

## **Effet de la Période de Pollinisation Manuelle sur la Fructification de l'igname (*Dioscorea rotundata* Poir; Dioscoreaceae) en Côte d'Ivoire**

***Bakayoko Yacouba, MSc***

UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

***Kouakou Amani Michel, PhD***

***Dibi Konan Evrard Brice, PhD***

Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire

***Ehounou Adou Emmanuel, MSc***

UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

***Essis Brice Sidoine, PhD***

***N'zué Boni, PhD***

Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire

***Kouassi Abou Bakari, PhD***

***N'guetta Assanvo Simon-Pierre, PhD***

UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

***Adebola Patrik, PhD***

International Institute of Tropical Agriculture (IITA),

PMB, Ibadan, Oyo State, Nigeria

Doi:10.19044/esj.2019.v15n27p448 [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n27p448](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2019.v15n27p448)

---

### **Résumé**

L'igname *D. rotundata* est l'espèce la plus appréciée des consommateurs en Côte d'Ivoire. Cependant, sa production stagne du fait des nombreuses contraintes liées à sa culture notamment les viroses. L'utilisation de variétés améliorées issues de reproduction sexuelle, pourrait contribuer efficacement à une production durable. Ce travail visait à évaluer la période des croisements afin d'accroître les taux de fructifications chez cette espèce. Au total, 28 croisements intra-spécifiques ont été réalisés en utilisant 4 clones femelles et 7 clones mâles issus de la collection d'ignames du CNRA-Bouaké. Deux plages horaires H1 (de 7h30 à 11h) et H2 (de 11h à 13h30), retenues pour les croisements ont été comparées en vue de déterminer la période optimale de pollinisation. Sur 30061 fleurs pollinisées, 2249 fruits ont été obtenus soit 7,48% avec une variation allant de 1,16 à 51,06% de taux moyen de fructification selon les combinaisons de clones. Les taux de fructifications

ont été significativement plus élevés en H1 (8,53%) contre 6,22% en H2. Le clone femelle, Cnraigr09/00001 a eu le taux de fructification le plus élevé et spécialement en H1 (18,10%). De même les clones mâles CIVCDr072, TDr00/00380 et TDr95/18555 ont eu les meilleurs taux en H1 avec respectivement 9,3 ; 9,8 et 16,3% par rapport à H2. Le couple Cnraigr09/00001 x TDr99/18555 a donné des taux de fructifications 35,41% et 8,78% statistiquement différents aux horaires H1 et H2, respectivement. Une forte variation du taux de fructification en faveur de l'horaire H1 a été obtenue entre les différentes combinaisons de clones.

---

**Mots clés :** *D. Rotundata*, Fruits, Hybrides, Horaires H1 et H2, Taux de fructification

## **Effect of the Manual Pollination Period on the Fruiting of Yams (*Dioscorea rotundata* Poir; Dioscoreaceae) in Ivory Coast**

***Bakayoko Yacouba, MSc***

UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

***Kouakou Amani Michel, PhD***

***Dibi Konan Evrard Brice, PhD***

Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire

***Ehounou Adou Emmanuel, MSc***

UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

***Essis Brice Sidoine, PhD***

***N'zué Boni, PhD***

Centre National de Recherche Agronomique, Côte d'Ivoire

***Kouassi Abou Bakari, PhD***

***N'guetta Assanvo Simon-Pièrre, PhD***

UFR Biosciences, Université Félix Houphouët Boigny, Côte d'Ivoire

***Adebola Patrik, PhD***

International Institute of Tropical Agriculture (IITA),

PMB, Ibadan, Oyo State, Nigeria

---

### **Abstract**

*D. rotundata* is the most popular species among consumers in Côte d'Ivoire. However, its production is stagnating due to the many constraints associated with its cultivation, particularly virus diseases. The use of improved varieties from sexual reproduction could effectively contribute to sustainable production. This work aimed to evaluate the crossing period in order to increase fruiting rates in this species. A total of 28 intra-specific crosses were carried out using 4 female and 7 male clones from the CNRA-Bouaké yam collection. Two time slots H1 (from 7:30 to 11:00) and H2 (from 11:00 to 13:30), selected for crossings, were compared to determine the optimal pollination period. Out of 30061 pollinated flowers, 2249 fruits were obtained i.e 7.48% with a variation range from 1.16 to 51.06% as the average fruiting rate depending on the clone combinations. Fruiting rates were significantly higher in H1 (8.53%) compared to 6.22% in H2. The female clone, Cnraigr09/00001, has recorded the highest fruiting rate especially in H1

(18.10%). Similarly, the male clones CIVCDr072, TDr00/00380 and TDr95/18555 have got the highest rates in H1 with 9.3; 9.8 and 16.3% respectively compared to those in H2. The couple Cnraigr09/00001 x TDr99/18555 recorded fruiting rates of 35.41% and 8.78% statistically different at schedule H1 and H2, respectively. A strong variation in the fruiting rate in favor of the H1 schedule was obtained between the different clone combinations.

---

**Keywords:** *D. rotundata*, Fruit, Hybrids, Schedule H1 and H2, Fruiting rate

## Introduction

Les ignames sont des plantes dioïques, monocotylédones appartenant au genre *Dioscorea*, à la famille des *Dioscoreaceae* et à l'ordre des *Liliales* (Bouret, 1973). Parmi les espèces cultivées, *Dioscorea alata* et *Dioscorea rotundata* sont celles qui font l'objet d'une culture à grande échelle et présentent une importance économique réelle surtout en Afrique (Dumont *et al.*, 2005; Badajide *et al.*, 2010). Elles sont cultivées pour leurs tubercules, très riches en amidon (23% de glucides), en hydrate de carbone, en sel minéraux et en fibres. Les tubercules sont essentiellement consommés sous forme de foutou, bouillis, braisés, frits ou encore crus pour certaines espèces sauvages de Madagascar très riches en eau (Degras, 1986 ; Hamon, 2014).

