



**Original Paper**

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

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

## **Effets du lit, de la densité de plantation et de la fertilisation sur la croissance végétative de l'ananas (*Ananas comosus* L., var. MD2) à différentes saisons de planting dans la zone de Bonoua en Côte d'Ivoire**

Marcelline YAO\*, Brahima CAMARA, Mamadou CHERIF, Généfou OUATTARA,  
Lezin Edson BOMISSO, Fatogoma SORHO, Eugène YOCOLI, Daouda KONE et  
Emmanuel Acka DICK

*Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody Abidjan, Département de Biosciences,  
Laboratoire de physiologie Végétale 22 B. P. 582, Abidjan 22, Côte d'Ivoire.*

*\*Auteure correspondante ; E-mail : yao2017marce@gmail.com*

### **RÉSUMÉ**

L'objectif de ce travail était de définir un itinéraire de culture favorable à la croissance des plants d'ananas MD2 en fonction des saisons de mise en culture dans la localité de Bonoua, au Sud - Est de la Côte d'Ivoire. Les effets de trois lits de plantation (terrain plat, billon sans un film polyéthylénique et billon recouvert avec un film polyéthylénique) ; de deux densités de plantation (50000 et 70000 plants/ha) ; de quatre types de fumure [F1 (Urée + Potasse) ; F2 (Urée + Potasse + Oligoéléments) ; F3 (Urée + Potasse + Engrais complet) et F4 (Urée + Potasse + Engrais complet + Oligoéléments)] et de deux fréquences d'application de fertilisants (3AP et 7AP) ont été testés. Au terme de la phase végétative du cycle, les comparaisons intersaisons des paramètres mesurés ont montré que quels que soient les traitements appliqués, le nombre de feuilles vivantes et la longueur de la feuille D les plus importants, ont été obtenus lorsque les plantings ont été réalisés à la grande saison pluvieuse. Les masses des feuilles D ont été supérieures au seuil de 70 g pour les plantings effectués pendant la petite et la grande saison pluvieuse, ainsi qu'à la grande saison sèche. La confection de billons a permis aux plants d'ananas MD2 d'avoir une bonne croissance végétative en saison sèche dans la localité de Bonoua.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Ananas MD2, croissance, feuille D, saison, Fertilisant, Côte d'Ivoire.

## **Effects of bedding, planting density and fertilization on the vegetative growth of pineapple (*Ananas comosus* L., var. MD2) at different planting seasons in the Bonoua zone in Côte d'Ivoire**

### **ABSTRACT**

The objective of this work was to define a cultivation itinerary favorable to the growth of MD2 pineapple plants according to the growing seasons in the locality of Bonoua, in the South - East of Côte d'Ivoire. The effects of three planting beds (flat ground, ridge without a polyethylene film and ridge covered with a polyethylene film); two planting densities (50,000 and 70,000 seedlings/ha); four types of manuring [F1 (Urea + Potash)]; F2 (Urea + Potash + Trace elements); F3 (Urea + Potash + Complete fertilizer) and F4 (Urea + Potash + Complete fertilizer + Trace elements)] and two fertilizer application frequencies (3AP and 7AP) were tested. At the end of

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v14i7.3>

8637-IJBSC

the vegetative phase of the cycle, inter-season comparisons of the measured parameters showed that, regardless of the treatments applied, the most important number of live leaves and leaf length D were obtained when the plantings were carried out during the long rainy season. The D-leaf masses were above the threshold of 70 g for plantings carried out during the short and long rainy seasons, as well as during the long dry season. The making of ridges allowed the MD2 pineapple plants to have a good vegetative growth during the dry season in the locality of Bonoua.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Pineapple MD2, growth, leaf D, season, Fertiliser, Côte d'Ivoire.

## INTRODUCTION

L'ananas représente environ 28% de la production mondiale de fruits tropicaux. Il est le deuxième fruit exotique après la mangue (52%) les plus cultivés dans le monde. La production mondiale d'ananas a atteint environ 28,3 millions de tonnes en 2018. Le Costa Rica et les Philippines sont les deux premiers producteurs d'ananas (FAO, 2018). C'est un fruit consommé frais ou transformé (jus, conserves, confitures...) qui est riche en magnésium, en vitamines B1, C et en fibres (CNUCED, 2016). L'ananas frais et les rejets de culture comme les couronnes sont riches en broméline. C'est une enzyme qui possède de nombreuses propriétés thérapeutiques notamment en tant qu'anti-inflammatoire, antithrombotique, agent fibrinolytique et anti-cancer (Bhattacharyya, 2008 ; Chobotova, 2010).

En Côte d'Ivoire, la culture de l'ananas est très développée au Sud-Est du pays. Elle a contribué pour 0,6% du PIB national et pour 1,6% du PIB agricole (MINAGRI, 2018). La production ivoirienne constituée essentiellement de la variété Cayenne lisse est passée de 180 000 t en 1990 à 38 000 t en 2010 puis à 30 000 t en 2018 (MINAGRI, 2018). Ainsi, sur le marché européen où les importations se sont multipliées par près de trois, la part de la Côte d'Ivoire, longtemps leader avec le Cayenne lisse, est devenue insignifiante (3,1%) alors qu'elle a représenté plus de 50% de l'approvisionnement du marché européen en 2011 (Decreux et al., 2013). Cette baisse drastique est due à plusieurs facteurs, en particulier la fixation par la commission européenne de la limite maximale résiduelle de l'éthéphon à 2 mg/kg sur l'ananas (CPAC, 2012; Ouattara, 2015) et

à l'action des microorganismes pendant la production et au cours de la conservation des fruits (Onuorah et al., 2013).

Aussi, cette réduction est due à l'introduction sur le marché international des fruits de la variété MD2 ou Extra Sweet, d'origine Sud-américaine par Del monte dès 1990. La variété est mieux appréciée par les consommateurs, le jus du fruit a un goût plus sucré et sa durée de conservation est plus longue (Tallet et al., 2006) que la Cayenne lisse. Dès lors, il devient impérieux pour la Côte d'Ivoire de maîtriser la culture de la variété MD2 afin de se repositionner en tant que pays grand producteur et exportateur d'ananas sur le marché européen. Pour ce faire, il faut mettre au point des méthodes ou des techniques culturelles adéquates dans la zone de culture de l'ananas en Côte d'Ivoire. L'objectif de cette étude a été d'évaluer les effets de plusieurs itinéraires de culture sur la croissance de l'ananas MD2 planté à différentes saisons dans la localité de Bonoua.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### Zone d'étude

La localité de Bonoua est située dans la région administrative du Sud - Comoé au Sud-Est de la Côte d'Ivoire, à environ 60 km à l'Est d'Abidjan. Elle fait partie d'une zone caractérisée par un relief moyennement accidenté avec un réseau hydrographique composé essentiellement de lagunes. Les sols sont généralement de type ferrallitique fortement lessivés, profonds et de qualité chimique médiocre. Quatre saisons climatiques caractérisent la zone de Bonoua. Il s'agit de la petite saison pluvieuse (PSP) qui couvre le mois d'octobre au mois de novembre. La grande saison sèche (GSS) commence en

décembre et fini en mars. La grande saison pluvieuse (GSP) débute généralement dans le mois d'avril et se termine en juillet et la petite saison sèche (PSS) d'août à septembre. La zone bénéficie des précipitations relativement abondantes et supérieures à 1500 mm de pluie par ans et d'une humidité moyenne égale à 85%. La moyenne thermique journalière est de 25 °C, avec des amplitudes inférieures à 5 °C (Konan, 2012). Les parcelles expérimentales ont été d'anciennes exploitations d'ananas laissées en jachère depuis plus de 2 ans. Elles sont situées dans le village de Kakoukro (latitude 5°21'46,2" N - longitude 3°26'03,5" O), à une vingtaine de kilomètre de la ville de Bonoua. Le sol du site expérimental est de nature sablo-limoneuse avec un pH de 3,58 (Ouattara, 2015).

### **Matériel végétal**

Le matériel de plantation a été constitué de rejets d'ananas de première génération de la variété MD2. Ceux-ci avaient une masse comprise entre 400 et 500 g chacun et provenaient de plants récoltés sur d'anciennes parcelles.

### **Méthodes**

#### ***Mise en place des essais***

Les plantations ont été mises en place en fonction des quatre saisons climatiques qui caractérisent la zone de Bonoua en Côte d'Ivoire, la petite saison pluvieuse (PSP), la grande saison sèche (GSS), la grande saison pluvieuse (GSP) et la petite saison sèche (PSS). Les plantings ont commencé précisément le 06 octobre 2011 pour la PSP, le 21 décembre 2011 pour la GSS, le 06 juin 2012 pour la GSP et le 21 août 2012 pour la PSS.

