

Test de Germination des Graines de Ricin (*Ricinus communis* L.) Sous Différentes Contraintes Abiotiques

Roger Bayala

Université Jean Lorougnon GUEDE
UFR Agroforesterie, Daloa, Côte d'Ivoire

Ibrahima Diedhiou

Université de Thiès,
École Nationale Supérieure d'Agriculture Thiès, Sénégal

Laopé Ambroise Casimir Siene

Université Peleforo GON COULIBALY
Département de Biologie Végétale, Côte d'Ivoire

Kouakou Abessika Georges Yao

Université Jean Lorougnon GUEDE
UFR Agroforesterie, Daloa, Côte d'Ivoire

Christine Valentine Noella Sagna

Université de Thiès,
École Nationale Supérieure d'Agriculture Thiès, Sénégal

Doi: [10.19044/esipreprint.9.2023.p637](https://doi.org/10.19044/esipreprint.9.2023.p637)

Approved: 27 September 2023
Posted: 29 September 2023

Copyright 2023 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Bayala R., Diedhiou I., Siene L.A.C., Yao K.A.G. & Sagna C.V.N. (2023). *Test de Germination des Graines de Ricin (Ricinus communis L.) Sous Différentes Contraintes Abiotiques*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.9.2023.p637>

Résumé

Ricinus communis L., est utilisé comme biocarburant et possède de nombreuses vertus. Cependant, les récentes recherches menées en Afrique de l'Ouest fournissent peu d'information sur ses potentialités encore moins sur sa croissance. L'objectif de cette étude est d'évaluer la réponse des graines de ricin à différentes méthodes de prétraitement. Le dispositif utilisé est un bloc complètement randomisé à quatre répétitions et neuf traitements. Les traitements ont été constitués de graines témoins ; de graines scarifiées à la main (SM) ; de graines trempées dans l'eau de robinet à la température ambiante pendant 12 heures (ER12h), pendant 24 heures (ER24h), pendant

48 heures (ER48h) ; de graines trempées dans l'eau préalablement portée à ébullition ($\sim 100^{\circ}\text{C}$) pendant 20 minutes (EC20min), pendant 40 minutes (EC40min) ; de graines trempées dans l'eau à la température ambiante après scarification de celles-ci, pendant 24 heures (SM24h), pendant 48 heures (SM48h). Vingt graines ont été semées par traitement et les observations ont porté d'une part, sur la capacité de germination, le temps moyen de germination, le délai de germination et le coefficient de vélocité de germination ; et d'autre part sur la croissance des jeunes plants. Les résultats ont montré que les graines de ricin ne présentent pas réellement de résistance mécanique, ce qui s'est traduit par une capacité de germination élevée après un trempage à l'eau pendant 12 heures. La scarification appliquée uniquement et le traitement thermique des graines n'ont pas favorisé une bonne germination des graines. Le temps de germination moyen a été plus court au niveau de la graine scarifiée avec un temps d'imbibition plus long. Un pré trempage des graines à l'eau chaude pendant 20 minutes n'a pas permis la germination des graines, contrairement à celui qui a duré 40 minutes. La croissance des plantes et le rythme d'apparition des feuilles ont été plus rapide avec les graines scarifiées et trempées à l'eau. Cette étude a montré que la multiplication par graine de cette espèce pourrait être limitée par un prétraitement à la chaleur.

