

Variabilité morphologique de *Carapa procera* DC au Mali

Méminata Diakité^{1*}, Issiaka Togola¹, Nouhoum Diarra¹, Mamadou A Konaré¹,
Amadou Malé Kouyaté², et A.M. Lykke³

¹Université des Sciences, des Techniques et des Technologies (FST) de Bamako, Bamako, Mali

²Institut d'Economie Rurale, Sikasso, Mali

³Department of Bioscience, Aarhus University, Vejlshøjvej 25, 8600, Silkeborg, Denmark

Résumé

Carapa procera DC est l'une des espèces ligneuses caractéristiques des galeries forestières au Mali. L'espèce est très prisée des populations maliennes pour les soins cosmétiques et médicaux, mais ses caractéristiques morphologiques sur son aire de distribution au Mali ont été peu évaluées. La présente étude cherche à livrer les descripteurs morphologiques qui discriminent les provenances. L'étude a été réalisée sur 120 arbres, 1200 fruits, 13760 graines et 600 feuilles appartenant à quatre provenances qui sont situées dans la zone soudanienne au Mali. Les mesures ont porté sur les dimensions des fruits, des graines et des feuilles. Les résultats ont montré une faible variabilité entre les provenances pour certaines variables mesurées sur les fruits et les graines. Une forte variabilité entre les provenances a été observée au niveau des variables mesurées sur les feuilles. L'étude a permis de mettre en évidence des différentes formes de fruits et de graines. Les descripteurs morphologiques qui discriminent les provenances de *Carapa procera* sont la longueur des fruits, la largeur des fruits, la longueur du pédoncule, le ratio longueur/largeur des fruits, l'aspect de l'épicarpe, le ratio longueur/largeur des graines, le poids des graines, la longueur de la feuille, la largeur de la feuille, la longueur du pétiole et la longueur de l'acumen. Ces descripteurs peuvent servir à planifier des analyses génétiques afin de contribuer à une meilleure compréhension de la biodiversité.

Mots clés : *Carapa procera* DC, Morphologie, Espèces ligneuses, Provenance, Zone soudanienne

Abstract

Carapa procera DC is one of the characteristic woody species of gallery forests in Mali. The species is highly prized by Malian populations for cosmetic and medicinal purposes, but its morphological characteristics through its distribution area in Mali are not well known. The present study aims to provide morphological descriptors that discriminate the provenances. The study was carried out on 120 trees, 1200 fruits, 13760 seeds and 600 leaves belonging to four provenances that are located in the Sudanian zone in Mali. Measurements were made on fruit, seed and leaf dimensions. The results showed low variability between the origins for some of the variables measured on the fruits and seeds. On the opposite, high variability between provenances was observed for the leaves parameters. The study revealed different fruit and seed shapes. Morphological descriptors that discriminate between *Carapa procera* provenances are fruit length, fruit width, peduncle length, fruit length/width ratio, epicarp appearance, seed length/width ratio, seed weight, leaf length, leaf width, petiole length and acumen length. These descriptors can be used to plan genetic analyses in order to contribute to a better understanding of biodiversity.

Keywords: *Carapa procera* DC, Morphology, Woody species, Provenance, Sudanian zone

Date of Submission: 10-04-2022

Date of Acceptance: 27-04-2022

I. Introduction

Les produits forestiers non ligneux (PFNL) ont éveillé un intérêt considérable dans le monde au cours de ces dernières années à raison de leur contribution à l'économie des ménages et à la sécurité alimentaire [1,2]. C'est le cas de *Carapa procera*, appartenant à la famille des Meliaceae, qui est un arbre présent dans les galeries forestières des zones soudanienne et guinéenne d'Afrique tropicale [3] et du Mali [4]. Il peut atteindre 30 à 35 m de hauteur pour un mètre de diamètre de circonférence. Les fruits sont des grosses capsules anguleuses larges de quatre à six cm et contenant huit à 20 graines [5,3]. L'espèce est très prisée sur le plan médicinal [6,7,8] et cosmétique [9,10]. Ses graines sont riches en acide gras dur se composant surtout de stéarique et l'acide oléique [11]. Ces différentes utilisations sont source de pressions sur les populations de l'espèce et sa régénération naturelle au Mali [12].

L'objectif de l'étude est de livrer les résultats de la caractérisation morphologique de *Carapa procera* dans son aire de distribution géographique au Mali.