Sur le site expérimental, les quantités de pluie mensuelles ont été déterminées à l'aide d'un pluviomètre de capacité totale égale à 140 mm. Après chaque pluie, la quantité d'eau enregistrée par le pluviomètre a été notée, depuis le début des travaux de préparation du sol jusqu'à la récolte. A la fin, les quantités de pluie mensuelles ont été déterminées en faisant la sommation des relevés quotidiens. Les données thermiques ont été fournies par le Centre National de Recherche Agronomique

(CNRA) à partir de la station météorologique la plus proche précisément celle de Bimbresso.

### **Lits et densité de plantation expérimentés**

Les lits de plantation qui ont été adoptés pour recevoir les rejets sont : les billons sans film polyéthylénique (BSP), les billons recouverts avec un film polyéthylénique (BAP) et les terrains plats (TP) le témoin, ici le planting se fait directement sur le sol sans former de billons. Les rejets ont été plantés en quinconce et en doubles lignes selon deux densités : 50 000 plants/ha (témoin D50) et 70 000 plants/ha (D70). Le nombre de plants a été de 13 par ligne (soit 26 par double ligne) pour la densité D50. Pour D70, le nombre de plants a été de 15 par ligne (soit 30 par double ligne). Les doubles lignes ont été séparées par des allées de 90 cm et la distance entre les lignes a été de 40 cm. L'écartement entre les plants sur une ligne a varié en fonction des densités. Ainsi, pour les densités de 50 000 plants/ha et 70 000 plants/ha, les écartements entre les plants sur la ligne ont respectivement été de 30 et 20 cm.

### **Fumures et traitements phytosanitaires**

Les fertilisants utilisés ont été à base d'urée, de sulfate potasse, d'engrais complet et d'oligoéléments. Les types de fumure sont : F1 (Témoin) [Urée (N) + Potasse (K)] ; F2 [Urée + Potasse + Oligoéléments (Bo + Zn)] ; F3 (Urée + Potasse + Engrais complet (NPK/MgO)) et F4 (Urée + Potasse + Engrais complet + Oligoéléments). Les éléments fertilisants ont été administrés aux plants selon deux fréquences à savoir trois (3AP) et sept (7AP) applications pendant la phase de croissance végétative du cycle. Après la mise en terre des rejets, l'apport initial a été fait sous forme solide (granulés) à l'aisselle des premières feuilles basales, et en pulvérisation liquide pour les autres applications. Les quantités totales de fertilisants reçues par chacun des plants durant toute la phase végétative, sont consignées dans le Tableau 1.

La lutte contre les mauvaises herbes a été faite chimiquement et manuellement. La lutte chimique a été réalisée 3 semaines après la plantation des rejets, par l'application d'un

herbicide de prélevée (bromacil) à la dose de 2 Kg/ha entre les doubles lignes et entre les billons. Les autres opérations de sarclage ont été effectuées manuellement au besoin.

Les traitements phytosanitaires ont été effectués avec un insecticide (Chlorpyrifos éthyl) à la dose de 2 L/ha, un fongicide (Phosetyl. al.) à la dose de 7 Kg/ha, et un nématicide (Cadusafos) à raison de 1 g/plant.

### Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental qui a été adopté pour la mise en place a été celui de blocs randomisés complets (blocs Fisher) avec trois répétitions. Les blocs mesuraient 32 m x 15 m et les parcelles (sous-blocs) 15 m x 10 m. La distance entre les blocs était de 1,5 m, et les sous-blocs étaient séparés les uns des autres d'1 m de largeur. Le nombre de plants par bloc et sous-bloc était respectivement de 1344 et 448 plants.

### Paramètres évalués

#### Masse et longueur de la feuille D

Après regroupement en faisceau de tous les organes foliaires vers le haut au-dessus d'un plant choisi au hasard et par traitement, le plus long, qui est la feuille D a été détaché à la main. Celle-ci a été pesée à l'aide d'une balance électronique de précision ( $10^{-2}$  g) puis sa masse a été notée. Cette opération a été répétée tous

les mois à partir du cinquième mois après la plantation des rejets jusqu'à l'obtention d'une masse moyenne supérieur ou égale à 70 g pour effectuer le traitement d'induction florale (TIF).

Les longueurs des feuilles D au TIF ont été mesurées à l'aide d'un mètre-ruban de la base de l'organe à son extrémité distale effilée (Glenn et al., 2008). Les valeurs ont été exprimées en centimètre (cm).

### Nombre de feuilles vivantes

Le nombre de feuilles vivantes par plant a été déterminé sur cinq plants pour chaque traitement. Le comptage a été fait à partir de la plus ancienne feuille encore verte jusqu'à la dernière visible au cœur de la rosette au moment du TIF (Van de Poel et al., 2009).

### Analyse statistique des données

Les données obtenues ont été traitées à l'aide du logiciel STATISTICA version 7.1. Une analyse de variance (ANOVA) a permis d'étudier les effets simples des facteurs lit, densité de plantation, fumures et fréquences d'application des fertilisants selon différentes saisons de mise en place des cultures. En cas de différence significative, le test de comparaison multiple de Newman-keuls au seuil de 5% a été utilisé pour classer les moyennes en groupes homogènes.

**Tableau 1** : Types de fumure et quantités totales d'engrais reçues par plant d'ananas MD2 pendant la phase végétative du cycle de culture.

Fumures	Eléments fertilisants	Quantités totales de fertilisants par plant
F1	Urée (46 % d'azote)	11 g
	Potasse [Sulfate de potassium standard : Oxyde de potassium ( $K_2O$ ) 50 % ; Soufre (S) 17 %]	25 g
	Urée	11 g
	Potasse	25 g
F2	Oligoéléments : Bore $0,51 \text{ g.L}^{-1}$ ; Cuivre chélaté EDTA $0,25 \text{ g.L}^{-1}$ ; Fer chélaté EDTA $0,16 \text{ g.L}^{-1}$ ; Molybdène $0,05 \text{ g.L}^{-1}$ ; Zinc $0,47 \text{ g.L}^{-1}$ dont Zn chélaté EDTA $0,0065 \text{ g.L}^{-1}$ ; Manganèse chélaté EDTA $0,51 \text{ g.L}^{-1}$	0,06 ml ( $4 \text{ L.ha}^{-1}$ )

	Urée	8 à 10 g
<b>F3</b>	Potasse	17 à 22 g
	Engrais complet : Azote (N) 11 % ; Phosphate (P <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ) 5 % ; Oxyde de potassium (K <sub>2</sub> O) 27 % ; Soufre (S) 15 % ; Oxyde de magnésium (MgO) 5 %	6 à 15 g (200 à 400 Kg.ha <sup>-1</sup> )
	Urée	8 à 10 g
<b>F4</b>	Potasse	17 à 22 g
	Engrais complet	6 à 15 g (200 à 400 Kg.ha <sup>-1</sup> )
	Oligoéléments	0,06 ml (4 L.ha <sup>-1</sup> )

## RÉSULTATS

### Caractéristiques climatiques du site d'étude

Les caractéristiques climatiques ont concerné la pluviométrie et les températures aussi bien mensuelles (Figure 1) que saisonnières (Tableau 2), relevées d'octobre 2011 à janvier 2014. Les activités réalisées ont majoritairement couvert les années 2012 et 2013. Durant celles-ci les pluviométries ont respectivement été égales à 1482 et 1417 mm. Les maximas ont été notés en mai (381 mm) lors de la grande saison des pluies pour 2012 et en novembre (205 mm) pendant la petite saison pluvieuse de l'année 2013. Les minimas ont respectivement été observés en août (27 mm) à la PSS de l'année 2012 et en janvier (22 mm) à la GSS pour 2013. Par rapport aux saisons, la relative faiblesse des précipitations de la grande saison pluvieuse en 2013 (541 mm) comparativement à celles de 2012 (883 mm), a été compensée en 2013 par un surcroît en petite saison sèche (184 mm) et surtout à la petite saison pluvieuse (398 mm). Par ailleurs, les températures mensuelles ou saisonnières ont été globalement peu fluctuantes.

### Nombre de feuilles vivantes

Les effets des lits et densités de plantation sur le nombre de feuilles vivantes en rapport avec les saisons climatiques de mise en terre des rejets, sont mentionnés sur la Figure 2. Pour chacune des saisons, les valeurs relevées varient significativement en fonction des lits de plantation (Figure 2A). A

l'exception du planting de la grande saison des pluies (GSP), dans tous les autres cas les billons couverts de polyéthylène (BAP) ont régulièrement induit les nombres de feuilles vivantes les plus élevés. Ces valeurs ont été observées pour les mises en culture réalisées en PSP (52 feuilles), en GSS (49 feuilles) et en PSS (58 feuilles). Les billons dépourvus de film polyéthylénique (BSP) en petite saison sèche (PSS) et le terrain plat (TP) en grande saison sèche (GSS), ont donné des résultats statistiquement identiques aux précédents. Les données saisonnières les plus faibles ont été notées sur terrain plat (TP) pour les plantings de la petite saison pluvieuse (PSP) et sèche (PSS). À la GSS, les minima ont été notés sur le billon sans film polyéthylénique (BSP). Il en est de même sur billons couverts de polyéthylène pour les plantations réalisées en grande saison des pluies (GSP). Par ailleurs, les saisons de planting ont significativement influencé le nombre de feuilles vivantes des plantes quel que soit le lit de plantation. Les plus fortes valeurs ont été obtenues pour les plantations mises en place à la grande saison pluvieuse (GSP) et les plus faibles pour celles réalisées en grande saison sèche (GSS), à l'exception du planting en terrain plat (TP).