La production mondiale d'igname a été estimée à environ 73 millions de tonnes en 2017 (FAOSTAT, 2019). Quatre-vingt-treize pour cent (93%) de cette production est réalisée en Afrique de l'Ouest où le commerce de l'igname représente environ 32% du revenu des agriculteurs (Chukwu et Ikwelle, 2000). En Côte d'Ivoire, l'igname occupe le premier rang parmi les cultures vivrières. De plus, elle constitue une source financière pour une frange importante des petits producteurs, surtout les femmes qui sont majoritairement impliquées dans la production, la transformation et la commercialisation (Asiedu, 2003). Toutes ces qualités font de l'igname, une culture d'avenir pour la sécurité alimentaire ainsi que la réduction de la pauvreté en Afrique de l'ouest (Allogni *et al.*, 2006).

En Côte d'Ivoire, les principales espèces d'ignames cultivées sont *D. rotundata* et *D. alata*. Cependant le commerce de l'igname est dominé à 75% par l'espèce *D. rotundata* alors que, *D. alata* est majoritairement auto consommée par les producteurs (Kouakou, 2010). La culture de *D. rotundata* est toutefois entravée par d'énormes contraintes entraînant une stagnation de la production. La pauvreté du sol, la répartition inégale des pluies, les ravageurs, mais surtout les maladies virales dont le virus de la mosaïque de l'igname (YMV) provoquent notamment d'énormes pertes de rendement (Dansu *et al.*, 2013).

Parmi les méthodes pour améliorer et rendre la production de l'igname durable, l'utilisation de variétés améliorées se présente comme la solution la plus efficace (Ayisah *et al.*, 2014). Depuis plus de trois décennies, l'idée selon laquelle, l'igname serait une plante stérile a été abandonnée et des descendances hybrides intraspécifiques ont même été obtenues par croisement d'accessions de *D. rotundata* (Akoroda, 1983 ; Zoundjihékpon, 1993). Mais le taux de fructification est très faible. En effet, Akoroda (1983) a rapporté un taux de fructification de 12% au Nigéria. En Nouvelle Calédonie, des taux de fructifications variant de 23 à 35% ont été rapportés (Lebot *et al.*, 2019). Plusieurs raisons dont le taux d'avortement élevé de 80 à 100% (Zoundjihékpon, 1993) et la mauvaise période de pollinisation sont évoquées pour expliquer ces faibles taux de fructification. En effet, les auteurs rapportent différentes périodes d'ouverture des fleurs mâles et de réceptivité des fleurs femelles. Ainsi pour Akoroda (1984) toutes les fleurs s'ouvrent entre 12h et 14h au Nigeria. Par contre en Guadeloupe, Bulle-Legrand (1983) a indiqué que les fleurs d'igname de l'espèce *D. rotundata* s'ouvrent à partir de 9 heures et elles se ferment vers 13h. Par ailleurs, en Inde, Abraham et Nair (1990) ont trouvé que les fleurs mâles s'ouvrent vers 12h30 et les femelles, entre 13h00 et 14h30. Pourtant Nair *et al.* (1987), avaient déjà signalé qu'en Inde, l'anthèse chez les fleurs mâles a lieu entre 9h30 et 11h30 tandis qu'elle a lieu entre 9h et 12h pour les fleurs femelles. Ainsi, la pollinisation en dehors des périodes optimales de réceptivité des fleurs femelles et de maturité des fleurs mâles rendrait aléatoire la formation de fruits. En Côte d'Ivoire, Zoundjihékpon (1993) a obtenu des taux de fructifications faibles allant de 0 à 20% sur des parcelles isolées, en pollinisation libre. Cette étude a visé principalement l'amélioration du taux de fructification chez *D. rotundata* par pollinisation manuelle, en comparant différents couples de géniteurs et deux périodes de pollinisation dans la journée en conditions naturelles.

## **2.Materiel et Methodes**

### **Site d'expérimentation**

L'essai a été conduit à la Station de Recherche sur les Cultures Vivrières du Centre National de Recherche Agronomique (SRCV/CNRA) située à Bouaké, au Centre de la Côte d'Ivoire, à 7°46' de latitude Nord, 5°06' de longitude Ouest et 376 m d'altitude (N'zi *et al.*, 2010). Dans cette région, quatre saisons se distinguent : une grande saison sèche (octobre à mars), une grande saison de pluies (avril à juin), une petite saison sèche (juillet à août) et une petite saison de pluies (septembre à octobre). Toutefois, ces séquences sont de moins en moins marquées ces dernières années (Brou *et al.*, 2005). La pluviométrie est de 1200 mm par an, avec une température moyenne de 25,73°C (Akassimadou et Yao-Kouamé, 2014).

Au cours des travaux d'expérimentation en 2016, la pluviométrie annuelle sur le site a été de 1011 mm avec une température moyenne de 27°C (Figure 1). Les sols sur ce site sont ferrallitiques, gravillonnaires, remaniés, peu profonds et issus d'un matériau d'altération granitique (N'Cho, 1991).