II. Méthodologie

2.1. Sites d'étude

L'étude a été réalisée dans les forêts galeries autour de quatre villages répartis suivant la distribution géographique de *Carapa procera* dans la zone agro-écologique soudanienne (Figure 1). Les villages d'étude sont les suivants : Farako, N'Kountjila (Sud du Mali), Koumabougou (Centre-Ouest du Mali) et Faraba2 (Ouest du Mali). Le site de collecte des feuilles, des fruits et des graines a été considéré comme une provenance.

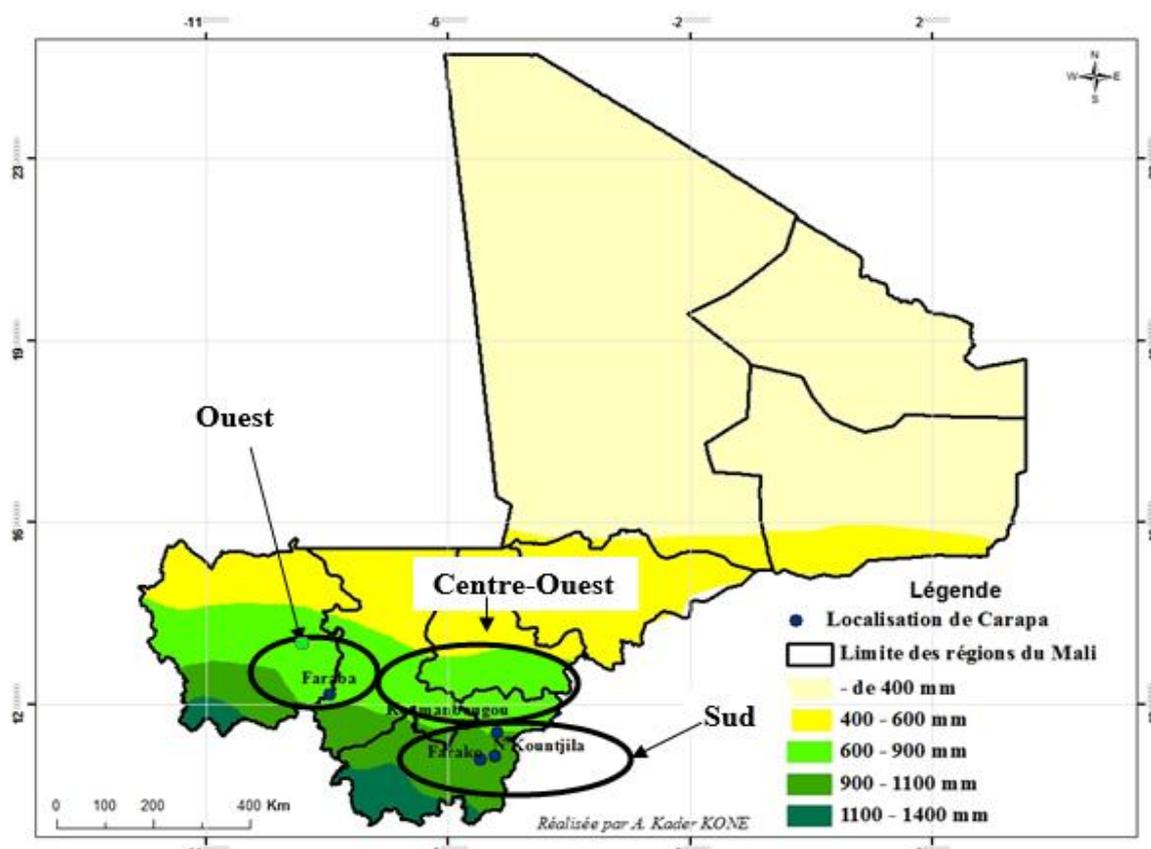


Figure 1 : Sites d'étude (parties encadrées)

2.2. Méthodes

La caractérisation morphologique a concerné un échantillon de 30 arbres par écotype, 5 feuilles et 10 fruits par arbre et par écotype. Le dispositif expérimental adopté est de type blocs complets randomisés (nombre de répétitions = nombre d'arbres par provenance = 30 ; facteur étudié : écotype).

Au niveau de chaque écotype, les 30 arbres portant des fruits sont distants d'au moins 100 m, afin de ne pas récolter du matériel sur des individus proches physiquement et génétiquement (Graudal, 1998). Ces 30 arbres ont été numérotés de 1 à 30 et géo-référencés à l'aide d'un GPS (Global Positioning System) de type Garmin.

