton P.J. & Menichini F. 2009. The influence of fruit ripening on the phytochemical content and biological activity of *Capsicum chinense* Jacq. Cv Habanero. Food Chemistry, 114: 553-560.
- Miessiaen C.M. 1975. Potager tropical, tome 2: cultures spéciales. Coll. «Techniques vivantes». Presse Universitaire de France, p. 197.
- Nerson H. 2005. Effects of fruit shape and plant density on seed yield and quality of squash. Scientia Hort., 105: 293-304.
- Nkansah G.O., Ofosu-Budu K.G. and Ayarna A.W. 2011. Growth and yield performance of bird eye pepper in the forest ecological zone of Ghana. Journal of Applied Biosciences, 47: 3235-3241.
- Pagamas P. & Nawata E. 2007. Effect of high temperature during the seed development on quality and chemical composition of chili pepper seeds. Japanese Journal of Tropical Agriculture, 51:22-29
- Pagamas P. and Nawata. E. 2008 Sensitive stages of fruit and seed development of chili pepper (*Capsicum annuum* L. var. Shishito) exposed to high-temperature stress. Scientia Horticulturae, 117: 21-25.
- Polowick P.L. and Sawhney V.K. 1985. Temperature effects on male fertility and flower and fruit

- development in *Capsicum annuum* L. *Scientia Horticulturae*, 25: 117–127.
- Rubio B., Martínez 8. González-Fernández C., García' Gachán M.D., Rovira J. and Jaime I. 2006. Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef "Cecina de Leon": Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality' *Meat Science*. 74: 710-717.
- Saha S.R, Hossain M.M., Rahman M.M., Kuo C.G. and Abdullah S. 2010. Effect of high temperature stress on the performance of twelve sweet pepper genotypes. *Bangladesh J. Agril. Res.*, 35(3): 525-534.
- Shaked R., Rosenfeld K., Pressman E. 2004. The effect of night temperature on carbohydrates metabolism in developing pollen grains of pepper in relation to their number and functioning. *Scientia Horticultura*, 102: 29–36.
- Sinclair T.R. and Jamieson P. D. 2006. Grain number, wheat yield, and bottling beer: An analysis, *Field Crops Research.*, 98: 60-67.
- Skiredj Pr A., Elattir H. et ElFadl A. 2005, Institut Agronomique et vétérinaire Hassan II, Département d'horticulture. site Internet: www.legume-fruit-maroc.com, 2005.consulté le 30 mai 2007.
- Tano K., Koffi-Nevry R., Koussémon M. and Oulé M.K.. 2008. The effects of different storage temperatures on the quality of fresh Bell pepper (*Capsicum annum* L.). *Agricultural Journal*, 3(2): 157-162.
- Valdez V. S. 1994. Cultivo de Aji, Edition: Centro de Información de FDA., P.17.
- Valencia T., Ansonera D. y Astiasarán I. 2007. Development of dry fermented sausages rich in docosahexaenoic acid with oil from the microalgae *Schizochytrium* sp.: Influence on nutritional properties, sensorial quality and oxidation stability. *Food Chemistry*, 104: 1087-1096.
- Waayenberg Henk. 1996. Le jardin potager sous les tropiques, avec référence spéciale à l'Afrique. Première édition 1981. Deuxième édition révisée, p10.