



Research Paper

Etude de l'influence de quelques traitements prégerminatifs et de substrats sur les paramètres de germination de cacaoyer (*Theobroma cacao* L) à Kisangani, province de la Tshopo, RD Congo

Nicolas OSE W'OSE¹, Sylvain SOLIA EDONDOTO², Albert OKUNGO LOTOKOLA³.

- ^{1.} Institut Supérieur d'Etudes Agronomiques de Basoko B.P : 51, République démocratique du Congo ; osenicos@gmail.com
- ^{2.} Laboratoire d'Eco physiologie et nutrition des plantes; Institut Facultaire de Sciences Agronomiques de Yangambi B.P: 1232 Kisangani; République démocratique du Congo ; sylvainsoliaac@gmail.com
- ^{3.} Laboratoire d'Eco physiologie et nutrition des plantes; Institut Facultaire de Sciences Agronomiques de Yangambi B.P: 1232 Kisangani; République démocratique du Congo ; lotokongo@gmail.com

Received 14 Jan., 2025; Revised 24 Jan., 2025; Accepted 26 Jan., 2025 © The author(s) 2025.

Published with open access at www.questjournas.org

Résumé

En vue de dégager l'influence des quelques traitements prégerminatifs et des substrats de germination sur le temps de germination, la vitesse de germination et la capacité germinative des fèves de cacaoyer ainsi que la durée de germination, une étude a été réalisée. Les fèves ont été soumises à deux types de trempage : dans de l'eau chaude à 35 °C et à température ambiante, puis semées dans quatre substrats différents : terreaux forestiers, ordures ménagères, déjections de porcs, et un mélange de ces trois substrats en proportions presque égales.

Les résultats obtenus se présentent de la manière suivante :

- Taux de levée a été respectivement en moyenne de 100% pour F₃ (Fèves trempées dans l'eau chaude) ; 99,88% pour F₂ (Fèves trempées dans l'eau à la température ambiante) et 97,75% pour F₁ (Fèves non traitées). Quant aux substrats, la capacité germinative a été en moyenne de 100% pour T₂ (Déjections des porcs) et T₃ (Mélanges) ; enfin 98,67% pour T₁ (Ordures ménagères) et 98,17% pour T₀ (Terreaux forestiers);
- Le début de levée a été respectivement en moyenne de 6^{ème} jour pour F₃ (Fèves trempées dans l'eau chaude) ; 6,5^{ème} jours pour F₂ (Fèves trempées dans l'eau à la température ambiante) et 8,5^{ème} jours pour F₁ (Fèves non traitées) tandis que par rapport aux substrats, le temps du début de levée a été en moyenne de 7,3^{ème} jours pour T₀ (Terreaux forestiers) et T₁ (Ordures ménagères) ; 6,6^{ème} jours pour T₂ (Déjections des porcs) et T₃ (Mélanges des trois substrats);
- La vitesse de levée a été respectivement en moyenne de 44,75% pour F₃ (Fèves trempées dans l'eau chaude) ; 40,25% pour F₂ (Fèves trempées dans l'eau à la température ambiante) et 14,87% F₁ (Fèves non traitées); par rapport au substrat elle a été en moyenne de 27,3% pour T₀ (Terreaux forestiers) ; 31% pour T₁ (Ordures ménagères) ; 38,6% pour T₂ (Déjections des porcs) et 36,16% pour T₃ (Mélange des trois substrats);
- La durée de levée a été respectivement en moyenne pour les traitements prégerminatifs de 10,5 jours pour F₂ (Fèves trempées dans l'eau à la température ambiante) ; 11,25 jours pour F₃ (Fèves trempées dans l'eau chaude) et 13,25 jour pour F₁ (Fèves non traitées); et cette durée par rapport aux des substrats a été respectivement en moyenne de 15 ; 14 ; 8 et 9 jours ; soit T₀ (Terreaux forestières), T₁ (Ordures ménagères), T₂ (Déjections des porcs), T₃ (Mélange des substrats).

L'ensemble de ces résultats obtenus sur les paramètres germinatifs indique que le trempage dans l'eau à 35 C amélioré significativement du point de vue taux de levée, début de levée, et vitesse de levée comparativement au trempage dans l'eau à la température ambiante (F₂) du fait qu'elle favorisé sensiblement la germination. Pour les quatre substrats testés, on note que le substrat mélange (T₃) offre les meilleures performances en termes de germination des fèves de cacaoyer comparativement à l'utilisation séparée.

- **Mots clés** : Traitement prégerminatif ; substrat ; germination ; cacaoyer et Kisangani

I. Introduction

Le cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) est une plante tropicale dont la culture représente une source importante de revenus pour de nombreux pays producteurs dans le monde, notamment en Afrique de l'Ouest et en Amérique Latine. En République Démocratique du Congo (RDC), le cacao est cultivé dans diverses régions, notamment la province de la Tshopo, mais la production demeure sous-exploitée malgré un potentiel agronomique considérable (Bari, 2018).