Au niveau de chaque arbre, les fruits et les feuilles ont été collectés à l'aide d'un sécateur télescopique. Les graines ont été obtenues après concassage des fruits.

2.3. Traitement des données

Le rapport longueur/largeur du fruit et de la graine a été calculé pour déterminer la forme du fruit et de la graine. Le coefficient de variation a permis d'analyser la variabilité entre les provenances en utilisant les échelles proposées sur *Parkia biglobosa* [15]. La variation a été qualifiée de faible si le coefficient de variation est compris entre 0% et 10% ; la variation a été qualifiée de moyenne si le coefficient de variation est compris entre 10% et 15% ; la variation a été qualifiée d'assez importante si le coefficient de variation est compris entre 15% et 44% ; la variation a été qualifiée d'importante si le coefficient de variation est supérieur à 44%.

2.4. Analyse statistique

Les données collectées sur les fruits, les graines et les feuilles ont été analysées suivant l'ANOVA et l'analyse factorielle discriminante avec respectivement les logiciels JMP^R 12.1.1 et SAS 9.2.

III. Résultats

3.1. Caractéristiques morphologiques des fruits

Les fruits de *Carapa procera* ont mesuré en moyenne $8,89 \pm 0,62$ cm de longueur et $7,64 \pm 0,35$ cm de largeur. Leur poids moyen a été estimé à $306,61 \pm 20,86$ g. Leur pédoncule a mesuré en moyenne $19,20 \pm 1,31$ cm de longueur. Le coefficient de variation, pour toutes les provenances confondues, a varié de 4,6% à 6,9% (Tableau 1).

Tableau 1 : Caractéristiques morphologiques des fruits de *Carapa procera* au Mali

Provenances	Variables					
	Lfr (cm)	Lafr (cm)	Lped (cm)	Lfr/Lafr	Pfr (g)	Aspect de l'épicarpe
Faraba2	$8,04 \pm 1,12$	$7,12 \pm 0,77$	$17,33 \pm 4,83$	$1,12 \pm 0,06$	$276,17 \pm 84,63$	Crête, lisse
Farako	$9,44 \pm 2,06$	$7,83 \pm 1,28$	$19,24 \pm 8,81$	$1,2 \pm 0,1$	$322,08 \pm 135,23$	Crête, lisse, gaufré
Koumabougou	$8,87 \pm 1,34$	$7,80 \pm 0,87$	$20,19 \pm 6,34$	$1,13 \pm 0,08$	$310,33 \pm 112,93$	Lisse, crête
N'Kountjila	$9,23 \pm 1,34$	$7,82 \pm 0,99$	$20,03 \pm 8,08$	$1,18 \pm 0,06$	$317,85 \pm 127,87$	Lisse, crête
Moyenne	8,89	7,64	19,20	1,16	306,61	
Ecart-type	0,62	0,35	1,31	0,04	20,86	
Coefficient de variation (%)	6,9	4,6	6,8	3,4	6,8	
Probabilité	$p < 0,0001$	$p < 0,0001$	$p = 0,006$	$p = 0,0009$	$p = 0,2767$	$p < 0,0001$

Lfr : longueur du fruit ; Lafr : largeur du fruit ; Lped : longueur du pédoncule ; Lfr/Lafr : ratio ; Pfr : poids du fruit

Les résultats ont montré une grande diversité au niveau de l'aspect de l'épicarpe (Figures 2, 3 et 4). Il a été dénombré cinq valves par fruit contenant chacune une à quatre graines, soit cinq à 20 graines par fruit.



Figure 2 : Fruits de *Carapa* à épicarpe lisse



Figure 3 : Fruits de *Carapa* à épicarpe en crête



Figure 4 : Fruits de *Carapa* à épicarpe gaufré

Il y a eu des différences significatives entre les provenances pour la longueur des fruits ($p < 0,0001$), la largeur des fruits ($p < 0,0001$), la longueur du pédoncule ($p = 0,006$), le ratio longueur/largeur des fruits ($p = 0,0009$) et l'aspect de l'épicarpe ($p < 0,0001$). L'analyse de variance n'a pas permis de détecter des différences significatives entre les provenances pour le poids des fruits ($p = 0,2767$).