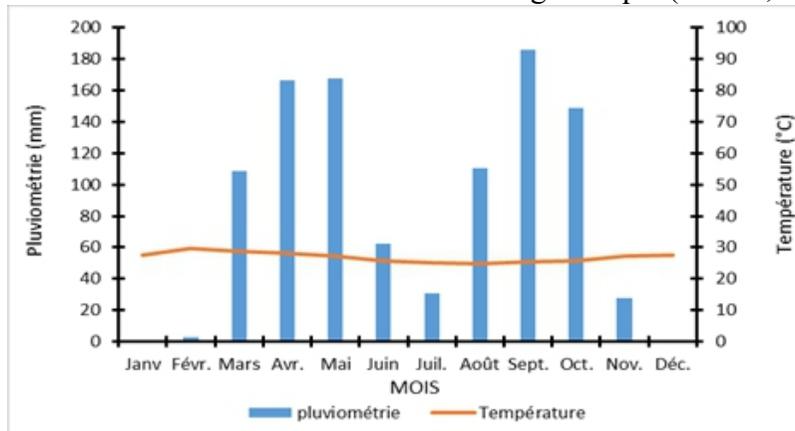


Figure 1 : Diagrammes ombrothermiques du site d'étude au cours de l'année 2016

## 2.1. Matériel végétal

Onze (11) clones d'igname de l'espèce *D. rotundata*, issus de la collection du CNRA-Bouaké, ont été utilisés pour la réalisation de cette étude. Il s'agit de quatre clones femelles C20, Cnraigr09/00001, TDr 99/02562, et Krenglè et de sept clones mâles CIVCDr072, CIVCDr332, CIVCDr111, CIVCDr247, TDr95/18555, TDr00/00380 et Kponan. Ces clones ont été retenus pour leur bon rendement ou leur tolérance aux viroses ou à l'anthracnose de l'igname (Tableau 1).

Tableau 1: Caractéristiques des variétés d'igname utilisées

Nom des variétés	Type de variétés	Sexe	Rendement (t/ha)	Niveau de sensibilité aux Virose	sensibilité aux Anthracnose
Krenglè	cultivar	F	24	MR	T
C20	amélioré	F	26	MR	MR
Cnraigr09/00001	hybride	F	27	MR	T
TDr99/02562	hybride	F	38	MR	T
Kponan	cultivar	M	27	MR	MR
CIVCDr072	hybride	M	29	MR	MR
CIVCDr332	hybride	M	10	MR	MR
CIVCDr247	hybride	M	18	MR	MR
CIVCDr111	hybride	M	10	MR	MR
TDr95/18555	hybride	M	35	T	T
TDr00/00380	hybride	M	15	T	MR

F : femelle ; M : mâle ; T : tolérant; MR : modérément résistant ;

## **2.2.Méthodes**

### **❖ Mise en place de l'expérimentation**

Les clones mâles et femelles de *D. rotundata* ont été plantés séparément dans deux blocs distants d'environ 500 m en vue d'assurer la pureté de croisements, car la pollinisation est entomophile chez l'igname Burkill (1960). Les clones mâles ont été plantés 2 semaines avant les clones femelles pour permettre une synchronisation des périodes de floraisons. Ainsi les clones mâles et femelles ont été plantés respectivement au début et au milieu du mois d'avril 2016. Dans le bloc mâle, chaque clone a été planté sur une ligne composée de 20 buttes. Le bloc femelle a été mis en place selon un dispositif en bloc de Fisher avec 3 répétitions. Chaque parcelle élémentaire recevant un seul et même clone a été composée de 60 buttes sur une superficie de 120 m<sup>2</sup>. Les buttes ont été séparées de 2 m sur la ligne et de 2 m entre les lignes.

### **❖ Conduite de l'expérimentation**

Les tiges lianescentes des plants ont été attachées à des tuteurs constitués de branchages d'arbustes deux à trois mois après la plantation des clones d'igname. Un apport d'engrais constitué d'urée, à la dose de 100 kg/ha, et de NPK (15-22-22), à la dose de 200kg/ha, a été effectué 3 mois après la plantation dans le but d'assurer un bon développement des plants.

### **❖ Réalisation de la pollinisation manuelle**

Au total, 28 couples de croisements ont été réalisés lors de la pollinisation, chacun des 7 clones mâles ayant été croisé avec les 4 clones femelles. Les croisements ont été réalisés sur deux plages horaires différentes H1 (7h30 à 11h) et H2 (11h à 13h30).

Le choix de ces deux plages horaires se justifie par la non-concordance des périodes d'ouverture et de maturité des fleurs mâles, la durée de vie des pollens et l'horaire optimum de pollinisation selon Abraham et Nair (1990). Pour cet auteur, les pollens arrivent en pleine maturité à 12h30 et restent viables entre 4 et 5h, la pollinisation en dehors de la période allant de 12h à 15h ne pourrait donner des résultats satisfaisants. Par contre, Bulle-Legrand (1983) et Nair *et al.* (1985) ont trouvé que les fleurs mâles s'ouvrent à partir de 9h. De plus, les observations effectuées sur les parcelles d'essais ont permis de constater la présence de fleurs mâles matures et souvent ouvertes bien plus tôt le matin. Les deux horaires tiennent compte des résultats de ses différents travaux et devront permettre d'approfondir les acquis liés à la période de pollinisation. Les croisements ont essentiellement eu lieu pendant les mois d'août et septembre de l'année 2016. Le choix des combinaisons parentales pendant les heures de croisement a été fait selon la disponibilité des fleurs à maturité dans le bloc mâle et également la réceptivité des fleurs femelles.