La culture du cacaoyer est influencée par plusieurs facteurs environnementaux, économiques et techniques. Parmi ces facteurs, la germination des graines de cacaoyer joue un rôle crucial, car elle détermine la réussite des cultures futures et la qualité des récoltes (Adeyemi et al., 2019). Cependant, plusieurs obstacles limitent la germination optimale du cacao dans la région de Kisangani, notamment la qualité des semences, les conditions écologiques particulières, et la gestion des substrats de culture (Mwanza, 2017).

Les producteurs de cacao de Kisangani, dans la province de la Tshopo, font face à des défis importants liés à la faible qualité de plantules liée à une germination généralement non groupée bien qu'élevée des graines ce qui conduit à une hétérogénéité de matériel à mettre en place. Ces difficultés sont principalement dues aux conditions climatiques variables, à la faible qualité des semences et à une gestion inappropriée des substrats de germination (Garcia et al., 2021). De plus, les traitements prégerminatifs ne sont pas systématiquement appliqués, ce qui contribue à un faible taux de germination, à des semis faibles et à des rendements agricoles insuffisants (Idohou et Agbo, 2018).

Face à ces défis, il est essentiel d'analyser les pratiques agronomiques locales et d'expérimenter de nouvelles méthodes de prétraitement des semences pour améliorer les paramètres de germination et, par conséquent, les rendements du cacaoyer (Salazar et al., 2020). Par ailleurs, l'absence et la méconnaissance de substrats adaptés à la germination et à l'enracinement des semis constituent un frein majeur à l'amélioration de la production locale (Sillans & Charon, 2017).

Dans ce contexte, cette étude a pour objectif de dégager l'influence de quelques traitements prégerminatifs et des substrats de germination sur les paramètres de germination (le temps de germination, la vitesse de germination et la capacité germinative des fèves de cacaoyer ainsi que la durée de germination).

L'amélioration des conditions de germination des fèves de cacaoyer à Kisangani est essentielle pour augmenter la production de cacao, un produit à fort potentiel économique pour la RDC (Mwanza, 2017). Les techniques de germination optimisées permettraient d'obtenir des plantules de qualité supérieure, d'assurer une meilleure levée des semences et d'améliorer la rentabilité des producteurs locaux (Garcia et al., 2021). En outre, la mise en œuvre de ces traitements pourrait réduire la dépendance vis-à-vis des semences de mauvaise qualité et offrir aux producteurs une solution efficace face aux défis agricoles rencontrés dans la région (Salazar et al., 2020).

Cette étude revêt donc une importance stratégique pour l'agriculture durable en RDC et pour la sécurité alimentaire, en permettant d'augmenter les rendements tout en réduisant les coûts de production (Sillans & Charon, 2017).

La germination des fèves de cacaoyer est un processus sensible aux conditions externes, notamment à l'humidité, à la température et au type de substrat utilisé. Selon plusieurs études, les traitements prégerminatifs, tels que l'hydratation des fèves, le trempage dans des solutions nutritives ou l'utilisation d'agents stimulants de croissance, favorisent la germination en améliorant la rupture de la dormance et en renforçant la résistance des semences aux stress environnementaux (Idohou et Agbo, 2018). Par ailleurs, l'utilisation de substrats appropriés joue un rôle essentiel dans le développement des racines et la croissance des semis de cacaoyer. Des recherches ont montré que les substrats légers et bien aérés, comme le sable ou la perlite, sont plus propices à une bonne croissance des semences en garantissant une aération suffisante et une évacuation optimale de l'eau (Adeyemi et al., 2019). L'optimisation des substrats et des traitements prégerminatifs permet non seulement d'augmenter le taux de germination, mais aussi de garantir des semis plus vigoureux et plus résistants aux conditions climatiques changeantes (Garcia et al., 2021). En outre, des substrats organiques enrichis en nutriments ont montré des résultats prometteurs dans plusieurs régions de culture du cacaoyer, contribuant à une meilleure performance germinative et une croissance plus rapide des jeunes plants (Sillans & Charon, 2017).

Partant de toutes ces considérations, cette recherche a été initiée avec comme objectif de dégager l'influence des traitements prégerminatifs et des substrats de germination sur les paramètres de germination des fèves de cacaoyer. Elle est fondée sur le fait qu'il existe un des traitements prégerminatifs et un substrat plus favorable aux paramètres de germination comparativement aux autres.

I. MILIEU, MATERIELS ET METHODES

I.1. Milieu de l'étude

L'essai a été réalisé à Kisangani, chef-lieu de la province de la Tshopo, située dans la partie orientale de la cuvette centrale congolaise (0°31' de latitude Nord et 25°11' de longitude Est), à une altitude moyenne de 396 mètres. Kisangani est située à cheval sur l'équateur, avec une topographie légèrement vallonnée, où l'altitude varie de 37 à 46 mètres.

La superficie totale de la ville est estimée entre 1 910 km² et 2 109 km², selon les données de l'Institut National de la Statistique (INS, Nyakabwa, 1982). La figure 1 illustre la carte administrative de la ville de Kisangani.



[Https://www.researchgte.net](https://www.researchgte.net)

Figure 1 : Carte administrative de la ville de Kisangani

I.1.1. Caractéristiques climatiques

Kisangani est caractérisée par un climat chaud et humide de type Af selon la classification de Köppen. Les températures y sont élevées et quasi constantes toute l'année, oscillant entre 23,5 °C et 25,3 °C, avec une faible amplitude thermique annuelle (1,8 °C) (Upoki, 2001).