Relativement à la densité de plantation (Figure 2B) le nombre de feuilles vivantes a varié significativement pour chaque saison de planting sauf pour la petite saison sèche (PSS). Les plantings réalisés à la densité de 50000 plants / ha (D50) en petite saison pluvieuse

(PSP) et en grande saison sèche (GSS) ont induit les valeurs les plus importantes, soit respectivement 51 et 49 feuilles. Par contre, les mises en culture en grande saison pluvieuse (GSP) à la densité de 70000 plants / ha (D70), ont produit la valeur la plus élevée (64 feuilles). En considérant les données en fonction des saisons, la grande saison pluvieuse et la grande saison sèche ont respectivement induit les valeurs les plus importantes et les plus faibles, quelle que soit la densité de plantation.

Les effets de la fertilisation, en considérant le type de fumure et la fréquence d'application, sont enregistrés sur la Figure 3. Pour chacune des saisons, les valeurs notées ne varient pas significativement en fonction des fumures sauf pour le planting de la petite saison des pluies (PSP) (Figure 3A) où les nombres de feuilles vivantes les plus grand (51 feuilles) et petit (50 feuilles) ont été obtenus respectivement avec les fumures F4 et F3.

À la figure 3B, le nombre de feuilles vivantes le plus élevé et le plus faible pour les fréquences d'application de fertilisants apportés aux plants d'ananas MD2 ont été observées respectivement à la GSP (65 feuilles) et à la GSS (50 feuilles). La fréquence d'application 7AP a induit à toutes les saisons de mise en cultures un nombre plus important de feuilles vivantes.

### **Longueur de la feuille D**

Les effets des lits et densités de plantation sur la longueur de la feuille D en rapport avec les saisons climatiques de mise en culture, sont mentionnés sur la Figure 4. Les valeurs notées pour les plantings de la GSP et de la PSS varient significativement en fonction des lits de plantation (Figure 4A), dans les deux cas les longueurs des feuilles D les plus importantes respectivement 96,50 cm et 82,37 cm ont été obtenues sur le lit BSP. En outre, les saisons de planting ont significativement influencé la longueur de la feuille D des plantes quel que soit le lit de plantation. Les plus fortes valeurs ont été obtenues pour les plantations mises en place en GSP et les plus faibles pour celles réalisées à la PSS.

Concernant la densité de plantation (Figure 4B), la longueur de la feuille D n'a pas

varié significativement pour chaque saison de planting. Aussi, quelle que soit la saison de mise en culture, les longueurs des feuilles D les plus grandes et petites ont été relevées respectivement en GSP (94,68 cm) et en PSS (80,40 cm).

Les effets de différents types de fumures et leurs fréquences d'application, sont enregistrés sur la Figure 5. Dans chacune des saisons, les valeurs notées ne varient pas significativement en fonction des fumures (Figure 5A). Par contre, en considérant toute les saisons, les feuilles D les plus longues et courtes ont été obtenues respectivement en GSP (94,28 cm) et en PSS (81 cm).

Concernant les fréquences d'application, à chaque saison de culture, les valeurs relevées ne varient pas significativement en fonction du nombre d'apport d'éléments fertilisants (Figure 5B). Néanmoins, en prenant en compte toutes les saisons de mise en culture, la longueur de la feuille D la plus importante a été notée en GSP (94,29 cm) et la moins en PSS (81 cm).

### **Masse de la feuille D**

Les effets des lits et densités de plantation sur la masse de la feuille D en fonction des saisons climatiques de mise en culture des plants d'ananas MD2, sont mentionnés sur la Figure 6. Pour chacune des saisons, les valeurs relevées ne varient pas significativement en fonction des lits de plantation (Figure 6A) à l'exception du planting de la GSP. Dans cette dernière le billons sans film en polyéthylène (BSP) a induit la masse de feuille D la plus élevée (79,39 g). De plus, en considérant l'impact des saisons, il ressort que celles-ci ont significativement influencé la masse de feuille D des plants quel que soit le lit de plantation. Les plus fortes valeurs ont été obtenues pour les plantations mises en place en GSS (81,95 g) et les plus faibles en PSS (55,28 g).

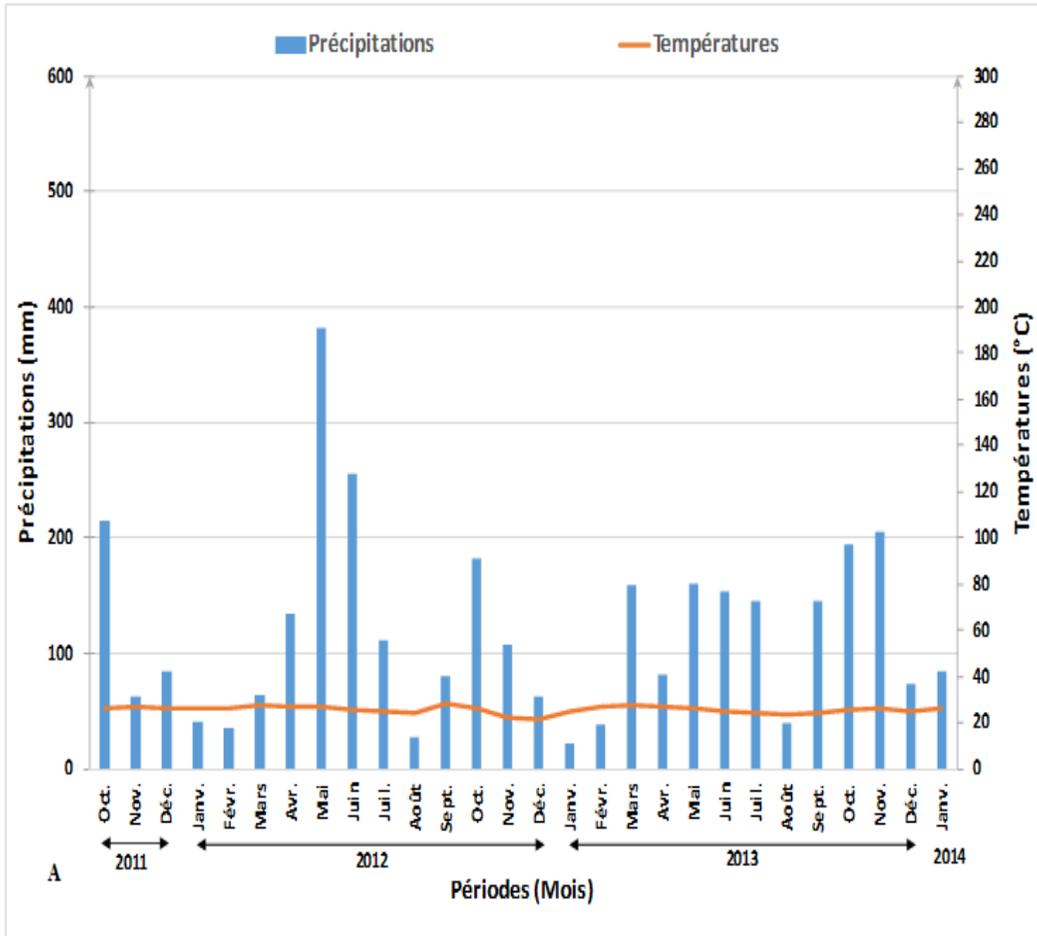
Au niveau des densités de plantation (Figure 6B), pour chaque saison de mise en terre des rejets, la masse de la feuille D n'a pas été significativement influencée par les densités. Par ailleurs, les différentes saisons de plantation ont significativement influencé la

masse de la feuille D quelle que soit la densité de plantation. La valeur la plus importante a été notée en GSS (81,95 g) et la plus faible en PSS (55,28 g).

Les effets des fumures et leurs fréquences d'application sur la masse de la feuille D selon les saisons, sont enregistrés sur la Figure 7. Pour chacune des saisons, les valeurs relevées en fonction des fumures ont été statistiquement identiques (Figure 7A) à

l'exception du planting de la GSS. Dans cette dernière la fumure F3 a induit la masse de feuille D la plus élevée (85,76 g).

Pour les fréquences d'application des fertilisants (Figure 7B), aucune variabilité n'a été notée entre les valeurs observées pour chaque saison. Cependant, d'une saison à une autre, les masses de feuille D les plus grandes et petites ont été respectivement relevées en GSS (81,96 g) et en PSS (55,27 g).