Mots-clés: Croissance, Dormance, Germination, *Ricinus communis* L., Température de l'eau, Prétraitements

Germination Test of Castor Beans (*Ricinus communis* L.) under Different Abiotic Constrains

Roger Bayala

Université Jean Lorougnon GUEDE
UFR Agroforesterie, Daloa, Côte d'Ivoire

Ibrahima Diedhiou

Université de Thiès,
École Nationale Supérieure d'Agriculture Thiès, Sénégal

Laopé Ambroise Casimir Siene

Université Peleforo GON COULIBALY
Département de Biologie Végétale, Côte d'Ivoire

Kouakou Abessika Georges Yao

Université Jean Lorougnon GUEDE
UFR Agroforesterie, Daloa, Côte d'Ivoire

Christine Valentine Noella Sagna

Université de Thiès,
École Nationale Supérieure d'Agriculture Thiès, Sénégal

Abstract

Ricinus communis L. is used as a biofuel and has many virtues. In recent research conducted in West Africa, little information exists on its potential and even less about its growth. The objective of this study was to evaluate methods of breaking seed dormancy and stimulating the growth of *R. communis*. The device used is a completely randomized block in four repetitions and nine treatments. The treatments consist of control seeds, hand-scarified seeds (SM), seeds soaked in tap water at ambient temperature for 12 hours (ER12h), for 24 hours (ER24h), for 48 hours (ER48h); seeds soaked in water previously boiled (~100°C) for 20 minutes (EC20min), for 40 minutes (EC40min); seeds soaked in water at ambient temperature after scarifying the seeds for 24 hours (SM24h), for 48 hours (SM48h). Twenty seeds of *R. communis* were sown per treatment and observations were made on the one hand on germination capacity, mean germination time, germination time and velocity coefficient; and on the other hand, on the growth of young plants. The results showed that the castor seeds did not really show any mechanical resistance which resulted in a high germination capacity after soaking in water for 12 hours. Scarification alone and heat treatment of the seeds does not promote good seed germination. The average germination time is shorter when the seed is scarified with a longer soaking time. Soaking in hot water for 20 minutes did not allow the seeds to germinate, unlike 40 minutes. Plant growth was faster with scarified and

water-soaked seeds. This study showed that multiplication by seed of this species could be limited by heat pretreatment

Keywords: Growth, Dormancy, Germination, *Ricinus communis* L., Temperature of Water, pre-treatments

Introduction

La crise énergétique intervenue au début des années 2000 a conduit certains pays africains à introduire les cultures pouvant intervenir dans la fabrication de biocarburants dans les systèmes de production. C'est ainsi que l'accent a été mis sur la promotion de la culture de *Jatropha curcas* (Achten *et al.*, 2008 ; Kaushik *et al.*, 2005 ; Misra & Misra, 2010). Cette culture était perçue comme un moyen de développement social, de réduction de la pauvreté des petits producteurs et de maintien de la fertilité des sols (Diédhiou *et al.*, 2017; Singh *et al.*, 2013). Malgré ce contexte favorable, l'engouement affiché par les promoteurs de la production de biocarburant, *J. curcas* connaît aujourd'hui un ralentissement compte tenu de la méfiance des agriculteurs face au risque lié à l'insécurité alimentaire et aux facteurs de production (Borras Jr *et al.*, 2011; Burley & Bebb, 2010 ; Datinon *et al.*, 2013; German *et al.*, 2011; Kgathi *et al.*, 2012; Matondi *et al.*, 2011). En effet, les espaces consacrés à la culture de *Jatropha* constituent un manque à gagner pour l'agriculture traditionnelle. A cela s'ajoutent les promesses faites sur les prix d'achats et les rendements théoriques qui n'ont pas été tenues. Tout ceci a donc occasionné un désintérêt des petits producteurs pour cette culture.

La priorité accordée à *Jatropha curcas* a constitué un frein à l'exploitation d'autres plantes oléagineuses telle que *Ricinus communis*, qui a des caractéristiques tout aussi intéressantes. Le ricin (*R. communis*) est une plante de la famille des euphorbiacées originaire d'Afrique tropicale qui pousse dans de nombreux endroits et s'adapte aux contraintes des milieux parfois hostiles à certains végétaux (Goyal *et al.*, 2014 ; Scarpa & Guerci, 1982).