La pluviométrie moyenne annuelle est élevée, atteignant 1 728,4 mm, bien que sa répartition soit inégale. On distingue quatre périodes climatiques :

- Une saison de faible pluviosité (Janvier-Février) ;
- Une saison pluvieuse marquée (Mars-Mai) ;
- Une saison relativement sèche (Juin-Août) ;
- Une saison de pluie (Septembre-Novembre).

Ces variations climatiques influencent la production agricole, notamment la germination des semences (Nyongombe, 1993).

I.1.2. Caractéristiques du sol

Les sols de Kisangani sont ferralitiques, appartenant à l'ordre des oxisols (selon la Soil Taxonomy). Ils sont constitués de sables et d'argiles, mais pauvres en éléments nutritifs et en matière organique. Ces sols, profonds et bien drainés, présentent une texture sablo-argileuse et sont fortement lessivés.

Pour 100 g de sol, on note une faible teneur en bases échangeables (7,75 méq) et une capacité d'échange cationique limitée (8,4 méq/100 g), ce qui reflète un état avancé d'altération (Mambani et al., 2007).

I.1.3. Végétation

La végétation de la ville de Kisangani fut jadis une forêt ombrophile sempervirente. D'après Lubini (1981), on y trouvait des formations climatiques à *Gilbertiodendron dewevrei* sur les ferrasols et les arénoferrasols à bonne économie d'eau ; des forêts à *Brachystegia laurentii* sur les plateaux et les débuts de pentes, des formations hétérogènes semi-caducifoliées à dominance de *Celtis milbraedii*.

D'après Manil (1953), Kisangani offre actuellement une végétation profondément remaniée (modifiée). L'urbanisation incontrôlée et les besoins des bois de chauffe ont fait que la forêt qui fut la végétation autochtone de Kisangani, cède de plus en plus place à la savane. Cette végétation d'origine anthropique est constituée des jachères herbeuses ou des forêts secondaires. D'où, l'aspect savanicole de la présente végétation de la ville. Cette modification est une des causes de changements climatiques importants observés dans la région.

I.2.1. Matériel

Deux types de matériels ont été utilisés :

1. Biologiques : Les fèves de cacao à expérimenter.
2. Techniques : Équipements de terrain et de laboratoire, ainsi que les substrats de germination, notamment : Terreaux forestiers ; Ordures ménagères ; Déjections de porcs ; Mélange des trois substrats (30 % terreaux forestiers, 30 % ordures ménagères, 40 % déjections de porcs).

I.3. Méthodes

I.3.1. Dispositif expérimental et conditionnement des fèves

Le dispositif adopté est un essai bifactoriel en parcelles subdivisées (*split-plot*). Un essai bifactoriel dont les traitements prégerminatifs (facteur principal) et les substrats (facteur secondaire). Le facteur principal a comporté trois niveaux définis de la manière suivante : fèves non traitées ; fèves trempées dans l'eau à la température ambiante et fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C.

Le facteur secondaire a comporté 4 niveaux correspondant aux différents substrats de germination testés notamment les déjections des porcs, les ordures ménagères, les terreaux forestiers et le mélange des trois substrats dans la proportion suivante : 30% de terreaux forestiers, 30% des ordures ménagères, et 40% de déjections des porcs. La combinaison des niveaux des deux facteurs a permis de définir 12 traitements. Chaque traitement a été répété 4 fois et a compté 50 sachets en polyéthylène, ainsi au total 2.400 sachets ont été utilisé pour l'ensemble de l'expérience.

Chaque parcelle principale a été subdivisée en 4 parcelles secondaires. Chaque parcelle secondaire a été de 1 m de long et 0,5 m de large. Les parcelles principales, secondaires et les blocs (répétition) ont été séparés des allées de 0,5m, les sachets ont été déposés sur un terrain plat, dans une superficie de 250 m². Le dispositif expérimental de notre essai est schématisé dans la figure 2.