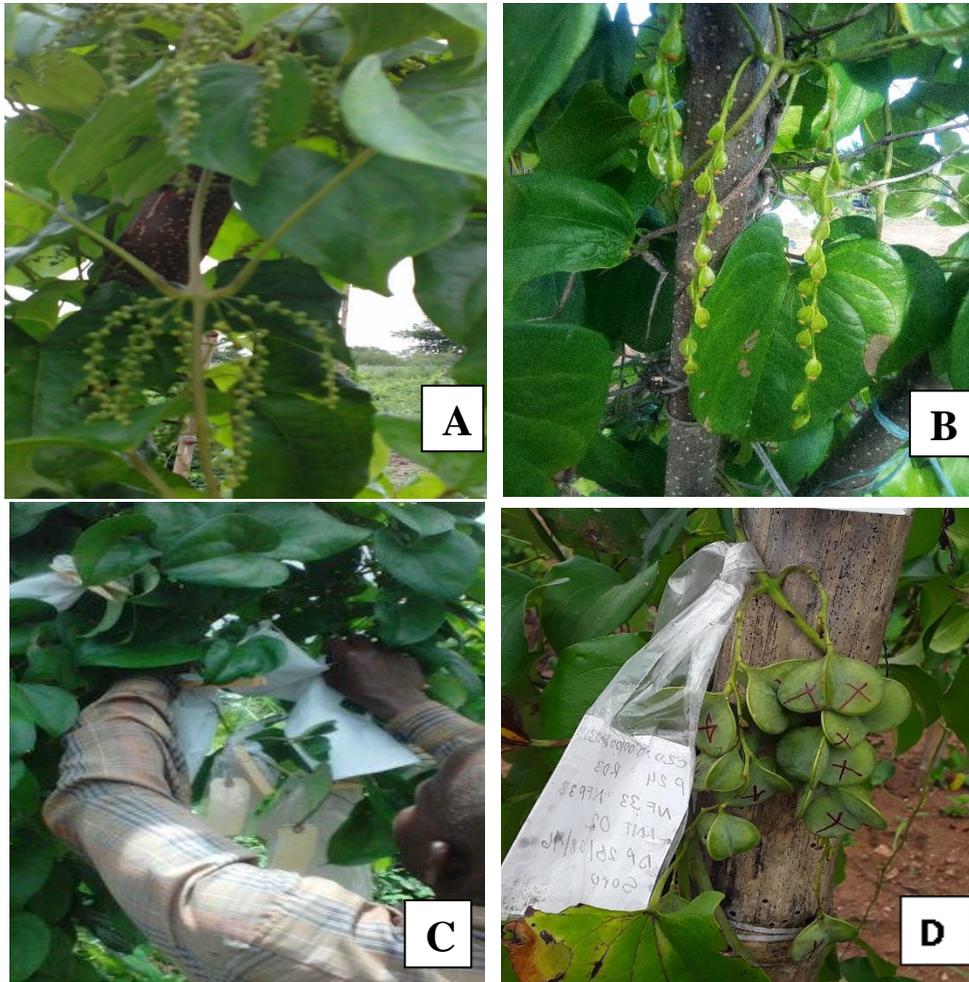
Deux à trois semaines après leur émission, les fleurs femelles ont été enveloppées dans un sac en tissu. Huit à dix jours plus tard, les fleurs mâles à maturité ont été récoltées dès 7 heures du matin et transportées dans des petits récipients dans la parcelle des clones femelles. Les fleurs femelles réceptives, préalablement identifiées, ont été pollinisées avec les pollens des fleurs mâles disponibles le même jour. Pour la pollinisation, le bouton floral sur l'inflorescence mâle a été ouvert à l'aide d'une aiguille pour extraire l'anthere. Celui-ci est déposé sur le stigmate des fleurs femelles. Juste après la pollinisation, les inflorescences ont été protégées avec les mêmes sacs en tissu pendant deux semaines. Au bout des deux semaines, les sacs ont été retirés. L'évolution des fruits est suivie jusqu'à la sénescence des plants.

#### ❖ **Données collectées**

Les données collectées ont été le nombre de fleurs pollinisées (NFP) et le nombre de fruits formés (NFF). A la sénescence des plants femelles, les fruits ont été récoltés et le taux de fructification par combinaison de clones parentaux a été calculé selon la formule suivante : Taux de fructification = Nombre de fruits formés (NFF) x100 / Nombre de fleurs pollinisées (NFP).

### 2.3. Analyse des données

A partir des données recueillies, la comparaison de  $k$  proportions s'appuyant sur le test du  $\text{Khi}^2$  et la méthode de Monte Carlo a été utilisée pour comparer les taux de fructification avec le logiciel XLSTAT version 7.5. Lorsqu'une différence significative est révélée à travers le test  $\text{Khi}^2$ , la procédure de Marascuilo a été utilisée pour identifier les proportions responsables de la présence de différences significatives et de former ainsi des groupes homogènes (Sunanda et Naser, 2016).



*Photo 1: A: Inflorescences mâles; B: Inflorescences femelles; C: Séance de pollinisation; D: Fructification.*

### 3. Résultats

Au total 30061 fleurs femelles, soit 16353 à la plage horaire H1 et 13708 à la plage horaire H2, ont été pollinisées. Les clones femelles de toutes les

combinaisons parentales ont produit des fruits, mais les taux de fructification ont varié en fonction des horaires de pollinisation.

### 3.1 Efficacité de la pollinisation selon les plages horaires des croisements

Le taux moyen de fructification a été globalement faible (7,48%). Les taux de fructification obtenus pendant les deux plages horaires ont été statistiquement différents. En effet, 1395 fruits, soit 8,53% de fructification, ont été récoltés sur les 16353 fleurs pollinisées pendant la plage horaire H1. Pour la plage horaire H2, 854 fruits, représentant 6,22% de fructification, ont été obtenus à partir des 13708 fleurs pollinisées.