Ainsi, dans la quête mondiale de substituer les énergies fossiles par les énergies renouvelables moins polluantes et moins coûteuses, le ricin pourrait être utilisé en substitution à *J. curcas*. Cependant, peu de travaux existent sur cette plante. En effet, sa germination, sa croissance et son développement ont été peu étudiés à notre connaissance. D'où l'intérêt de cette étude qui vise à comprendre la réponse des graines de ricin à différents prétraitements afin de faciliter leur germination et assurer une bonne croissance des jeunes plants.

1. Matériel et méthodes

1.1. Site d'étude

L'étude a été menée à l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture de Thiès (14°42'52" Latitude Nord et 16°28'64" Longitude Ouest) du Sénégal située dans une zone soudano-sahélienne (Fig. 1). Le climat est caractérisé par une saison pluvieuse de trois à quatre mois (juillet à octobre), avec une pluviométrie moyenne annuelle d'environ 480 mm et une longue saison sèche le reste de l'année. Les températures moyennes mensuelles sont comprises entre 26 °C et 27,5 °C, avec des maxima et minima qui sont respectivement, de 33 °C et 23 °C en saison sèche et de 33 °C à 19 °C en saison des pluies. L'humidité relative oscille entre 27 et 75 % en saison sèche, et entre 49 et 91 % en saison humide (Diedhiou *et al.*, 2018). Les caractéristiques climatiques du milieu sont idéales à la croissance de *R. communis* au regard de la distribution de l'espèce des zones arides aux zones humides (Koutroubas *et al.*, 2000; Kumar *et al.*, 1997).

1.2. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué de graines de *R. communis*. Afin de réduire l'hétérogénéité de l'accession, la collecte a été réalisée en un seul endroit. Ainsi, pour notre étude, la collecte a été faite dans l'enceinte de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture de Thiès (ENSA) du Sénégal, à cause de son abondance en plants de ricin.

1.3. Etude de la germination du ricin

Les tests de germination ont été conduits dans des seaux de 5 litres contenant un mélange de substrats composé de 2/3 de sable et 1/3 de terreau. L'étude a donc consisté à observer la germination des graines de *R. communis* semées dans ces seaux.

Neuf (09) différentes méthodes de prétraitement ont été utilisées :

- trempage dans l'eau de robinet à la température ambiante pendant 12 heures (ER 12h) ;
- trempage dans l'eau de robinet à la température ambiante pendant 24 heures (ER 24h) ;
- trempage dans l'eau de robinet à la température ambiante pendant 48 heures (ER 48h) ;
- trempage dans l'eau chaude après ébullition pendant 20 minutes (EC 20 min) ;
- trempage dans l'eau chaude après ébullition pendant 40 minutes (EC 40 min) ;
- scarification manuelle (SM) ;
- scarification manuelle + trempage à l'eau froide pendant 24 heures (SME 24 h) ;

- scarification manuelle + trempage à l'eau froide pendant 48 heures (SME 48h) ; et
- témoin sans traitement.

Le dispositif expérimental a été en blocs complets randomisés avec 4 blocs. L'unité statistique a été constituée de 20 graines, soit 80 graines par traitement et 720 graines pour l'ensemble de l'essai.

Les graines ont été semées le 17 janvier à environ 2 cm de profondeur. Les observations de la germination ont été effectuées de la première date de semis jusqu'au 02 février 2020. Les apports hydriques journaliers ont été faits par irrigation à évapotranspiration maximale.

1.4. Etude de la croissance de ricin

Les mesures de la croissance ont porté sur le nombre de feuilles et la hauteur des plants de ricin. La hauteur de chaque plant a été mesurée à l'aide d'un mètre-ruban du sol jusqu'à la zone d'insertion de la dernière feuille. Ces données ont été collectées une fois par semaine, du 24^{ème} au 45^{ème} jour après semis (jas).