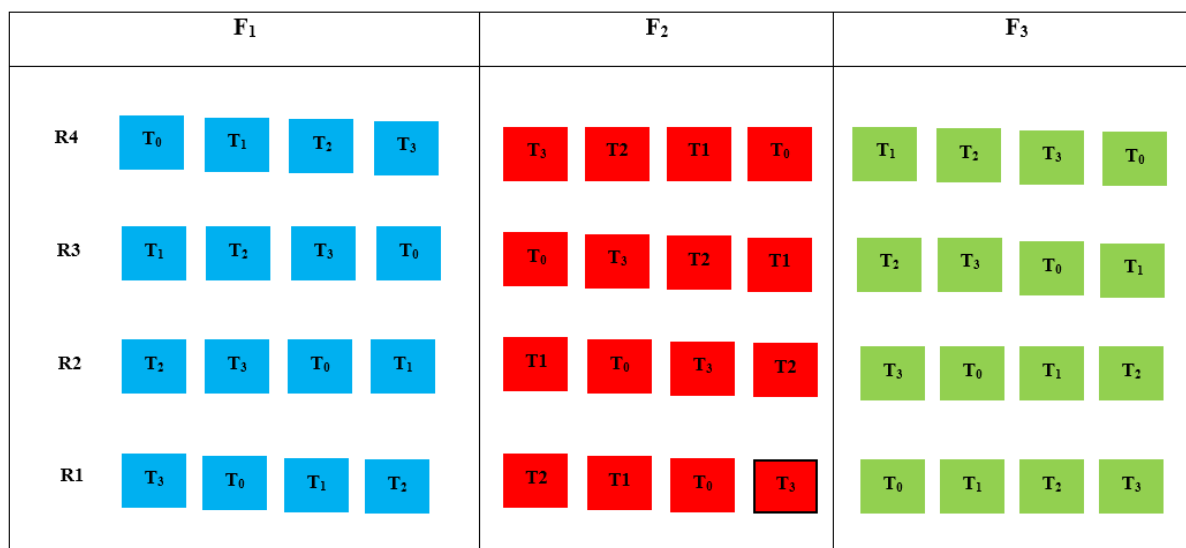


Figure 2 : Dispositif expérimental de notre essai

Légende : F₁ : Fèves non traitées (Témoin) ; F₂ : Fèves traitées trempées dans l'eau à la température ambiante ; F₃ : Fèves traitées à la chaleur (trempées dans l'eau chaude à 35°C) ; T₀ : Terreaux forestiers ; T₁ : Ordures ménagères ; T₂ : Déjections des porcs et T₃ : Mélanges (Déjections des porcs+ Ordures ménagères+ Terreaux forestiers).

Ainsi, les 12 combinaisons ou traitements se sont présentés comme suit : F₁T₀, F₁T₁, F₁T₂, F₁T₃, F₂T₀, F₂T₁, F₂T₂, F₂T₃ et F₃T₀, F₃T₁, F₃T₂, F₃T₃.

Les fèves ont été trempées et semées selon deux protocoles :

Trempage à température ambiante : Les fèves ont été laissées 24 heures dans de l'eau à température ambiante pour activer leur germination.

Trempage à 35 °C : Les fèves ont été placées dans un bain-marie à 35 °C pendant 15 minutes, une méthode de thérapie visant à désinfecter et à ramollir les téguments.

Les figures 3 et 4 montre comment le trempage des fèves dans l'eau à la température ambiante et le traitement à la chaleur se faisait avant semis.



Figure 3. Trempage des fèves dans l'eau froide à la température ambiante pendant 24 heures
Source : Nicolas OSE (2023)



Figure 4 Trempage des fèves dans le bain mari à 35°C
Source : Nicolas OSE (2023)

Les terreaux forestiers, ordures ménagères, déjections des porcs, ainsi que leur mélange ont été comparés pour voir le meilleur substrat qui induit la levée rapide et groupée.

La figure 5 montre le prélèvement des substrats de germination expérimentés.



Figure 5 : Différents substrats utilisés : (A) terreaux forestiers, (B) ordures ménagères et (C) déjections de porcs.
Source : Nicolas OSE (2023)

En ce qui concerne le substrat à base de mélange, la composition a été effectuée de la manière suivante : 30% de terreaux forestiers, 30% des ordures ménagères, et 40% des déjections des porcs. Les deux premiers substrats ont été analysés au laboratoire de pédologie de l'IFA.

Dans le tableau 1 sont reprises les caractéristiques physico-chimiques des terreaux forestiers et ordures ménagères utilisés en pépinières pour réaliser les semis (analyses réalisées par le laboratoire de science du sol de l'IFA-Yangambi à Kisangani).

Tableau 1 : Caractéristiques physico-chimiques des substrats utilisés en pépinière

Caractéristiques	Terreaux forestiers	Ordures ménagères
pH _{eau}	5,40	6,25
pH _{KCl}	4,90	5,55
N total (%)	0,05	0,08
COT (%)	1,05	1,57
P ₂ O ₅ d (%)	1,67	2,18
Argile (%)	9,00	11,00
Limon (%)	5,00	8,00
Sable (%)	86,00	81,00

Les déjections des porcs comme substrat, sont constituées de déjections animales et des litières ayant subi des fermentations et la décomposition. Le tableau 2 donne la composition des excréments de porcs.

Tableau 2 : Composition des excréments de porcs

Excréments	MS en %	N en % de la MF	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
Solide	23	4	3	3
Liquide	4	5	1	6

Source : Angladette (1966)

I.3.2. Semis et observations

Les substrats ont été triés pour éliminer les éléments étrangers. Chaque sachet, rempli aux trois quarts, a été perforé pour un bon drainage. Le semis s'est déroulé du 24 octobre au 23 novembre 2023, avec un arrosage régulier en fin d'après-midi.

Nous avons effectué journalièrement un comptage systématique des fèves ayant germé et levée jusqu'à la fin. Nos observations ont été faites pour les paramètres germinatifs (taux de levée, début de levée, la vitesse de levée, et durée de levée).

(1). Le taux de levée a été déterminé par la relation suivante :

$$Tg = \frac{G}{N} \times 100 \tag{1}$$

Où

- Tg : taux de levée ;
- G : nombre de fèves germées et levées ;
- N : nombre total de fèves semées.