### 3.2 Taux de fructification des clones femelles

Le tableau 2 présente les taux de fructification des clones femelles en fonction des deux plages horaires. Ils ont tous produit des fruits, quel que soit l'heure de pollinisation. Pour chaque plage horaire, des différences significatives ont été observées entre ces clones pour les taux de fructifications. Ainsi, les taux de fructification de 18,07 pour le clone Cnraigr09/00001 et 8,66% pour le clone Krenglè pendant la plage horaire H1, ont été significativement supérieurs à ceux obtenus pendant la plage horaire H2 qui ont été respectivement de 14,06 et 5,56%. Cependant, pour les clones femelles C20 et TDr99/02562, les taux de fructification ont été quasiment les mêmes d'une plage horaire à l'autre.

**Tableau 2 :** Taux moyens de fructification obtenus en fonction des clones femelles de *D. rotundata* et des plages horaires des pollinisations manuelles

Combinaisons de clones	Clones Femelles	Plages Horaires	NFP	NFF	Taux de fructifications (%)	Taux moyen de fructifications (%)
1	C20	H1	4000	172	4,30 b	4,28
		H2	3193	136	4,26 b	
2	Krenglè	H1	3142	272	8,66 c	7,15
		H2	2951	164	5,56 b	
3	TDr99/02562	H1	4547	108	2,38 a	2,39
		H2	4350	105	2,41 a	
4	Cnraigr09/00001	H1	4664	843	18,07 e	16,44
		H2	3194	449	14,06 d	

*NFP : Nombre de fleurs pollinisées ; NFF : Nombre de fruits formés ; H1 : Plage horaire 1 ; H2 : Plage horaire 2. Les valeurs des taux de fructification suivies des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes au risque d'erreur de 5%*

### 3.3 Taux de fructification induits par les clones mâles

L'utilisation des fleurs mâles matures non encore ouvertes a induit la production de fruits, quelle que soit la combinaison de clones (Tableau 3). Le

taux moyen de fructification le plus élevé (11,47%) a été obtenu avec le clone mâle TDr95/18555 pour 381 fruits récoltés sur 3321 fleurs pollinisées. Le clone Kponan, avec 145 fruits dénombrés sur 3084 fleurs pollinisées a induit le plus faible taux moyen de fructification soit 4,70%. Par ailleurs, des différences significatives ont été observées entre les taux de fructification induits par les mâles sur les deux plages horaires de pollinisation. Pour le clone TDr95/18555, où le nombre de fleurs pollinisées a été quasiment le même sur les deux plages horaires H1 (1698) et H2 (1623), les nombres de fruits formés ont été de 276 (16,30%) et 105 (6,47%) respectivement. Sur la plage horaire H2, le clone CIVCDr072 a induit le plus faible taux de fructification (0,68%), tandis que le clone TDr95/18555 a donné le taux de fructification le plus élevé (16,30%), à la plage horaire H1 contre 6,47% à la plage horaire H2 (Tableau 3).

**Tableau 3 :** Taux moyens de fructification induits par les clones mâles de *D. rotundata* pendant les deux plages horaires de pollinisation

Clones mâles	Taux de fructification (%)	Taux de fructification H1 (%)	Taux de fructification H2 (%)	Taux moyen de fructification (%)
CIVCDr072	9,30 cde	0,68 a		4,78
Kponan	3,49 b	5,98 bc		4,70
TDr00/00380	9,82 de	5,09 b		7,59
CIVCDr332	6,35 bcd	5,14 b		5,61
CIVCDr247	8,97 cde	10,30 def		9,31
CIVCDr111	9,95 de	11,41 ef		10,83
TDr95/18555	16,30 f	6,47 bcd		11,47

*Les pourcentages suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ( $P \leq 0.05$ ). H1 : horaire 1 ; H2 : horaire 2*

### 3.4 Les taux de fructifications des combinaisons de clones à chacune des deux plages horaires H1 et H2

Le taux de fructification pour la plage horaire H1 a varié de 1,04% pour le couple TDr99/02562 x TDr00/00380 à 75% pour le couple Cnraigr09/00001 x CIVCDr332. Ces taux ont été significativement différents entre couples, traduisant un effet couple, pour ce paramètre entre 7h30 et 11h. Ainsi, tous les couples formés avec le clone femelle Cnraigr09/00001 ont eu des taux plus élevés par rapport aux couples impliquant TDr99/02562, C20 et Krenglè. Les combinaisons faisant intervenir ce clone ont obtenu des taux de fructification variant entre 11,11 et 75% notamment avec le clone mâle CIVCDr332.

Pour la plage horaire H2, les taux de fructifications les plus élevés ont été obtenus avec les combinaisons de clones C20 x Kponan (20,69%) ; TDr99/02562 x CIVCDr247 (20,69%) et Cnraigr09/00001 x CIVCDr332 (38,71%) tandis que TDr99/02562 x TDr00/00380 avait le plus faible taux de

fructification (1,32%). Une différence significative a été également obtenue entre les combinaisons de clones pour cette plage horaire. Les résultats du tableau 4 présentent les différents groupes homogènes qui se distinguent.