Tableau 2 : Caractéristiques morphologiques des types de fruits de *Carapa procera* DC au Mali

Variables	Types		
	1	2	3
Longueur du fruit (cm)	$10,20 \pm 1,27$	$7,99 \pm 1,07$	$11,01 \pm 1,09$
Largeur du fruit (cm)	$8,55 \pm 0,60$	$7,00 \pm 0,75$	$8,80 \pm 1,00$
Longueur du pédoncule	$20,70 \pm 8,89$	$18,51 \pm 6,09$	$19,07 \pm 7,16$
Poids du fruit (g)	$401,95 \pm 101,11$	$232,86 \pm 68,32$	$441,00 \pm 135,12$
Aspect de l'épicarpe du fruit	Lisse, crête	Crête, lisse	Crête, lisse, gaufré

L'analyse factorielle discriminante a permis d'identifier trois types de fruits (Tableau 2) sur la base des variables morphologiques ($R^2 = 0,51$). Le type 1 est caractérisé par des fruits à longs pédoncules, et à épicarpe lisse et en crête. Il est représenté par les provenances Koumabougou et N'Kountjila. Les fruits de petite taille (longueur, largeur) avec un pédoncule très court et un épicarpe en crête et lisse sont caractéristiques du type 2 qui est représenté par la provenance Faraba2. Quant au type 3 représenté par la provenance Farako, il est caractérisé par des fruits très longs, très larges, avec un épicarpe en crête, lisse et gaufré.

3.2. Caractéristiques morphologiques des graines

Les graines de *Carapa procera* ont mesuré en moyenne $3,36 \pm 0,04$ cm de longueur et $3,20 \pm 0,16$ cm de largeur, avec un poids de $16,44 \pm 0,90$ g. Le rapport longueur/largeur de la graine a atteint $1,06 \pm 0,07$. Le coefficient de variation des variables a varié de 1,19% à 6,57% (Tableau 3).

Tableau 3 : Caractéristiques morphologiques des graines de *Carapa procera* DC au Mali

Provenances	Variables			
	Longueur de la graine (cm)	Largeur de la graine (cm)	Longueur /largeur	Poids de la graine (g)
Faraba	$3,41 \pm 0,44$	$2,96 \pm 0,47$	$1,16 \pm 0,02$	$15,44 \pm 4,96$
Farako	$3,37 \pm 0,60$	$3,27 \pm 0,63$	$1,05 \pm 0,16$	$16,68 \pm 3,89$
Koumabougou	$3,34 \pm 0,51$	$3,27 \pm 0,58$	$1,04 \pm 0,15$	$16,07 \pm 4,51$
Kountjila	$3,32 \pm 0,48$	$3,31 \pm 0,55$	$1,01 \pm 0,13$	$17,56 \pm 3,40$
Moyenne	$3,36 \pm 0,04$	$3,20 \pm 0,16$	$1,06 \pm 0,07$	$16,44 \pm 0,90$
Coefficient de variation (%)	1,19	5,00	6,57	5,47
Probabilité	0,6276	0,1002	$p < 0,0001$	0,03

Les résultats ont montré une grande diversité au niveau de la forme des graines (Figure 5).

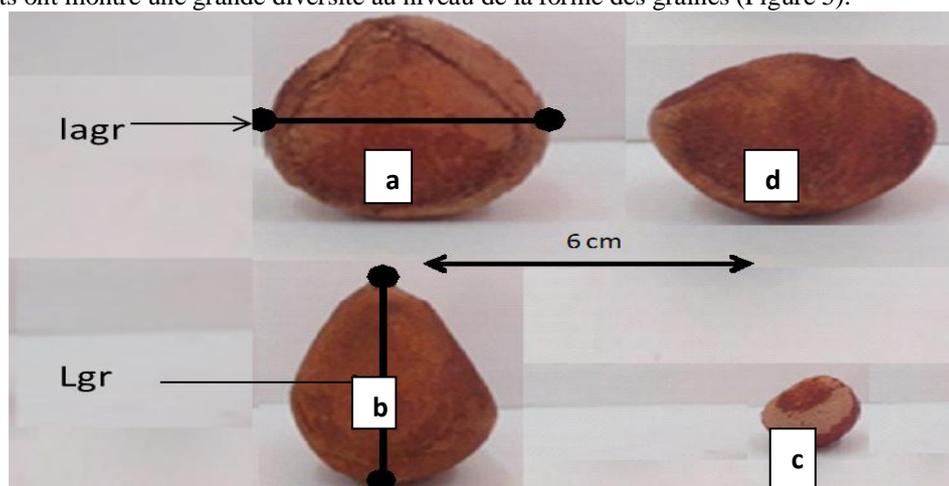


Figure 5 : Formes variées des graines de *Carapa procera* (a : graine assez large ; b : graine assez longue ; c : graine très courte ; d : graine très longue et très large)

Il y a eu une différence significative entre les provenances pour le ratio longueur/largeur des graines ($p < 0,0001$) et le poids des graines ($p = 0,03$). L'analyse de variance n'a pas permis de mettre en évidence de différences significatives entre les provenances pour la longueur des graines ($p = 0,6276$) et la largeur des graines ($p = 0,1002$).