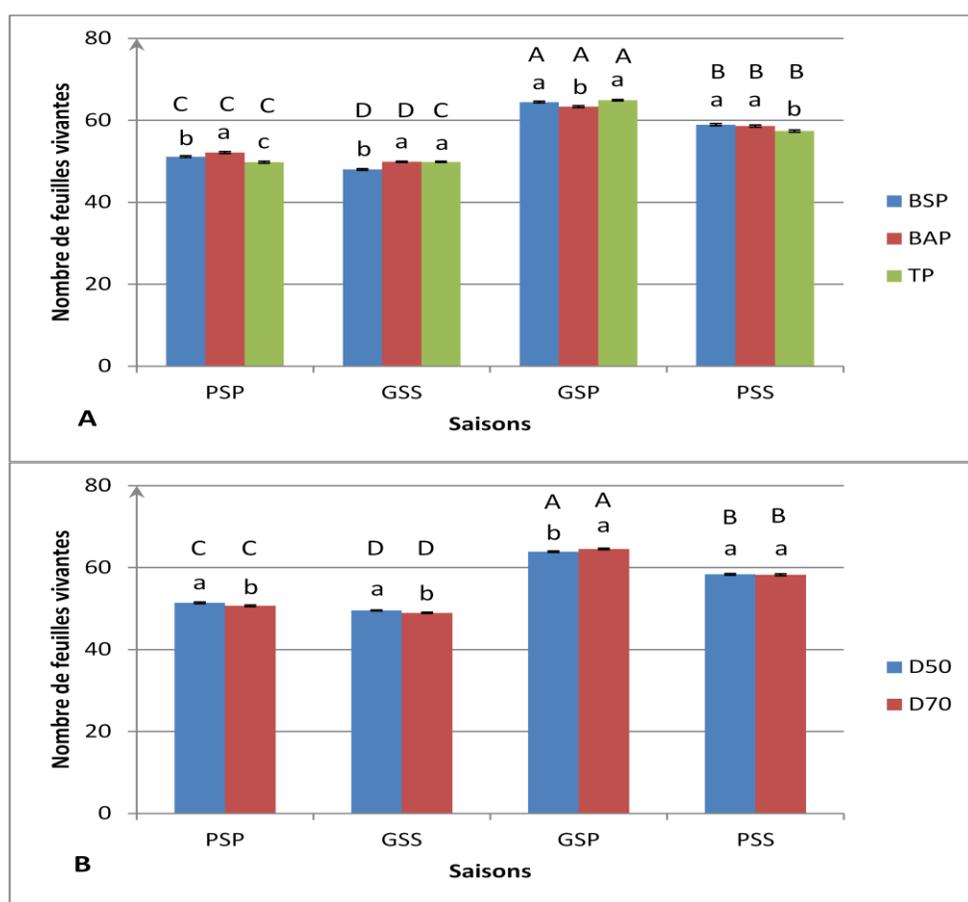
**Figure 1** : Diagrammes ombrothermiques présentant les données climatiques mensuelles au cours des essais.

**Tableau 2** : Dates de mise en culture des plants d’ananas MD2 et variations climatiques des saisons pendant l’expérimentation.

Années	2011*		2012*		2013		2014			
Dates de plantation	Oct.	Déc.	Juin	Août	Oct.	Déc.	Juin	Août	Oct.	Déc.
Saisons climatiques	PSP	GSS	GSP	PSS	PSP	GSS	GSP	PSS	PSP	GSS
Précipitations saisonnières (mm)	278	225	883	107	289	281	541	184	398	158
Températures moyennes saisonnières (t °C)	26	27	26	26	24	25	26	24	26	25

PSP : Petite saison pluvieuse, GSS : Grande saison sèche, GSP : Grande saison pluvieuse, PSS Petite saison sèche

\* : Les différents plantings réalisés ont été effectués uniquement au cours des années 2011 et 2012



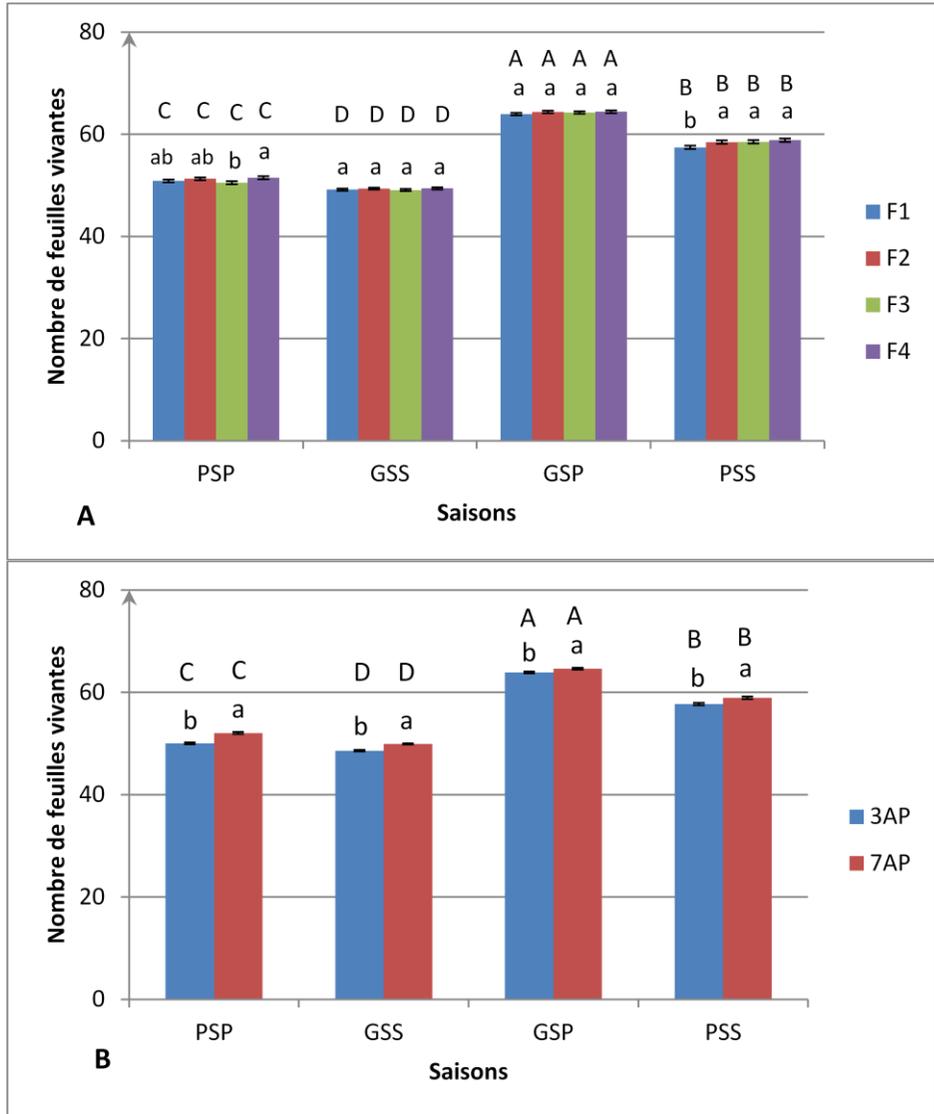
**Figure 2** : Nombre de feuilles vivantes de l’ananas MD2 au moment du traitement d’induction florale sous l’effet des lits (A) et des densités (B) de plantation en fonction des saisons de mise en culture.

Les moyennes affectées de lettres différentes sur les histogrammes sont significativement différentes au seuil de 5% (Test de Newman-Keuls). Les comparaisons intrasaisons et intersaisons sont respectivement en lettres minuscules et majuscules.

P = Probabilité ; si  $P < 0,05$  = différence significative ; si  $P > 0,05$  = pas de différence significative

PSP : Petite saison pluvieuse, Lits (P = 0,000) Densités (P = 0,007) ; GSS : Grande saison sèche, Lits (P = 0,000), Densités (P = 0,004) ; GSP : Grande saison pluvieuse, Lits (P = 0,000), Densités (P = 0,008) ; PSS : Petite saison sèche, Lits (P = 0,000), Densités (P = 0,735)

TP (P = 0,000) : Terrain plat (Témoin) ; BSP (P = 0,000) et BAP (P = 0,000) : Billon sans et avec film en polyéthylène ; D50 (P = 0,000) : Densité 50.000 plants/ha (Témoin) ; D70 (P = 0,000) : Densité 70.000 plants/ha.