(2). Début de levée de fèves germées est le nombre de jours écoulés du semis à l'émergence de la première plantule ;

(3). La vitesse de levée (Vg) a été déterminé en considérant le nombre de fèves germées au tiers de jours admis pour la germination par la relation suivante :

$$Vg = \frac{n_{1/3}}{N} \times 100 \tag{3}$$

Où :

- $n_{1/3}$: nombre de fèves germées et levées au tiers du temps ;
- N : Nombre de fèves soumises au test ou semées.

(4). Durée de levée est le nombre des jours écoulés de la première émergence de la racine à la dernière. Elle a été déterminé par comptage de jours formant cet intervalle.

I.5. Traitement et analyse des données

Les données ont été saisies dans Microsoft Excel et analysées statistiquement avec le logiciel Statistix 8.0. Une analyse de variance (ANOVA) a été réalisée pour comparer les moyennes, avec un seuil de signification fixé à 5 %.

II. PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSION

2.1. Présentation des résultats

1. Taux de levée

Les résultats relatifs au taux de levée des fèves de cacao soumises aux traitements prégerminatifs et semées sous divers substrats sont consignés dans le tableau 3.

Tableau 3 : Taux de levée des fèves (%) sous divers traitements

SUBSTRAT	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	Somme	Moyenne
TPG						
F ₁	95	96	100	100	391	97,75
F ₂	99,5	100	100	100	399,5	99,88
F ₃	100	100	100	100	400	100,00
Somme	294,5	296	300	300		
Moyenne	98,17	98,67	100,00	100,00		

TPG : traitement prégerminatifs

De la lecture du tableau 3, nous avons constaté que les meilleurs taux de levée sont enregistrés chez les fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C (F₃), suivie de fèves trempées dans l'eau à la température ambiante (F₂) et fève non traitées (F₁) avec respectivement en moyenne de 100 % ; 99,88 % et 97,75 %.

Il ressort que les substrats T₂ (Déjections des porcs) et T₃ (Mélanges) présentent des taux moyens de levée identiques, soit 100%. Par contre, les T₁ (Ordures ménagères) et T₀ (Terreaux forestiers) se sont caractérisés par des taux de levée légèrement inférieurs soit respectivement 98,67% et 98,17%.

En dépit de cette légère différence de taux de levée, il peut être retenu que ces valeurs sont appréciables et traduisent un pouvoir germinatif intéressant supérieur à 80%.

Le tableau de l'analyse de la variance révèle qu'il existe des différences significatives entre les traitements prégerminatifs (p -value =0,0180), entre les substrats (p -value =0,0126) et l'interaction traitements prégerminatifs X substrats est significative (p -value =0,0095).

2. Début de levée des fèves germées

Les résultats relatifs au début de levée des fèves de cacao soumises aux traitements prégerminatifs et semées sous divers substrats sont consignés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Début de levée des fèves (en jours) sous divers traitements

SUBSTRAT	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	SOMME	MOYENNE
TPG						
F ₁	9	9	8	8	34	8,5
F ₂	7	7	6	6	26	6,5
F ₃	6	6	6	6	24	6
SOMME	22	22	20	20		
MOYENNE	7,3	7,3	6,6	6,6		

TPG : traitement prégerminatifs

Il ressort qu'en moyenne la levée des fèves a commencé le 6^{ème} jour après le semis pour les fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C (F₃), suivies des fèves trempées dans l'eau à la température ambiante (F₂) à 6,5 jours après le semis et enfin à 8,5 jours après le semis pour les fèves non traitées (F₁).

Par rapport aux substrats, on a noté que le temps de début de levée des fèves de cacao a été en moyenne presque le même (environ 7 jours). Toutefois, on note une légère différence, soit en moyenne 6,6 jours pour T₂ (Déjections des porcs) et T₃ (Mélanges) ; 7,3 jours pour T₀ (Terreaux forestiers) et T₁ (Ordures ménagères).

De la lecture du tableau de l'analyse de la variance, il ressort qu'il existe des différences significatives entre les traitements prégerminatifs (p -value = 0,0004) mais il n'existe pas des différences significatives entre les substrats (p -value=0,1073) et l'interaction traitements prégerminatifs X substrats (p -value = 0,7595) n'est pas significative.

3. Vitesse de levée

Les résultats relatifs à la vitesse de levée des fèves de cacao soumises aux traitements prégerminatifs et semées sous divers substrats sont consignés dans le tableau 5.

Tableau 5 : Vitesse de levée des fèves (%) sous divers traitements

SUBSTRAT	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	SOMME	MOYENNE
TPG						
F ₁	12	14	12,5	21	59,5	14,87
F ₂	32,5	38,5	47,5	42,5	161	40,25
F ₃	37,5	40,5	56	45	179	44,75
SOMME	82	93	116	108,5		
MOYENNE	27,3	31	38,6	36,16		

TPG : traitement prégerminatifs

Les résultats de tableau 5 montrent que les traitements prégerminatifs des fèves activent plus la vitesse de levée. Les fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C (F₃) se sont caractérisées par une grande vitesse de levée (44,75 %), suivi des fèves trempées dans l'eau à la température ambiante (F₂) avec une vitesse de levée de 40,25% et enfin de témoin (F₁) avec une vitesse faible 14,87%.