Tableau 3 : Caractéristiques morphologiques des graines de *Carapa procera* au Mali

Provenances	Variables			
	Longueur de la graine (cm)	Largeur de la graine (cm)	Longueur /largeur	Poids de la graine (g)
Faraba	$3,41 \pm 0,44$	$2,96 \pm 0,47$	$1,16 \pm 0,02$	$15,44 \pm 4,96$
Farako	$3,37 \pm 0,60$	$3,27 \pm 0,63$	$1,05 \pm 0,16$	$16,68 \pm 3,89$
Koumabougou	$3,34 \pm 0,51$	$3,27 \pm 0,58$	$1,04 \pm 0,15$	$16,07 \pm 4,51$
Kountjila	$3,32 \pm 0,48$	$3,31 \pm 0,55$	$1,01 \pm 0,13$	$17,56 \pm 3,40$
Moyenne	$3,36 \pm 0,04$	$3,20 \pm 0,16$	$1,06 \pm 0,07$	$16,44 \pm 0,90$

Coefficient de variation (%)	1,19	5,00	6,57	5,47
Probabilité	0,6276	0,1002	p<0,0001	0,03

L'analyse factorielle discriminante a permis d'identifier quatre types de graines (Tableau 4) sur la base des variables morphologiques ($R^2 = 0,51$).

Tableau 4 : Caractéristiques des types de graines de *Carapa procera* DC au Mali

Variables	Types			
	1	2	3	4
Longueur (cm)	3,20±0,37	3,70±0,41	2,61±0,41	3,88±0,35
Largeur (cm)	3,28±0,37	3,08±0,41	2,19±0,34	4,04±0,38
Longueur/largeur	0,98±0,09	1,21±0,13	1,21±0,18	0,73±0,07
Poids (g)	15,76±2,78	17,29±3,56	10,37±3,10	22,67±2,79

Le type 1 est caractérisé par des graines moyennement pesantes. Il est représenté par les provenances Koumabougou et Farako. Le type 2 est caractérisé par des graines assez pesantes. Il est représenté par les provenances Koumabougou et Farako. Quant au type 3 représenté par les provenances N'Kountjila et Faraba2, il est caractérisé par des graines de très faible poids, avec un ratio longueur/largeur très élevé. Le type 4 est caractérisé par des graines très pesantes, avec un ratio longueur/largeur très faible. Il est constitué des provenances Faraba2 et N'Kountjila.

3.3. Caractéristiques morphologiques des feuilles

Les feuilles de *Carapa procera* ont mesuré en moyenne 68,32 ±12,02 cm de longueur, 34,98±7,24 cm de largeur, avec des pétioles et des pétiolules longs respectivement de 17,12±3,09 cm et 0,92±0,26 cm. Elles sont paripennées et imparipennées, avec 11 à 12 folioles (Tableau 5). Le coefficient de variation des variables a varié de 17,61% pour la longueur des feuilles à 57,14% pour la longueur de l'acumen (Tableau 5).

Tableau 5 : Caractéristiques morphologiques des feuilles de *Carapa procera* DC au Mali

Provenances	Longueur de la feuille (cm)	Largeur de la feuille (cm)	Longueur du pétiole (cm)	Longueur du pétiolule (cm)	Longueur de l'acumen (cm)	Nombre de folioles
Faraba	71,49±10,51	38,41±6,64	17,87±2,32	0,89±0,28	0,20±0,12	12
Farako	61,83±10,43	31,83±7,24	15,31±3,63	0,87±0,21	0,28±0,15	11
Koumabougou	71,45±16,01	37,31±8,86	18,25±3,30	0,94±0,28	0,22±0,13	12
N'Kountjila	68,50±11,18	32,37±6,21	17,04±3,11	0,98±0,26	0,28±0,16	12
Moyenne	68,32±12,02	34,98±7,24	17,12±3,09	0,92±0,26	0,24±0,14	12
Coefficient de variation (%)	17,61	20,69	18,05	27,98	57,14	
Probabilité	p<0,0001	p<0,0001	p<0,0001	0,3295	0,006	

Il y a eu une différence significative entre les provenances pour la longueur de la feuille ($p < 0,0001$), la largeur de la feuille ($p < 0,0001$), la longueur du pétiole ($p < 0,0001$) et la longueur de l'acumen ($p = 0,006$). L'analyse de variance n'a pas permis de mettre en évidence de différences significatives entre les provenances pour la longueur du pétiolule ($p = 0,3295$).