**Tableau 4 :** Taux de fructification observés pour les différentes combinaisons de clones de *D. rotundata* sur chacune des deux plages horaires H1 et H2

Combinaisons de clones	Taux de fructification (%)	Taux de fructification H1 (%)	Taux de fructification H2 (%)	Taux moyen de fructification (%)
TDr99/02562 x TDr00/00380	1,04 a	1,32 a	1,16	1,16
Krenglè x Kponan	2,30 ab	2,79 ab	2,61	2,61
C20 x Kponan	3,02 ab	20,69 d	8,74	8,74
C20 x TDr00/00380	3,56 ab	3,09 ab	3,33	3,33
TDr99/02562 x CIVCDr247	3,69 ab	20,69 d	4,90	4,90
TDr99/02562 x TDr95/18555	4,73 abc	2,74 ab	3,63	3,63
TDr99/02562 x CIVCDr111	5,60 abc	6,49 abc	6,06	6,06
Krenglè x CIVCDr247	7,69 abcd	3,40 ab	5,30	5,30
C20 x TDr95/18555	8,78 bcd	3,47 ab	6,42	6,42
Krenglè x TDr00/00380	9,27 cd	8,88 bcd	9,15	9,15
C20 x CIVCDr111	9,45 cd	15,70 d	11,22	11,22
Krenglè x CIVCDr072	10,15 cd	1,34 a	6,26	6,26
Cnraigr09/00001 x Kponan	11,11 cd	14,67 cd	12,26	12,26
Cnraigr09/00001 x CIVCDr247	15,86 d	17,66 d	16,35	16,35
Cnraigr09/00001 x TDr00/00380	16,29 d	10,31 cd	14,08	14,08
Krenglè x TDr95/18555	16,92 d	14,37 cd	15,49	15,49
Cnraigr09/00001 x CIVCDr111	17,58 d	15,38 d	15,86	15,86
Cnraigr09/00001 x TDr95/18555	35,41 e	8,78 abcd	25,07	25,07
Cnraigr09/00001 x CIVCDr332	75,00 f	38,71 e	51,06	51,06

*Les pourcentages suivis des mêmes lettres ne sont pas significativement différentes ( $P \leq 0,05$ ). H1 : horaire 1 ; H2 : horaire 2*

### 3.6 Influence des périodes de pollinisation sur le taux de fructification pour chaque combinaison de clones

Les taux de fructifications présentent une différence statistiquement significative en fonction des deux horaires. Cette différence est marquée par le couple Cnraigr09/00001 x TDr95/18555. En effet, le tableau 5 indique la valeur du test statistique pour ce couple (0,266) qui est bien supérieur à la valeur critique (0,195).

**Tableau 5 :** Comparaison du taux de fructification par combinaisons de clones en fonction des deux plages horaires de croisement selon la procédure de Marascuilo.

Numéros des combinaisons de clones	Contraste	Valeur	Valeur critique	Significatif	
1	C20 x Kponan	H1-H2	0,177	0,226	Non
2	C20 x TDr00/00380	H1-H2	0,005	0,046	Non
3	C20 x TDr95/18555	H1-H2	0,053	0,110	Non

4	C20 x CIVCDr111	H1-H2	0,063	0,219	Non
5	Krenglè x Kponan	H1-H2	0,005	0,069	Non
6	Krenglè x TDr00/00380	H1-H2	0,004	0,093	Non
7	Krenglè x TDr95/18555	H1-H2	0,025	0,210	Non
8	Krenglè x CIVCDr072	H1-H2	0,088	0,107	Non
9	Krenglè x CIVCDr247	H1-H2	0,043	0,117	Non
10	TDr99/02562 x TDr00/00380	H1-H2	0,003	0,026	Non
11	TDr99/02562 x TDr95/18555	H1-H2	0,020	0,084	Non
12	TDr99/02562 x CIVCDr111	H1-H2	0,009	0,093	Non
13	TDr99/02562 x CIVCDr247	H1-H2	0,170	0,378	Non
14	Cnraigr09/00001 x Kponan	H1-H2	0,036	0,239	Non
15	Cnraigr09/00001 x TDr00/00380	H1-H2	0,06	0,085	Non
16	Cnraigr09/00001 x TDr95/18555	H1-H2	<b>0,266</b>	<b>0,195</b>	<b>Oui</b>
17	Cnraigr09/00001 x CIVCDr111	H1-H2	0,022	0,186	Non
18	Cnraigr09/00001 x CIVCDr332	H1-H2	0,363	0,450	Non
19	Cnraigr09/00001 x CIVCDr247	H1-H2	0,018	0,166	Non

*H1 : horaire 1 ; H2 : horaire 2*

#### 4. Discussion

Tous les clones utilisés dans cette étude sont bien florifères et fructifères. Toutes les femelles pollinisées ont donné des fruits, quelle que soit la plage horaire de pollinisation. Des taux de fructification atteignant 75% ont pu être obtenus. Les taux de fructifications pour les mêmes combinaisons de clones ont été quasiment identiques entre les deux horaires à l'exception du couple Cnraigr09/00001 x TDr95/18555. Ainsi, il apparaît donc que la pollinisation peut être réalisée entre 7 H 30 et 15 h sans discontinuité et sans que cela n'affecte la formation des fruits. Ce résultat peut s'expliquer par le fait que les fleurs femelles peuvent rester réceptives pendant 6 à 7 jours selon Bradshaw (2010). De plus, Zoundjihekpon (1993) a fait remarquer que chez l'igname les fleurs femelles s'ouvrent dès qu'elles sont matures, quelle que soit l'heure de la journée ou même de la nuit et restent ouvertes jusqu'à la fanaison. Akoroda (1985) avait fait également le même constat au Nigéria. Il a conclu que les fleurs femelles s'ouvrent à tout moment de la journée. Toutefois, il y a eu des différences entre les clones femelles pour le taux de fructification. Ces variations pourraient être liées aux clones utilisés comme mentionné par Akoroda (1985).