Il ressort que les substrats T₂ (déjections des porcs) et T₃ (mélange) ont montré un rythme de levée rapide, soit 38,6% et 36,16 % comparativement aux substrats T₁ (ordures ménagères) et T₀ (terreux forestiers) avec des vitesses de l'ordre 31% et 27,3%.

De la lecture de ce tableau relatif à l'analyse de la variance relative à la vitesse de levée, il se dégage qu'il existe des différences très hautement significatives entre les traitements prégerminatifs ($p - value = 0,0000$), les substrats ($p - value = 0,0000$) et l'interaction traitements prégerminatifs X Substrats ($p - value = 0,0000$).

4. Durée de levée (Echelonnement de la levée)

Les résultats relatifs à la durée de levée des fèves de cacao soumises aux traitements prégerminatifs et semées sous divers substrats sont consignés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Durée de levée des fèves (en Jours) sous divers traitements

SUBSTRAT	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	Somme	Moyenne
TPG						
F ₁	17	17	9	10	53	13,25
F ₂	15	11	8	8	42	10,5
F ₃	14	14	8	9	45	11,25
Somme	46	42	25	27		
Moyenne	15	14	8	9		

TPG : traitement prégerminatifs

La lecture de ce tableau permet de constater que la durée de levée a varié en fonction des traitements prégerminatifs et selon les substrats expérimentés.

Il ressort que les fèves trempées dans l'eau à la température ambiante (F₂) a une durée de levée moyenne plus courte (10,5 jours) comparativement aux autres traitements dont 11,25 jours pour les fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C (F₃) et 13,25 jours pour le témoin ou fèves non traitées (F₁).

Le tableau 6 montre aussi que le substrat T₂ (déjections de porcs) présente une durée de levée plus courte (8 jours) comparativement aux autres substrats T₃ (Mélange des substrats), T₁ (Ordures ménagères) et T₀ (Terreux forestiers), avec respectivement en moyenne 9 ; 14 et 15 jours d'échelonnement de levée.

Les résultats de l'analyse de la variance révèle qu'il existe des différences significatives entre les traitements prégerminatifs ($p - value = 0,0008$) et entre les substrats ($p - value = 0,0000$), de même l'interaction traitements prégerminatifs X substrats est significative ($p - value = 0,0007$).

2.2. Discussion

1 Taux de levée

Nous avons trouvé que le taux de levée a varié de 97,75 à 100%. On a noté que les taux de levée pour fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C, trempées dans l'eau à la température ambiante et non traitées (F₃, F₂ et F₁) ont été respectivement de 100% ; 99,88% et 97,75%.

Par contre par rapport aux substrats, le taux de levée a varié de 98,17 à 100%. On a noté que les taux de levée ont été respectivement de 98,17% pour T₀ (Terreux forestiers), 98,67% pour T₁ (Ordures ménagères) et de 100% pour T₂ (Déjections des porcs) et T₃ (Mélanges des trois substrats).

Ces résultats sont attribuables d'une part à l'action de la chaleur et du froid et d'autre part à la texture que possèdent le T₂ (Déjections des porcs) et T₃ (Mélanges). En effet, le traitement à la chaleur et la stratification ou action de froid sont cités parmi les méthodes utilisées pour accélérer la germination ou lever la dormance des graines chez beaucoup des plantes. Les déjections de porcs (T₂) et le mélange des trois substrats (T₃) par leur

texture, pas trop lourde ni trop légère constituent les meilleurs milieux pour la germination et l'émergence des fèves germées.

Ces taux de levée sont comparables et supérieurs à ceux obtenus dans plusieurs études antérieures avec l'utilisation des terreaux forestiers et des ordures ménagères comme substrats de germination.

Nos résultats corroborent ceux de Nguema (2019). Cet auteur a obtenu des taux de levée de 100% quel que soit le substrat 1 et 2 (40% de compost de *Jatrofa. curcas* additionné à 60% de terre et 40 % de compost de *J. curcas* mélangé à la sciure de bois ajouté à 60 % de terre).

Par contre, Ayi (2017) a trouvé un taux moyen de levée des fèves de cacaoyers de $98,25 \pm 2,91\%$ sous une dose modérée d'azote. Ces différences sont dues aux conditions dans lesquelles les expériences se sont réalisées. Pour notre essai, le trempage des fèves dans l'eau (chaude ou froide) en plus de ramollir les téguments favorise la première étape du processus germinatif qui est l'hydratation.

2. Début de levée

Les débuts de levée enregistrés ont varié de 6 à 8,5 jours en moyenne pour les traitements prégerminatifs et de 6,6 à 7,3^{ème} jours en moyenne pour les différents substrats.

Les résultats obtenus pour ce paramètre corroborent à ceux de Loor (2007) qui affirme que la levée de ce type de semences à lieu entre le 4^{ème} et le 6^{ème} jour. Nguema (2019) a trouvé que la levée a débuté au 6^{ème} jour pour les semences des substrats 2 (40 % de compost de *J. curcas* mélangé à la sciure de bois ajouté à 60 % de terre) et 3 (terre 100 %) par contre dans le substrat 1 (40% de compost de *J. curcas* mélangés à 60% de terre), elle a débuté au 7^{ème} jour.