L'analyse factorielle discriminante a permis d'identifier huit types de feuilles (Tableau 6) sur la base des variables morphologiques ($R^2 = 0,51$).

Tableau 6 : Caractéristiques des types de feuilles de *Carapa procera* au Mali

Types	Variables				
	Longueur (cm)	Largeur (cm)	Longueur du pétiole (cm)	Longueur du pétiolule (cm)	Longueur de l'acumen (cm)
1	69,79±7,59	37,55±4,80	17,47±2,47	0,78±0,14	0,21±0,09
2	70,38±6,31	32,96±4,18	17,23±2,52	0,98±0,19	0,21±0,09

3	54,83±7,23	25,67±4,07	14,48±2,61	0,67±0,11	0,18±0,07
4	56,29±7,51	29,98±5,57	13,81±2,57	1,03±0,11	0,24±0,07
5	90,73±12,64	43,48±9,88	21,50±2,53	1,20±0,26	0,23±0,08
6	58,48±7,08	29,86±4,75	15,61±2,72	0,80±0,18	0,55±0,21
7	66,25±7,07	42,50±6,98	17,00±2,31	1,41±0,34	0,32±0,13
8	78,80±7,68	43,25±5,46	22,00±1,94	1,07±0,26	0,57±0,12

Les types 1 et 2 sont caractérisés par des feuilles moyennement longues et larges. Ils sont représentés par les provenances Farako, Faraba2, Koumabougou et N’Kountjila. Quant au type 3 représenté par la provenance Farako, il est caractérisé par des feuilles moins longues, moins larges avec des acumens très courts. Le type 4 est caractérisé par des feuilles avec de court pétiole. Il est représenté par la provenance Farako. Le type 5 est caractérisé par des feuilles très longues et très larges avec de très long pétiole. Il est représenté par les provenances Faraba2 et Koumabougou. Les feuilles avec de très long acumen sont caractéristiques du type 6 qui est représenté par les provenances Farako et N’Kountjila. Le type 7 est caractérisé par des feuilles larges avec des acumens de longueur moyenne. Il est représenté par les provenances Farako et N’Kountjila. Les feuilles à très long acumen sont caractéristiques du type 8 qui est représenté par les provenances Farako et N’Kountjila.

IV. Discussion

L'évaluation de la variabilité morphologique est l'étape primordiale pour parvenir à celle de la diversité génétique. Très peu d'études ont été consacrées à la caractérisation morphologique des fruits, des graines et des feuilles de *Carapa procera*.

Forme des fruits

Les fruits de *Carapa procera* sont de grosses capsules de forme variée. Cette forme est soit orbiculaire, soit transversalement elliptique, soit transversalement et largement elliptique. Nous avons noté une forte dominance de la forme orbiculaire. D'autres travaux de recherche menés sur l'espèce ont attribué la forme anguleuse aux capsules [12]. Cette variabilité de la forme suppose l'existence de plusieurs variantes de l'espèce.

Aspect de l'épicarpe

Les fruits à épicarpe en crête, lisse et gaufré obtenus dans le cadre de la présente étude ont été confirmés par les travaux de Lankoandé et al. [14] réalisés sur la même espèce au Burkina Faso.

Dimension des fruits

Les fruits récoltés dans le cadre de la présente étude ont une largeur de plus que 7 cm, ce qui est supérieur 4 à 6 cm rapporté dans la littérature [5,3]. Le coefficient de variation des caractéristiques morphologiques des fruits de *Carapa procera* collectés dans son aire de distribution au Mali a varié de 4,6 à 6,9%. Cette faible variation entre les provenances signifie que ces provenances ne sont pas différentes les unes des autres pour l'ensemble des variables mesurées sur les fruits.

Nous pouvons supposer que l'origine géographique a joué un grand rôle dans la diversité de l'épicarpe des fruits, car la provenance Farako en est une illustration. Ceci a été confirmé sur *Tectona grandis* en Côte d'Ivoire par [15,16] ont rapporté que la variabilité phénotypique intraspécifique de la plupart des espèces végétales dans les populations naturelles pourrait être un reflet de la variabilité génétique et une adaptation à des conditions environnementales fluctuantes.