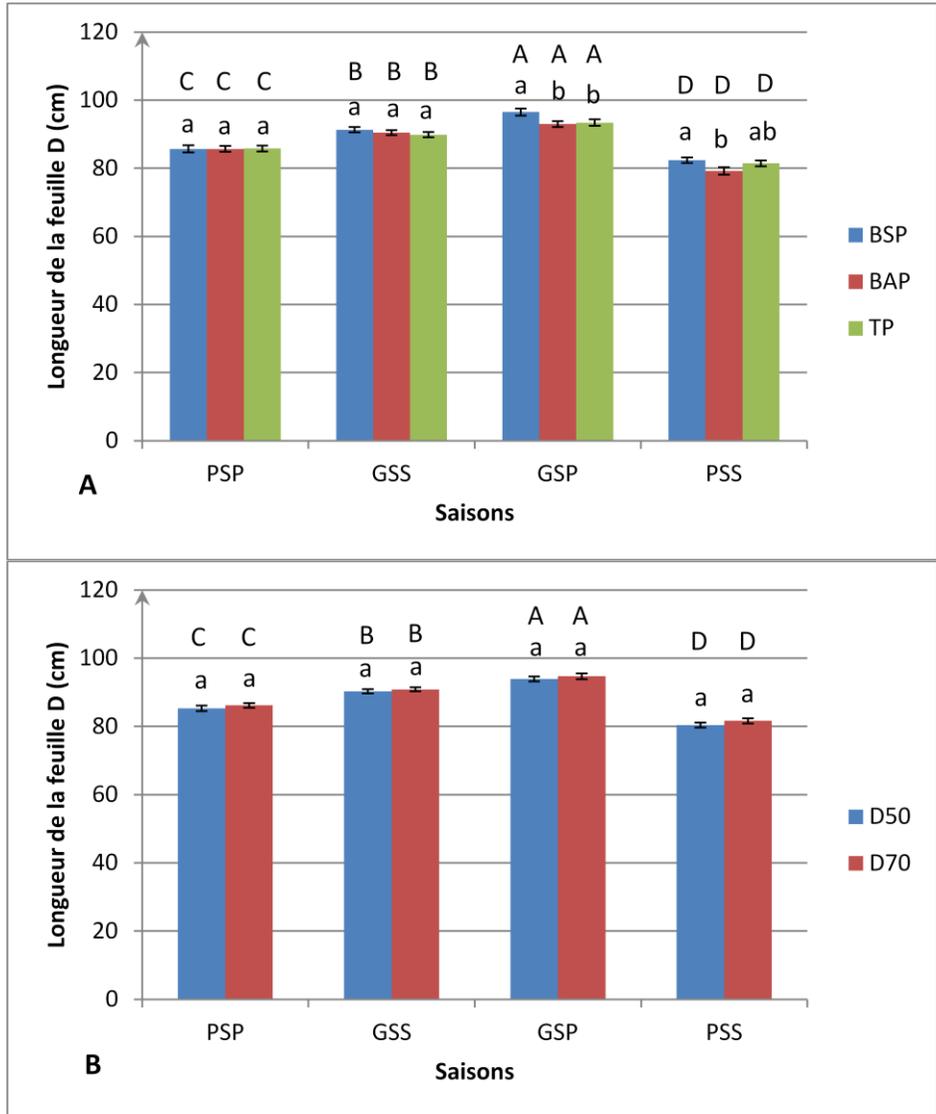
**Figure 3 :** Nombre de feuilles vivantes de l’ananas MD2 au moment du traitement d’induction florale sous l’effet des fumures (A) et des fréquences d’application (B) en fonction des saisons de mise en culture.

Les moyennes affectées de lettres différentes sur les histogrammes sont significativement différentes au seuil de 5% (Test de Newman-Keuls). Les comparaisons intrasaisons et intersaisons sont respectivement en lettres minuscules et majuscules.

**P** = Probabilité ; si  $P < 0,05$  = différence significative ; si  $P > 0,05$  = pas de différence significative

**PSP** : Petite saison pluvieuse, Fumures ( $P = 0,037$ ), Fréquences ( $P = 0,000$ ) ; **GSS** : Grande saison sèche, Fumures ( $P = 0,629$ ), Fréquences ( $P = 0,000$ ) ; **GSP** : Grande saison pluvieuse, Fumures ( $P = 0,533$ ), Fréquences ( $P = 0,005$ ) ; **PSS** : Petite saison sèche, Fumures ( $P = 0,013$ ), Fréquences ( $P = 0,000$ ).

**F1** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse (Témoin) ; **F2** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse + Oligoéléments ; **F3** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse + Engrais complet ; **F4** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse + Engrais complet + Oligoéléments ; **3AP** ( $P = 0,000$ ) : 3 applications (Témoin) ; **7AP** ( $P = 0,000$ ) : 7 applications



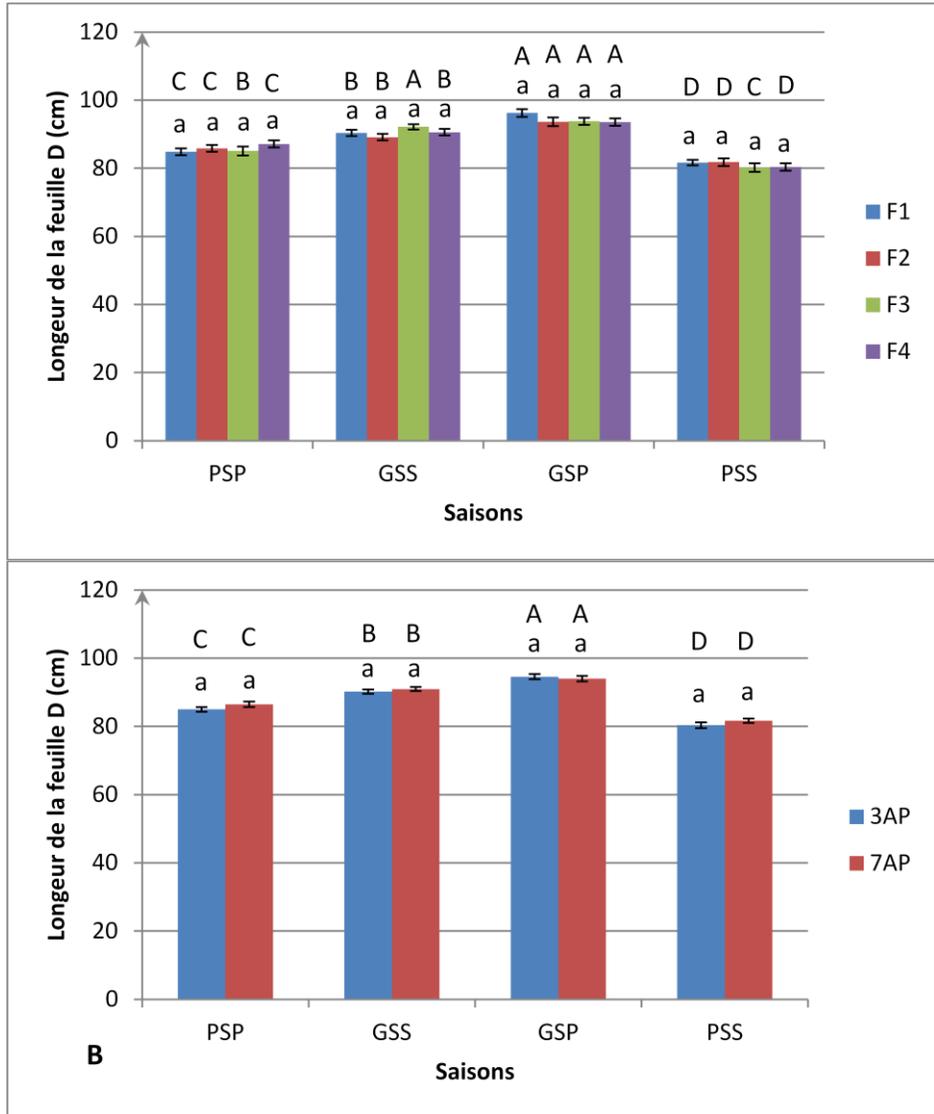
**Figure 4 :** Longueurs des feuilles des plants d’ananas MD2 au moment du traitement d’induction florale sous l’effet des lits (A) et des densités (B) de plantation en fonction des saisons de mise en culture.

Les moyennes affectées de lettres différentes sur les histogrammes sont significativement différentes au seuil de 5% (Test de Newman-Keuls). Les comparaisons intrasaisons et intersaisons sont respectivement en lettres minuscules et majuscules.

**P** = Probabilité ; si  $P < 0,05$  = différence significative ; si  $P > 0,05$  = pas de différence significative

**PSP** : Petite saison pluvieuse, Lits ( $P = 0,995$ ) Densités ( $P = 0,411$ ) ; **GSS** : Grande saison sèche, Lits ( $P = 0,389$ ), Densités ( $P = 0,505$ ) ; **GSP** : Grande saison pluvieuse, Lits ( $P = 0,019$ ), Densités ( $P = 0,481$ ) ; **PSS** : Petite saison sèche, Lits ( $P = 0,046$ ), Densités ( $P = 0,260$ )

**TP** ( $P = 0,000$ ) : Terrain plat (Témoin) ; **BSP** ( $P = 0,000$ ) et **BAP** ( $P = 0,000$ ) : Billon sans et avec film en polyéthylène ; **D50** ( $P = 0,000$ ) : Densité 50.000 plants/ha (Témoin) ; **D70** ( $P = 0,000$ ) : Densité 70.000 plants/ha.