3. Vitesse de levée

Nous avons trouvé que la vitesse de levée a varié de 14,87 à 44,75% pour les traitements prégerminatifs. On a noté que la vitesse de levée pour F₃ (Fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C), F₂ (Fèves trempées dans l'eau à la température ambiante) et F₁ (Fèves non traitées) a été respectivement de 44,75% ; 40,25% et 14,87%.

Par contre en ce qui concerne les substrats la vitesse de levée a varié de 27,3 à 38,6%. On a noté que la vitesse de levée a été respectivement de 27,3% avec T₀ (Terreaux forestiers) ; 31% avec T₁ (Ordures ménagères) ; 36,16% avec T₂ (Déjections des porcs) et 38,6% avec T₃ (Mélanges).

Ces résultats se justifient par l'action bénéfique de trempage dans l'eau (chaude ou froide) qui favorise le ramollissement des téguments et l'hydratation des fèves, conditions pouvant accélérer la germination et la levée des semences.

4. Durée de levée

L'enregistrement des données relatives à la durée de levée nous a été effectué pendant 20 jours. Nous avons trouvé que la durée de levée a varié de 10,5 jours à 13,25 jours en moyenne pour les traitements prégerminatifs et 8 à 15 jours en moyenne pour les substrats. Cependant la meilleure durée de levée a été observée avec les fèves trempées dans l'eau à la température ambiante (F₂) avec une moyenne de 10,5 jours contre 11,25 jours pour les fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C (F₃) et 13,25 jours pour le témoin fèves non traitées (F₁).

Par rapport aux substrats, on a enregistré respectivement de 8 jours pour T₂ (déjections de porcs) ; 9 jours pour T₃ (mélange des trois substrats) ; 14 jours pour T₁ (ordures ménagères) et 15 jours pour T₀ (terreaux forestiers). On note que le non traitement des fèves et l'utilisation de terreaux forestiers comme substrat de germination prolongent la durée de levée (l'échelonnement de levée) pendant que les traitements prégerminatifs et certains substrats de germination notamment les déjections des porcs et le mélange (déjections des porcs, ordures ménagères et terreaux forestiers) réduisent la durée de germination donc permettent une germination et levées groupées.

En comparant nos résultats, par rapports à ceux obtenus par Nguema (2019), on note que la durée de levée a été plus courte dans le cas de son expérience. Il a obtenu en moyenne 4 jours. Les conditions expérimentales expliquent ces différences car les sites ou milieux dans lesquels les expériences se sont réalisées sont différents

L'analyse des résultats de cette étude confirme l'hypothèse spécifique selon laquelle les traitements prégerminatifs et substrats n'ont pas les mêmes effets sur la vitesse et la capacité germinative des fèves de cacaoyer. Le trempage dans l'eau chaude comme traitement prégerminatif et le mélange des trois substrats ont été plus favorable aux paramètres germinatifs. La durée de levée a été plus courte sous déjections des porcs en ce qui concerne les substrats et le trempage dans l'eau à la température ambiante a été un peu mieux que le trempage dans l'eau chaude.

III. CONCLUSION

L'essai réalisé avait pour objectif de ce travail a été de dégager l'influence des quelques traitements prégerminatifs et des substrats de germination sur le temps de germination, la vitesse de germination et la capacité germinative des fèves de cacaoyer.

Cette étude a été menée dans la ville de Kisangani et a permis d'aboutir à des résultats intéressants.

La germination et la performance des fèves de cacaoyers cultivés en pépinière paraissent être la même à travers les deux facteurs prégerminatifs et les quatre substrats selon l'évolution des variables agronomiques et statistiquement testées.

Les résultats obtenus se présentent de la manière suivante :

- Taux de levée a été respectivement en moyenne de 100% pour F₃ (Fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C) ; 99,88% pour F₂ (Fèves trempées dans l'eau à la température ambiante) et 97,75% pour F₁ (Fèves non traitées). Quant aux substrats, la capacité germinative a été en moyenne de 100% pour T₂ (Déjections des porcs) et T₃ (Mélanges) ; enfin 98,67% pour T₁ (Ordures ménagères) et 98,17% pour T₀ (Terreaux forestiers) ;
- Le début de levée a été respectivement en moyenne de 6^{ème} jours pour F₃ (Fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C) ; 6,5^{ème} jours pour F₂ (Fèves trempées dans l'eau à la température ambiante) et 8,5^{ème} jours pour F₁ (Fèves non traitées) tandis que par rapport aux substrats, le temps du début de levée a été en moyenne de 7,3^{ème} jours pour T₀ (Terreaux forestiers) et T₁ (Ordures ménagères) ; 6,6^{ème} jours pour T₂ (Déjections des porcs) et T₃ (Mélanges des trois substrats) ;
- La vitesse de levée a été respectivement en moyenne de 44,75% pour F₃ (Fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C) ; 40,25% pour F₂ (Fèves trempées dans l'eau à la température ambiante) et 14,87% F₁ (Fèves non traitées) ; par rapport au substrat elle a été en moyenne de 27,3% pour T₀ (Terreaux forestiers) ; 31% pour T₁ (Ordures ménagères) ; 38,6% pour T₂ (Déjections des porcs) et 36,16% pour T₃ (Mélange des trois substrats) ;
- La durée de levée a été respectivement en moyenne pour les traitements prégerminatifs de 10,5 jours pour F₂ (Fèves trempées dans l'eau à la température ambiante) ; 11,25 jours pour F₃ (Fèves trempées dans l'eau chaude à 35°C) et 13,25 jour pour F₁ (Fèves non traitées) ; et cette durée par rapport aux des substrats a été respectivement en moyenne de 15 ; 14 ; 8 et 9 jours ; soit T₀ (Terreaux forestières), T₁ (Ordures ménagères), T₂ (Déjections des porcs), T₃ (Mélange des substrats).