Le nombre moyen de 5 valves par fruit enregistré dans le cadre de la présente étude a été confirmée par d'autres travaux réalisés dans la galerie forestière qui indiquent que les fruits de *Carapa procera* peuvent contenir 4, 5 et/ou 6 valves [12,14].

Dimension des graines

La valeur moyenne des longueurs rencontrées dans nos sites, soit 3,36±0,04 cm est très proche de 3,4 cm±0,6 rapporté dans la littérature pour fruit obtenu dans la galerie forestière de Sikasso au Mali. Par contre, les graines récoltées dans notre zone d'étude ont une largeur de 3,20±0,16 cm qui est supérieure à 2,6±0,5 cm [12]. Le coefficient de variation des variables mesurées est faible, ce qui signifie que les provenances étudiées ne sont pas différentes les unes des autres.

Le nombre moyen de graines par capsule a varié de 8 à 9 dans la galerie forestière de Farako au Mali [12], de 11 ± 4 en Guyane française [17], de 12 à 18 ailleurs [18] et de 8 à 20 graines par fruit [3]. Ces chiffres cadrent bien avec les valeurs de 5 à 20 graines obtenues dans le cadre de la présente étude.

Diversité de forme des graines

Une grande diversité de forme a été observée au niveau des graines. Kouyaté et van Damme [19] ont identifié une grande diversité de forme des graines de *Detarium microcarpum* récoltées au Mali.

Dimension des feuilles

Une grande variabilité entre les provenances a été observée pour les variables longueur de la feuille (CV=17,61%), largeur de la feuille (20,69%), longueur du pétiole (18,05%), longueur du pétiolule (27,98%) et longueur de l'acumen (57,14%). Celle-ci signifie que les provenances étudiées sont différentes les unes des autres pour ces variables. De plus, l'analyse de la typologie des feuilles a montré que le Sud du Mali abrite les feuilles de type 1, 3, 4, 6, 7 et 8. Cela indique que ce regroupement reflète l'origine géographique. Par contre, les feuilles de type 5 ont été rencontrées à l'Ouest et au Centre-Ouest du Mali, alors que les feuilles de type 2 sont visibles dans les trois zones géographiques étudiées. Cela signifie que la structuration faite ne reflète pas l'origine géographique.

Nombre de folioles

Le nombre pair et impair des folioles, allant de 11 à 12 folioles, cadre bien dans l'intervalle défini dans la littérature qui est de 8 à 20 folioles [5,20].

V. Conclusion

Une grande diversité de formes et de l'épicarpe des fruits d'une part, et d'autre part une grande diversité de forme des graines a été observée entre les quatre provenances. L'étude a permis de dégager 3 types de fruits, 4 types de graines et 8 types de feuilles d'une part, et d'autre part de caractériser les provenances et d'identifier les principaux descripteurs morphologiques discriminants. Initiée pour la première fois au Mali, cette analyse approfondie des caractères morphologiques de *Carapa procera* peut contribuer à une meilleure compréhension de la biodiversité et à l'amélioration des revenus des familles paysannes à travers des plantations d'individus performants.

Remerciements

Les auteurs remercient DANIDA pour le financement du projet de recherche basée sur les arbres à huile en Afrique de l'Ouest (QualiTree, 10-002AU) qui a permis la réalisation du présent travail.