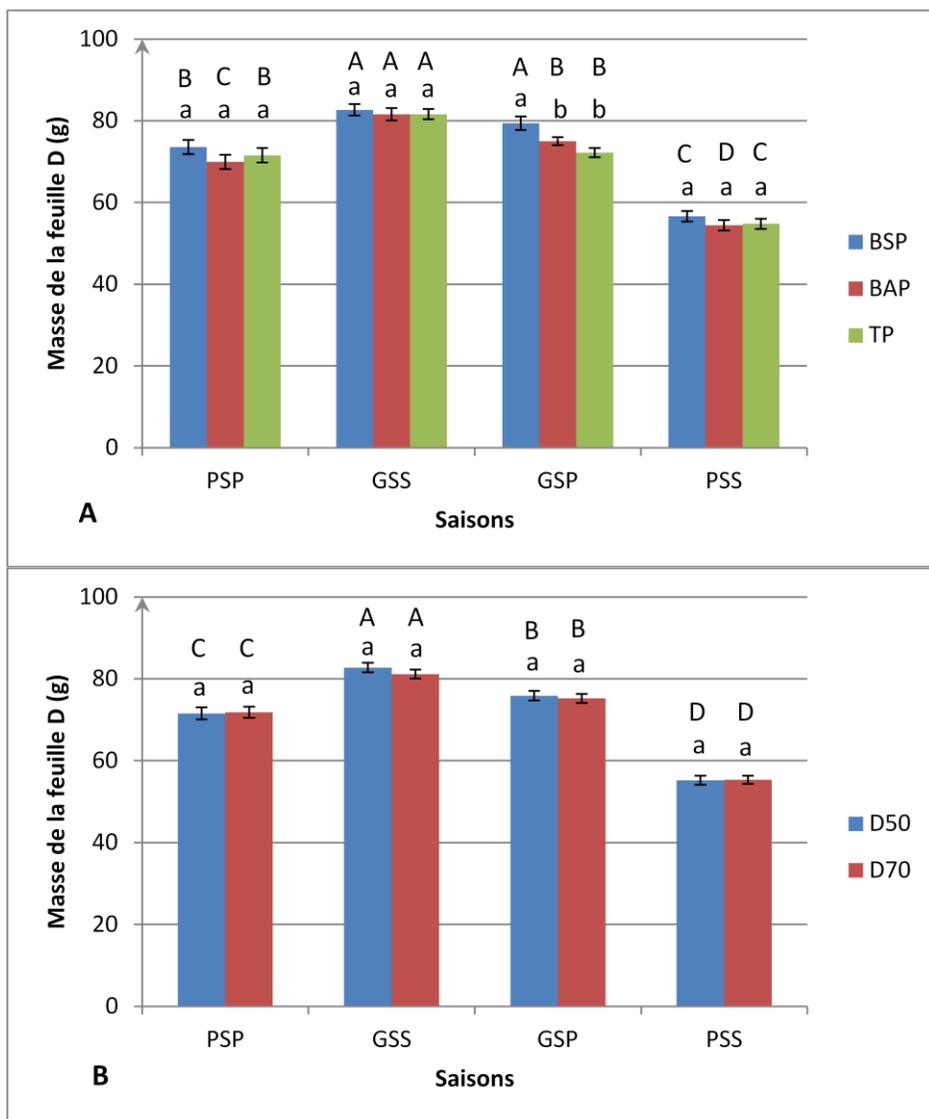
**Figure 5 :** Longueurs des feuilles D des plants d’ananas MD2 au moment du traitement d’induction florale sous l’effet des fumures (A) et des fréquences d’application (B) en fonction des saisons de mise en culture.

Les moyennes affectées de lettres différentes sur les histogrammes sont significativement différentes au seuil de 5% (Test de Newman-Keuls). Les comparaisons intrasaisons et intersaisons sont respectivement en lettres minuscules et majuscules.

**P** = Probabilité ; si  $P < 0,05$  = différence significative ; si  $P > 0,05$  = pas de différence significative

**PSP** : Petite saison pluvieuse, Fumures ( $P = 0,433$ ), Fréquences ( $P = 0,169$ ) ; **GSS** : Grande saison sèche, Fumures ( $P = 0,111$ ), Fréquences ( $P = 0,387$ ) ; **GSP** : Grande saison pluvieuse, Fumures ( $P = 0,253$ ), Fréquences ( $P = 0,597$ ) ; **PSS** : Petite saison sèche, Fumures ( $P = 0,597$ ), Fréquences ( $P = 0,219$ ).

**F1** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse (Témoin) ; **F2** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse + Oligoéléments ; **F3** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse + Engrais complet ; **F4** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse + Engrais complet + Oligoéléments ; **3AP** ( $P = 0,000$ ) : 3 applications (Témoin) ; **7AP** ( $P = 0,000$ ) : 7 applications



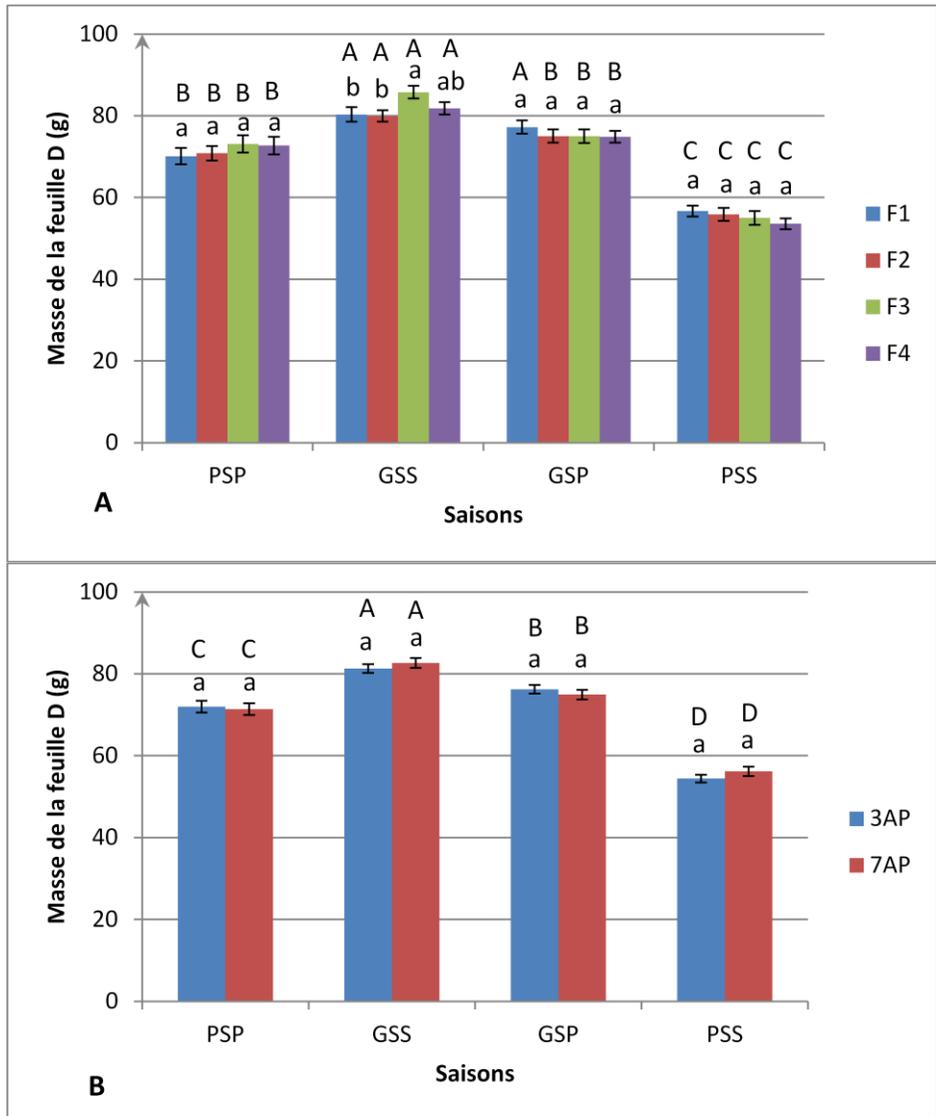
**Figure 6 :** Masses des feuilles des plants d’ananas MD2 au moment du traitement d’induction florale sous l’effet des lits (A) et des densités (B) de plantation en fonction des saisons de mise en culture.