L'ensemble de ces résultats montre que le trempage dans l'eau à 35 C (F₃) a été plus performante du point de vue taux de levée, début de levée, et vitesse de levée comparativement au trempage dans l'eau à la température ambiante (F₂) du fait qu'elle favorisé sensiblement la germination.

De même, pour les quatre substrats testés, on note que le substrat mélange (T₃) constitue le meilleur substrat de germination des fèves des cacaoyers comparativement à l'utilisation séparée.

Ces résultats confirment notre hypothèse relative à l'existence d'un meilleur traitement prégerminatif et d'un meilleur substrat de germination chez le cacaoyer.

Des recherches complémentaires pourraient explorer d'autres traitements prégerminatifs, ainsi que l'impact des substrats sur la croissance juvénile et les rendements à long terme des cacaoyers.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1]. **Ahn, H. K., & Hwang, B. H. (2019).** Influence of pre-sowing seed treatments on germination and growth of cacao (*Theobroma cacao* L.). *Journal of Agricultural Science and Technology*, 21(1), 35-44.
- [2]. **Amoukou, A., & Tchameni, M. (2016).** Effet des substrats sur la germination des semences de cacaoyer dans les conditions climatiques de la région Centre-Cameroun. *Cahiers Agricultures*, 25(4), 72-80.
- [3]. **Angledette (1966).** Le riz. GP Moissonneuse et La Rose, Paris, pp. 150-223.
- [4]. **Ayi, K. A. (2017).** Amélioration de la productivité des vergers de cacaoyers (*Theobroma cacao* L.) pour une gestion forestière durable au Togo. Thèse de doctorat, Université de Lomé, École Supérieure d'Agronomie, 138 p.
- [5]. **Fegla, M., & Sagna, M. (2021).** Techniques de traitements prégerminatifs des graines et substrats pour une meilleure germination du cacaoyer. *African Journal of Agricultural Research*, 16(7), 1239-1247.
- [6]. **Kalala, D. J., & Loke, R. (2018).** Étude des conditions agro-climatiques et des techniques de culture du cacao dans la province de la Tshopo, République Démocratique du Congo. *Revue Agronomiques du Congo*, 3(2), 40-55.
- [7]. **Loor, S. R. G. (2007).** Contribution à l'étude de la domestication de la variété de Cacaoyer Nacional d'Équateur : recherche de la variété native et de ses ancêtres sauvages. Thèse de doctorat en sciences agronomiques, 201 p.
- [8]. **Lubini, A. (1981).** Végétation messicole post-culturale de Kisangani et de la Tshopo (Haut-Zaïre). Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kisangani, 489 p.
- [9]. **Mambani, B., Bolakonga, I., & Kakuni, M. (2007).** Tentative d'une substitution de l'engrais KCl par le mulch et les cendres de la jacinthe d'eau (*Eichhornia crassipes*) dans la culture du soja sur un sol ferralitique très altéré. *Annales IFA-Yangambi*, pp. 22-35.
- [10]. **Manil, G. (1953).** Quelques observations et réflexions sur la dynamique du sol en conditions équatoriales. *Bulletin de l'Institut Agronomique et Station de Gembloux*, 21(1-2).
- [11]. **Moussavou, H., & Nzadi, T. (2020).** Substrats et traitements des graines comme facteurs déterminants dans la germination du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) en zone intertropicale. *African Journal of Crop Science*, 15(10), 56-64.
- [12]. **N'Guessan, M. L., & Yao, S. G. (2017).** Effet de la scarification des graines de cacao sur la germination et la croissance des plants. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement*, 21(2), 177-184.
- [13]. **Nguema Ndoutoumou, P., Ndoutoume Ndong, A., Missang, E. C., Oye Anda, C. C., Nzola Midoumbou, F. P., & Ognalaga, M. (2019).** Régénération du cacaoyer (*Theobroma cacao* L.) sur un substrat à base de compost de *Jatropha curcas* L. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 13(2), 1043-1053.
- [14]. **Nyakabwa, P. (1996).** Phytocénose de l'écosystème urbain de Kisangani. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kisangani.
- [15]. **Nyongombe, U. (1993).** Contribution à l'étude écologique et biologique des poissons de la rivière Masindula (affluent de la Tshopo), Kisangani. Thèse de doctorat, 3^e cycle, IFA-Yangambi, 196 p.

- [16]. **Upoki, A. (2001)**. Étude du peuplement en bulbuls (Pycnonotidae, Passeriformes) dans la réserve forestière de Mosako à Kisangani (RDC). Thèse de doctorat, Faculté des Sciences, Université de Kisangani.

Webographie

- [17]. [Https ://www.researchgte.net](https://www.researchgte.net)