Références bibliographiques

- [1]. Dovie, D.B.K. 2003. Rural economy and livelihoods from the non-timber forest products trade: compromising sustainability in southern Africa? *International Journal of Sustainable Development and World Ecology* 10: 247 - 262.
- [2]. Gandari, F.J. 2008. Les fruits indigènes. *Spore* 136: 8 - 10.
- [3]. Weber, N., Birnbaum, P., Forget, P.M., Gueye, M. et Kenfack, D. 2010. L'huile de Carapa (*Carapa* spp., Meliaceae) en Afrique de l'Ouest : utilisations et implications dans la conservation des peuplements naturels. *Fruits* 65 (6) : 343 - 354.
- [4]. Birnbaum, P. 2012. Biodiversité au Mali : les forêts du Mali. Versailles, Ed. Quae. 174pp.
- [5]. Arbonnier, M. 2000. Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. Montpellier : CIRAD, MNHN. 541pp.
- [6]. Ambé, G.A. 2001. Les fruitiers sauvages comestibles des savanes guinéennes de la Côte d'Ivoire : état de la connaissance par la population locale, les Malinkés. *Biotechnologie, Agronomie, Société, Environnement* 5 (1) : 43 - 58.
- [7]. Dioum, M.D., Seck, M., Sy, G.Y., Faye, J.M., Sarr, A., Faye, B. et Faye, B. 2013. Activité anti-inflammatoire de la graine de Carapa procera (Meliaceae). *Revue CAMES-Sciences des Structures et de la Matière* 1: 17 - 28.
- [8]. Dembélé, U., Lykke, A.M., Koné, Y., Témé, B. and Kouyaté, A.M. 2015. Use-value and importance of socio-cultural knowledge on *Carapa procera* trees in the Sudanian zone in Mali. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*: 10.1186/1746-4269-11 - 14.
- [9]. Ferraz, I.D.K., Camargo, J.L.C. et Sampaio, P.T.S. 2002. Sementes e plântulas de andiroba (*Carapa guianensis* Aubl *Carapa procera* DC.): aspectos botânicos, ecológicos e tecnológicos. *Acta Amazonica* 32 (4): 647- 661.
- [10]. Gueye, M., Kenfack, D. et Forget, P.M. 2010. Importance socio-culturelle, potentialités économiques et thérapeutiques du Carapa (MELIACEAE) au Sénégal. Compte Rendu du 18^{ème} Congrès de l'AETFAT, Yaoundé Cameroun. van der Burgt, X., van der Maesen, J. et Onana, J.M. (Eds.). Pp. 359 - 367.
- [11]. Pangou, S.V., de Zoysa, N. and Gema, L. 2011. Comparison between field performance of cuttings and seedlings of *Carapa procera* DC. (Meliaceae). *International Research Journal of Plant Science* 2 (9): 281 - 287.
- [12]. Sanogo, S., Sacandé, M., Van Damme, P. et N'Diaye, I. 2013. Caractérisation, germination et conservation des graines de *Carapa procera* DC. (Meliaceae), une espèce utile en santé humaine et animale. *Biotechnologie, Agronomie, Société, Environnement* 17 (2): 321 - 331.
- [13]. Ouédraogo, A.S. 1995. *Parkia Biglobosa* (Fabaceae) en Afrique de l'Ouest : biosystématique et amélioration. Thèse de doctorat. Wageningen, Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands. 205pp.
- [14]. Lankoandé, B., Ouédraogo, A., Boussim, J.L. and Lykke, A.M. 2015. Phenotypic traits of *Carapa procera* fruits from riparian forests of Burkina Faso, West Africa. *Journal of Horticulture and Forestry* 7 (6): 160 - 167.
- [15]. Fofana, J.I., Diarrassouba, N., Koffi, K.K., Dago, N.D., Adou, K. et N'Guetta, P.S. 2014. Evaluation de quelques descripteurs morphologiques des populations de Teck (*Tectona Grandis* L.F) Verbenaceae de la Forêt Classée de la Tene (Côte D'ivoire). *Agronomie Africaine* 26 (1): 23 - 33.
- [16]. Padonou, E.A., Kassa, B., Assogbadjo, A.E., Fandohan, B., Chakeredza, S., Glèlè Kakaï, R.L. and Sinsin, B. 2014. Natural variation in fruit characteristics and seed germination of *Jatropha curcas* in Benin, West Africa. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 89 (1): 69 - 73.
- [17]. Forget, P.M. and Jansen, P.A. 2007. Hunting increases dispersal limitation in the tree *Carapa procera*, a non timber forest product. *Conservation Biology* 21: 106 - 113.
- [18]. Berhaut, J. 1975. Flore illustrée du Sénégal. Tome IV. Gouvernement du Sénégal. Dakar. Clairafrique. 625pp.

- [19]. Kouyaté, A.M. et Van Damme, P. 2002. Caractères morphologiques de *Detarium microcarpum* Guill. & Perr. au sud du Mali. *Fruits* 57 (4): 231 - 238.
- [20]. Eyog-Matig, O., NDoye, O., Kengue, J. et Awono, A. 2006. Les fruitiers forestiers comestibles du Cameroun. International Plant Genetic Resources Institute. 220pp.

Méminata Diakité, et. al. "Variabilité morphologique de Carapa procera DC au Mali." *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology (IOSR-JESTFT)*, 16(04), (2022): pp 01-08.