Les moyennes affectées de lettres différentes sur les histogrammes sont significativement différentes au seuil de 5% (Test de Newman-Keuls). Les comparaisons intrasaisons et intersaisons sont respectivement en lettres minuscules et majuscules.

**P** = Probabilité ; si  $P < 0,05$  = différence significative ; si  $P > 0,05$  = pas de différence significative

**PSP** : Petite saison pluvieuse, Lits ( $P = 0,355$ ) Densités ( $P = 0,881$ ) ; **GSS** : Grande saison sèche, Lits ( $P = 0,811$ ), Densités ( $P = 0,312$ ) ; **GSP** : Grande saison pluvieuse, Lits ( $P = 0,001$ ), Densités ( $P = 0,670$ ) ; **PSS** : Petite saison sèche, Lits ( $P = 0,442$ ), Densités ( $P = 0,923$ )

**TP** ( $P = 0,000$ ) : Terrain plat (Témoin) ; **BSP** ( $P = 0,000$ ) et **BAP** ( $P = 0,000$ ) : Billon sans et avec film en polyéthylène ; **D50** ( $P = 0,000$ ) : Densité 50.000 plants/ha (Témoin) ; **D70** ( $P = 0,000$ ) : Densité 70.000 plants/ha



**Figure 7 :** Masses des feuilles D des plants d’ananas MD2 au moment du traitement d’induction florale sous l’effet des fumures (A) et des fréquences d’application (B) en fonction des saisons de mise en culture.

Les moyennes affectées de lettres différentes sur les histogrammes sont significativement différentes au seuil de 5 % (Test de Newman-Keuls). Les comparaisons intrasaisons et intersaisons sont respectivement en lettres minuscules et majuscules.

**P** = Probabilité ; si  $P < 0,05$  = différence significative ; si  $P > 0,05$  = pas de différence significative

**PSP** : Petite saison pluvieuse, Fumures ( $P = 0,676$ ), Fréquences ( $P = 0,749$ ) ; **GSS** : Grande saison sèche, Fumures ( $P = 0,038$ ), Fréquences ( $P = 0,376$ ) ; **GSP** : Grande saison pluvieuse, Fumures ( $P = 0,651$ ), Fréquences ( $P = 0,402$ ) ; **PSS** : Petite saison sèche, Fumures ( $P = 0,495$ ), Fréquences ( $P = 0,243$ ).

**F1** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse (Témoin) ; **F2** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse + Oligoéléments ; **F3** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse + Engrais complet ; **F4** ( $P = 0,000$ ) : Urée + Potasse + Engrais complet + Oligoéléments ; **3AP** ( $P = 0,000$ ) : 3 applications (Témoin) ; **7AP** ( $P = 0,000$ ) : 7 applications

## DISCUSSION

### Nombre de feuilles vivantes

Le nombre moyen de feuilles vivantes des plants d'ananas MD2 au TIF a été significativement influencé par les lits pendant la PSP, la GSS et la PSS. Ainsi, les plants obtenus sur les billons couverts de film polyéthylénique (BAP) ont porté plus de feuilles vivantes que les autres lits (BSP et TP) quelle que soit la saison de planting. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que la formation de billon et la pose de film en polyéthylène permettraient de conserver l'humidité relative du sol et les nutriments ; ce qui améliorerait la croissance racinaire (Dembele et al., 2019) et par conséquent l'émission foliaire des plants d'ananas en général et particulièrement du MD2 (PIP, 2009 ; PIP, 2011). Les plants cultivés à la GSP ont porté plus de feuilles vivantes sur les billons sans film polyéthylénique (BSP) et les terrains plats (TP). Ce résultat pourrait s'expliquer par les conditions pédoclimatiques assez favorable à la culture de l'ananas MD2 dans cette localité. Le sol est de type sablo-limoneux (sol meuble assez drainant) avec un pH acide égale à 3,58 (Ouattara, 2015).

Selon les résultats obtenus, le film polyéthylénique (BAP) n'est utile que lorsqu'il y a un déficit d'eau (PSP, la GSS et la PSS). Pendant la contre-saison, seules des apports complémentaires d'eau ou l'utilisation de film plastique pour conserver l'humidité du sol pourraient optimiser l'absorption des sels minéraux. Par contre, en saison pluvieuse, le film en polyéthylène semble peu utile. En effet, pendant cette période, la croissance et le développement végétatif seraient ralentis par la pose de film plastique. Il est probable que cette matière plastique qui favorise le maintien de l'humidité dans le sol entraîne un excès d'eau dans la rhizosphère. Ces résultats sont en phase avec ceux de (CIRAD, 2002), qui avancent que l'ananas n'est une plante exigeante en eau. Pendant la GSP, l'eau apportée serait suffisante pour la plante ; en tenant compte des phénomènes d'évapotranspiration et d'infiltration.

Durant cette phase de croissance, la température moyenne a été de 25,16 °C et la

quantité totale de pluie tombée a été de 1044,35 mm.

Les densités ont influencé significativement le nombre de feuilles vivantes lors des plantations de la PSP et GSS. Les nombres de feuilles les plus élevés ont été obtenus à la densité 50 000 plants/ha et le plus faible à la densité 70 000 plants/ha. Ces résultats montrent qu'aux fortes densités de plantation, on a un effet d'encombrement de l'espace qui pourrait créer un effet de gêne limitant la formation et la croissance des feuilles (Ouattara, 2015). La forte densité réduisant les écartements entre les plants, ceux-ci créent de l'ombre au fur et à mesure de leur développement, privant ainsi de lumière les feuilles situées en position basale sur le végétal. Dès lors, la photosynthèse de ces dernières étant réduite, la quantité d'assimilats élaborés par la plante diminue ; ce qui réduit son potentiel d'initiation de nouvelles feuilles (Taffouo et al., 2008). De plus, la compétition entre les plants pour le contrôle des nutriments s'accroît selon la densité. Plus le nombre de plantes augmente sur un espace donné et plus la quantité de nutriments disponible pour chaque plant diminue ; ce qui aurait un impact négatif sur le développement végétatif telle que la formation des feuilles.

Le nombre moyen de feuilles vivantes des plants d'ananas MD2 au TIF, n'a pas été significativement influencé par les types de fumure pour les plantations des GSS, GSP, PSS sauf à la PSP. Les différents types de fumures appliqués sont favorables à la croissance des plants. En effet, ceux-ci apportent dans les mêmes proportions l'azote (urée) et le potassium, éléments majeurs qui répondent aux exigences spécifiques de l'ananas (Kobenan et al., 2005).

Les fréquences d'application des fertilisants ont influencé significativement le nombre de feuilles vivantes à toutes les saisons de plantation. Les nombres de feuilles les plus importants ont été obtenus avec 7 applications (7AP). Le traitement 7AP qui est un ensemble d'apports fractionnés d'engrais deux fois plus élevé que 3AP a certainement permis de couvrir les besoins de la plante en éléments minéraux ; notamment l'azote. L'azote est un

minéral instable car étant volatil. Et ces pertes en azote peuvent être corrigées par des applications fractionnées à programmer au cours du cycle de la culture (Azangue et al., 2019 ; Zeromo et al., 2019). La fréquence de 7AP est celle qui conviendrait le mieux à la culture du MD2 (Ouattara, 2015).

### **Masse et longueur de la feuille D**

La masse et la longueur de la feuille D des plants d'ananas MD2 au TIF, n'ont pas été significativement influencées par les lits lors des plantations de la PSP et la GSS. Pour les mises en culture de la GSP et la PSS, les masses et longueurs les plus importantes ont été obtenues sur BSP. La masse de 70 g attendue pour déclencher le traitement d'induction florale a été obtenue. À la plantation de la GSS, elle a été atteinte plus tôt après 6 mois de culture suivi de la PSP après 7 mois et enfin à celle de la GSP, 10 mois après la mise en culture. À la PSS, après 11 mois de culture elle n'a pas été atteinte.

Les densités de plantation n'ont pas agi aussi bien sur la longueur que sur la masse de matière fraîche de la feuille D quelle que soit la saison de plantation. Ces résultats pourraient s'expliquer par les bonnes conditions pédoclimatiques de la zone de Bonoua (Ouattara, 2015). Un sol de type sablo-limoneux, avec un pH acides (3,58) et une température moyenne de 25,16 °C sont favorables à la culture de l'ananas (PIP, 2009).

La masse et la longueur de la feuille D n'ont pas été influencées par les différentes fumures et leurs fréquences d'apport en fertilisants sauf à la plantation de la GSS. Les types de fumures apportés contiennent une formulation de base d'urée et de potasse, ces éléments semblent suffire pour la bonne croissance des plants d'ananas (Kobenan et al., 2005 ; Padonou et al., 2018). La masse de 70 g a été atteinte lors de la PSP, GSS et GSP sauf pendant la PSS pour les facteurs fumure et fréquence d'application.