En ce qui concerne l'efficacité des fleurs mâles, les taux de fructifications ont varié selon les clones et les plages horaires de pollinisation. La plupart des clones mâles utilisés ont donné des taux de fructification sensiblement plus élevés à l'horaire H1 par rapport à H2. Toutefois ces taux de fructification restent globalement faibles. Ces faibles taux pourraient être liés à la courte période de viabilité entraînant une baisse de la fertilité du pollen. En effet, Abraham et Nair (1990) ont indiqué que les pollens arrivent à pleine maturité à 12h et qu'ils ne restent viables que pendant 4 à 5h après

l'ouverture de la fleur. Par ailleurs, c'est entre 9h30 et 11h30 qu'a lieu la maturation du pollen chez *D. rotundata* selon Nair *et al.*, (1987) alors que pour des espèces telles que *D. alata*, *D. deltoidea*, *D. fkoribunda* et *D. composita*, elle se déroule entre 4h et 6h du matin avant l'ouverture des fleurs entre 5h et 10h (Rao *et al.*, 1973). Les résultats indiquent qu'il existe une variation de la période de maturation des pollens en fonction de l'espèce, et selon le géniteur mâle.

L'effet de la période de pollinisation a été significatif au niveau des combinaisons de clones. En effet, la plage horaire H1 a permis d'obtenir de meilleurs taux de fructification notamment pour les combinaisons impliquant le clone femelle Cnraigr09/00001. Sur les 4 clones femelles, Cnraigr09/00001 s'est montré bien plus florifère et fructifère que les clones TDr99/02562, C20 et Krenglè. Cette caractéristique serait dans un premier temps à la base des taux moyens de fructification élevés observés avec ce clone. Ces résultats sont en accord avec ceux de (Doku, 1973) et (Akoroda, 1985) qui ont indiqué que le taux de fructification est fonction de la variété. En effet, ce clone femelle est un hybride et cette caractéristique pourrait être à la base de ses bonnes performances reproductives par rapport aux autres clones femelles. Selon Zoundjihékpon (1993), certains hybrides sont beaucoup plus florifères que les cultivars traditionnels avec quelquefois 400 à 1500 fleurs sur un seul pied. Sadik et Okereke (1975) ont également fait des observations similaires en mentionnant que le taux de floraison dans une population d'hybrides peut aller jusqu'à 80% par rapport aux populations constituées de cultivars traditionnels dont la floraison ne dépasse guère 45%. En outre, l'efficacité de la reproduction chez cette espèce d'igname, pourrait aussi être liée à l'âge de l'hybride, puisque Cnraigr09/00001 est le plus récent des hybrides utilisés. En effet, plus la variété est ancienne donc plus âgée, plus sa capacité reproductive baisse. Cela est en accord avec les observations de Onwueme (1982) et Degras (1986) qui indiquent que chez les espèces d'igname cultivées, la multiplication par l'homme est à l'origine de la dégénérescence des caractères sexuels qui se traduit en particulier par une réduction de l'expression florale.

## Conclusion

L'obtention de fruits pendant les deux plages horaires avec toutes les combinaisons de clones dans cette étude indique la possibilité de réaliser des croisements manuels toute la matinée jusqu'en début d'après-midi. Toutefois, la fructification est faible et est fonction des deux géniteurs. Des fruits sont obtenus avec les cultivars traditionnels, mais ils sont plus abondants avec les hybrides surtout comme géniteur femelle. Pour optimiser ces croisements, d'autres paramètres tels que les niveaux de ploïdie, la dextérité des manipulateurs, doivent être pris en compte.

## Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier la Fondation Bill et Melinda Gates (BMGF) et l'Institut International d'Agriculture Tropicale (IITA) pour le financement de ces travaux.

## References:

1. Abraham, K. et Nair, P. G. (1990). Floral biology and artificial pollination in *Dioscorea alata*. *Euphytica*, 48:45-51.
2. Akassimadou. et Yao-Kouamé. (2014). Caractéristiques morpho pédologiques et potentiels d'un sol de bas-fond secondaire développé sur granito-gneiss en région de savane guinéenne (Centre de la Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 79: 6968-6982 .
3. Akoroda, M. O. (1983). Floral biology in relation to hand pollination of white yam. *Euphytica*, 32: 831-838.
4. Akoroda, M. O. (1984). Estimating pollen viability for controlled hybridization in white yam. *Crop Research*, 24: 11-22.
5. Akoroda, M. O. (1985). Pollination management for controlled hybridization of white yam. *Scientia Horticulturae*, 25: 201-209.
6. Allogni, W. N., Coulibaly, O., Djade, M. K., Hounkponou, S. et Cornet, D. (2006). Impact de la mécanisation de la transformation des tubercules d'igname et de racines de manioc en cossettes sur les moyens d'existence durables des ménages en Afrique de l'ouest : cas du Bénin et du Togo. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, 52: 32-46.
7. Asiedu, R. (2003). Yam in West Africa: Production and collaborative research. *Agronomie Africaine*, Numéro spécial 4, 173-176.
8. Ayisah, K. D., Banito, A. et Gumedzoe, Y. M. D. (2014). Criblage de clones d'ignames du complexe *Dioscorea cayenensis-rotundata* pour la résistance au virus de la mosaïque de l'igname (YMV) au Togo. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 8(5), 2198.
9. Babajide, J. M., Bello, O. Q. et Babajide, S. O. (2010). Quantitative determination of active substance (preservatives) in *Piliostigma thonningii* and *Khaya ivorensis* leaves and subsequent transfer in td dry-yam. *African Journal of Food Science* Vol. 4(6): 382-388.
10. Bouret, D. (1973). Etude ethnobotanique des Diocoréacées alimentaires. Ignames de Nouvelle Calédonie. Thèse de III<sup>e</sup> Cycle, Faculté des Sciences de Paris IV, 131 p.
11. Bulle-Legrand, H. (1983). Etude de la floraison de quatre espèces d'ignames en vue d'une amélioration par la voie sexuelle. Thèse de

- Doctorat de 3<sup>è</sup> cycle. Spécialité : Développement et amélioration des végétaux. Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay :158 p.
12. Burkill, I. H. (1960). The orgnography and the evolution of the Dioscoreaceae, the family of yams. *J. Linn. Soc., (Bot)*, 56 (367): 319-412.
  13. Bradshaw, J. E. (2010). Root and tuber crops, Handbook of plant breeding. Springer New York, vol 7, 295p.
  14. Brou, Y., Akindès, F. et Bigot, S. (2005). La variabilité climatique en Côte d'Ivoire : entre perceptions sociales et réponses agricoles. *Cahiers. Agricultures*. 14 (6): 533 – 540.
  15. Chukwu, G. O. et Ikwelle, M. C. (2000). Yam: Threats to its sustainability in Nigeria News NRCRI Uudike, P.M.B. Umuahia, Abia State, 17(1): 1-7.
  16. Dansi, A., Dantsey-Barry, H., Agré, A. P. Dossou-Aminon, I., Assogba, P., Loko, Y. L., Sunu, D. Y., N'Kpenu, E. K., Kombaté, K., Dansi, M. et Vodouhè, R. (2013). Production constraints and farmers' cultivar preference criteria of cultivated yams (*Dioscorea cayenensis-D. rotundata* complex) in Togo. *International Journal. Applied. Biology and. Pharmaceutical. Technology*, 4(2): 191–199.
  17. Degras, L. (1986). L'igname: Plante à tubercule tropicale. Techniques agricoles et productions tropicales, Edition G.p. Maisonneuve et Larose. Paris, Agence de Coopération Culturelle et Technique, 408p.
  18. Doku, E.V. (1973). Sexuality and reproductive biology in Ghanaian yam *Dioscorea* species cultivars. I. Preliminary studies. *Third Intern. Symp. on Trop. Root Crops*, IITA, Ibadan, 7 p.
  19. Dumont, R., Dansi, A., Vernier, P. et Zoundjihékpon, J. (2005). Biodiversité et domestication des ignames en Afrique de l'ouest: pratiques traditionnelles conduisant à *Dioscorea rotundata*. *Collection Repères*, Montpellier, France, CIRAD, 119 p.
  20. FAOSTAT (2019). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Consulté le 20 septembre 2019, <http://www.fao.org/faostat/fr/#data/QC>
  21. Hamon, S. (2014). Diversité Adaptation et Développement des plantes. Centre IRD 911, Avenue Agropolis 34394 Montpellier Cedex 5 France, *DIADE Newsletter*, 14: 1-8
  22. Kouakou, A. M. (2010). Diversité génétique des ignames *Dioscorea alata* L. (*Dioscoreaceae*) en Côte D'Ivoire. Thèse de Doctorat d'Etat ; Université d'Abidjan, 120 pages.
  23. Lebot, V., Abraham, K., Kaoh, J., Rogers, C. et Molisalé, T. (2019). Development of anthracnose resistant hybrids of the

- Greater Yam (*Dioscorea alata* L.) and interspecific hybrids with *D. nummularia* Lam. Genetic Resources and Crop Evolution. Volume 66, Issue 4, pp 871-883.
24. N'Cho, B., (1991). Modélisation de l'accès des racines de maïs (*Zea mays*) à l'azote. Expérimentation au champ en Centre Côte d'Ivoire. Mémoire de DIAT-ESAT, Montpellier, France, 22 p.
  25. N'zi, J. C., Kouamé, C., N'guetta, A. S. P., Fondio, L., Djidji, A. H. et Sangaré A. (2010). Evolution des populations de *Bemissia tabaci* Genn. Selon les variétés de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) au Centre de la Côte d'Ivoire. *Scien. & Nat.*, 7 (1) : 31-40.
  26. Nair, S.G., Abraham, K. et Sreekumari, M.T. (1987). Stigma receptivity in white yam (*Dioscorea rotundata*, Poir). In *Tropical Tuber Crops Production and utilization. Proceedings of the National Symposium. November, 27-29, 1985: 71-74.*
  27. Onwueme, I.C. (1982). Stratégies de recherches pour l'amélioration de l'igname en Afrique. In : *Plantes-racines tropicales: stratégies de, recherches pour les années 80*, Terry E.R., Oduro K.A. et Caveness F., éd., IDRC-163€, Ottawa, Canada, 184-187.
  28. Rao, V. R., Bammi, R. K. et Randhawa, G. S. (1973). Interspecific hybridization in the genus *Dioscorea*. *Annals of Botany*, 37: 395-401.
  29. Sadik, S. et Okereke, O.U. (1975). Flowering, pollen grain germination, fruiting, seed germination and seedling development of white yam, *Dioscorea rotundata*. *Annals of Botany*, 39: 597-604.
  30. Sunanda, T. W. et Naser A. R. (2016). Marascuilo method of multiple comparaisons (an analytical study of caesarean section delivery). *International Journal of Contemporary Medical Research*, 3(4):1137-1140.
  31. Toure, B. et Ahoussou, N. (1982). Etude de comportement en collection des ignames (*Dioscorea* spp.) dans deux régions écologiques différentes de la Côte d'Ivoire. In *yams MIEGE et LYONGA*, édition 1982, 23-30.
  32. Zoundjiekpon, J. K. (1993). Biologie de la reproduction et génétique des ignames cultivées de l'Afrique de l'ouest, *Dioscorea cayenensis-rotundata*. Thèse doctorat 3<sup>e</sup> cycle. FAST, Université national de Côte d'Ivoire. 362 pages.