Les comparaisons intersaisons ont montré qu'au niveau de tous les lits, densités de plantation, fumures et fréquences d'application des fertilisants, les valeurs les plus importantes pour la masse de matière fraîche de la feuille D

ont été obtenues à la plantation de la GSS. Ce résultat pourrait s'expliquer par le fait que la phase de croissance végétative a duré 6 mois. Cette phase commence depuis la plantation des rejets jusqu'à ce que la masse de la feuille D atteigne les 70 g (PIP, 2011). Aussi durant cette période, la quantité moyenne mensuelle de pluie tombée a été plus importante que pendant les autres saisons de plantings.

### **Conclusion**

Au terme de cette étude réalisée dans la localité de Bonoua, il ressort que les différents facteurs (lit, densité, fumure et fréquence d'application des fertilisants) ont significativement influencé tous les paramètres de croissance étudiés dans cette zone d'une saison à une autre. Les plants d'ananas MD2 ont obtenu plus de feuilles vivantes et des feuilles D plus longues lors des plantings de la GSP. La masse de feuille D la plus grande a été relevée à la plantation de la GSS. Au niveau de chaque saison de mise en culture, ces facteurs ont eu des effets variables sur les paramètres de croissance étudiés. À la plantation de la PSP, le lit BAP, la densité D50, la fumure F4 et la fréquence d'application 7AP ont permis aux plants d'ananas MD2 d'avoir le nombre de feuilles vivantes le plus importants. La masse et la longueur de feuille D n'ont pas été influencées par les lits, les densités de plantation, les fumures et leurs fréquences d'application. À la GSS, les plants cultivés sur les lits BAP et TP à la densité D50, quel que soit le type de fumure apporté à la fréquence d'application 7AP ont obtenu les plus importants nombres de feuilles vivantes. La longueur de feuille D n'a pas été impactée par les lits, les densités de plantation, les fumures et les fréquences d'apport de fertilisants. Par contre, la masse de feuille D la plus importante a été relevée avec la fumure F3. À la GSP, les lits BSP et TP à la densité D70 avec toutes les fumures et la fréquence d'application 7AP ont permis aux plants d'avoir un plus grand nombre de feuilles vivantes. Les masse et longueur de feuille D, les plus importantes ont été notées sur BSP. Les densités, les fumures et leur fréquence d'application n'ont eu aucune influence sur ces paramètres de croissance. À

la PSS, les plants cultivés sur BSP et BAP avec les fumures F2, F3, F4 apportés à la fréquence (7AP) ont eu un nombre de feuilles vivantes plus élevé. La densité de plantation n'a pas eu d'impact sur ce paramètre. La masse de la feuille D n'a pas été influencée par les lits, les densités, les fumures et leurs fréquences d'application. La longueur de la feuille D la plus importante a été obtenue sur BSP. Les densités, les fumures et leurs fréquences d'application n'ont eu aucun effet sur cette longueur.

### CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

MY et GO étaient les exécutants du projet. Les autres auteurs ont contribué à la rédaction et la mise en œuvre du projet sur la variété d'ananas MD2.

### REMERCIEMENTS

Nos remerciements à l'endroit des autorités de Université Félix Houphouët-Boigny de Cocody Abidjan et du Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricole (FIRCA).

### RÉFÉRENCES

Azangue JG, Nguetsop FV, Tendonkeng F, Wauffo FD, PamoTE. 2019. Effets des différents niveaux de fertilisation aux fientes de poules sur la croissance et la production de biomasse de *Brachiaria ruziziensis* (Poaceae) en fonction des stades phénologiques à l'Ouest-Cameroun. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(3): 1762-1774. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i3.44>

Bhattacharyya BK. 2008. Bromelain: an overview. *Natural Product Radiance*, **7**(4): 359-363. DOI: <http://nopr.niscair.res.in/handle/123456789/5694>

Chobotova K, Vernallis AB, Majid FAA. 2010. Bromelain's activity and potential as an anti-cancer agent: Current evidence and

perspectives. *Cancer Letters*, **290**(2): 148-156.

Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD). 2002. Mémento de l'agronome. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), Groupe de Recherche et d'Echange Technologique (GRET). Edition du GRET, Edition du CIRAD, Ministère français des Affaires étrangères ; 945-951.

Conférence des Nations Unies sur le Commerce et le Développement (CNUCED). 2016. Ananas : Un profil de produit de base par INFOCOMM. Fonds de la CNUCED pour l'information sur les marchés des produits de base agricoles, p. 23.

Comité Inter-États des Pesticides d'Afrique Centrale (CPAC). 2012. Plan de gestion des pestes et des pesticides CPAC ; Projet d'appui aux réfugiés et communautés d'accueil, p. 71.

Decreux Y, Marty O. 2013. Evaluation du potentiel à l'exportation des fruits tropicaux, Côte d'Ivoire. Programme d'Appui au Commerce et à l'Intégration Régionale (PACIR) Fiche Technique Export Fruits Tropicaux, p. 159.

Dembele MS, Diarra LM, Ballo N, Haidara M, Denou A, Sanogo S, Diallo D. 2019. Effets du billonnage, de la densité de plantation et de la fumure organique sur la production de racines tubérisées de *Vernonia kotschyana* Sch. Bip. Ex Walp. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(6): 2888-2893. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i6.36>

Glenn T, Garth MS, Bartholomew DP, Paull RE. 2008. Characteristics of the Pineapple Research Institute of Hawaii 73-50 and 73-114. Newsletter of the Pineapple Working Group, *International Society for Horticultural Science*, **15**: 27-33.

Kobenan K, Assienan AB, Yao NT, Gnonhourig GP, Kouassi KS. 2005. Bien cultiver l'ananas en Côte d'Ivoire. Direction des

- programmes de recherche et de l'appui au développement – Direction des systèmes d'information. CNRA (Centre National de Recherche Agronomique). Itinéraire technique de l'ananas, p. 4.
- Konan YEL. 2012. Utilisation de la télédétection pour le suivi de la dynamique des formations végétales dans le périmètre d'exploitation forestière (PEF) n°- 12530. Mémoire diplôme d'Agronomie Approfondie (DAA) INPHB, Yamoussoukro (RCI), p. 44.
- Ministère de l'Agriculture de Côte d'Ivoire (MINAGRI). 2018. Principales Spéculation de l'Ananas. WWW. Ivoire abidjan.com. Consulté le 14/08/2018.
- Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). 2018: planetoscope.com / fruits – légumes / 1515 – production – mondiale – d – ananas. Html (Consulté le 17 Février 2020).
- Ouattara G. 2015. Évaluation agrophysiologique d'itinéraires techniques élaborés pour une production rentable de *Ananas comosus* (L.) Merr. var. MD2 (bromeliaceae) en Côte d'Ivoire. Mémoire de Thèse de Doctorat UFHB, Cocody Côte d'Ivoire, p. 204.
- Padonou EG, Aholoukpe SNH, Sossa LE, Saidou A, Amadji LG. 2018. Reponse de l'ananas (*Ananas comosus* L. Merrill) à la fertilisation minérale élémentaire sur sol ferrallitique au Sud du Benin. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(6): 2653-2666. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i6.15>
- Programme Initiative Pesticides (PIP). 2009. Itinéraire technique Ananas cayenne *Ananas comosus*. COLEACP – UGPIP. Rue du Trône, 98 bte 3 – B – 1050 Brussels – Belgium, p. 63.
- Programme Initiative Pesticides (PIP). 2011. Itinéraire technique Ananas MD2 (*Ananas comosus*). COLEACP – UGPIP. Rue du Trône, 130 – B – 1050 Brussels – Belgium, p. 58.
- Shoda M, Sakiyama S, Terakami S, Hosaka F, Shigeta N, Nishitani C, Yamamoto T. 2012. DNA profiling of pineapple cultivars in Japan discriminated by DDR markers. *Breeding Science*, **62**(4): 352-359.
- Taffouo VD, Etamé J, Din N, Nguelemeni MLP, Eyambé YM, Tayou RF, Akoa A. 2008. Effets de la densité de semis sur la croissance, le rendement et les teneurs en composés organiques chez cinq variétés niébé (*Vigna unguiculata* L. Walp). *Journal of Applied Biosciences*, **12**: 623-632.
- Tallet B, Adrian D, Rafael P. 2006. La réussite de la production d'ananas dans le bassin du Papaloapan (Sud du Mexique). Autrepart. *Presses de Sciences Po (PFNSP)*, **3**(39) : 75-92.
- Van de poel B, Ceusters J, De Proft MP. 2009. MD2 Pineapple Plant Maturity and Flowering. *International Society for Horticultural Science*, **16**: 10-12.
- Zeromo M, Traore K, Famanta M, Maiga SB, Samake O, Togo AM. 2019. Effets de l'aménagement en courbe de niveau avec différentes doses de fertilisation sur les rendements en Shorgho dans les localités de Kolokani et Diéma au Mali. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **13**(3): 1547-1557. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v13i3.27>