1.5. Traitement et analyse statistique des données

1.5.1. Analyse de la germination

Le délai de germination (DG) et la vitesse de germination (VG) ont été étudiés. En effet, le délai de germination (DG) encore appelé durée d'attente est défini par Amani *et al.* (2015), comme étant le temps écoulé entre le semis et la première germination. Quant à la vitesse de germination (VG) elle caractérise la variation dans le temps des taux de germination dès l'apparition de la première pointe de la radicule d'une graine, jusqu'à la stabilité de la germination (ISTA, 1985). Elle peut s'exprimer avec le coefficient de vélocité de germination (CVG) qui est libre de l'influence du nombre de graines germées dans les échantillons et correspond à la réciproque du temps moyen de germination (TMG) (Norden *et al.*, 2009).

Ainsi tous les paramètres ont été calculés à partir des formules suivantes :

$$CVG = \frac{(N1+N2+N3+\dots+Nn)*100}{N1T1+N2T2+N3T3+\dots+NnTn} ; TMG = \frac{N1T1+N2T2+N3T3+\dots+NnTn}{N1+N2+N3+\dots+Nn}$$

Avec Nn : le nombre de graines germées pour une observation n et Tn : le jour correspondant à la germination des graines.

La capacité de germination (CpG) a également été calculée. Elle correspond au pourcentage de graines qui germent dans des conditions données (Tudor *et al.*, 2017). L'expression mathématique de la capacité de germination est la suivante :

$$CpG = \frac{ni}{N}$$

Avec ni le nombre cumulé de graines germées à chaque observation i , et N le nombre total de graines mises à germer.

1.5.2. Analyse de la croissance

L'analyse de la variance a été effectuée à l'aide du logiciel Statistix 8.1 pour étudier les différences entre les traitements sur le nombre de feuilles et la hauteur de ricin. La comparaison des moyennes a été faite avec le test LSD Fisher, au seuil de 5 %.

2. Résultats

2.1. Effet des traitements sur les paramètres de germination

Le tableau 1 indique les variations des paramètres de germination de *R. communis* (capacité de germination (CpG), délai de germination (DG), coefficient de vélocité de germination (CVG) et temps moyen de germination (TMG)), en fonction des prétraitements.

Tableau 1. Effet des prétraitements sur les paramètres de germination chez *R. communis*

Traitements	Nombre de graines semées	Nombre de graines germées	CpG (%)	DG (jours)	TMG (jours)	CVG (%)
ER 12 h	80	65	81.25	10	13.35	7.49
ER 24 h	80	53	66.25	9	13.53	7.39
ER 48 h	80	49	61.25	10	14.00	7.14
EC 20 min	80	0	0	0	0.00	0.00
EC 40 min	80	36	45	12	15.33	6.52
SM	80	26	32.5	8	12.23	8.18
SME 24 h	80	67	83.75	8	11.03	9.07
SME 48 h	80	70	87.5	5	10.13	9.87
Témoin	80	63	78.75	10	14.60	6.85

Les résultats montrent que le prétrempage de graines de ricin pendant 20 minutes dans l'eau chaude n'a pas permis la germination des graines (EC 20min: 0%). La capacité de germination a été plus faible avec la scarification uniquement (SM: 32,5 %) et plus élevée avec les graines scarifiées et trempées pendant 24 heures (SME 24 h: 83,75 %) ou 48 h (SME 48 h: 87,5 %).

Par ailleurs, la capacité de germination a diminué avec un trempage long, avec le traitement ER. En effet, elle est passée de 81,25 % après 12 heures de trempage à l'eau froide (ER 12 h) à 61,25 % après 48 heures (ER 48 h). Quant aux graines qui n'ont pas subi de traitement préalable (Témoin), 78,75 % d'entre elles ont germé. Les délais de germination de ricin des

traitements ER 12 h, ER 48 h, EC 40 min et le témoin ont été plus du double du traitement SME 48 h (5 jours). Ainsi, ce traitement a présenté le délai de germination le plus court.

Le temps moyen de germination (TMG) a été court pour les graines scarifiées et trempées à l'eau pendant 48 heures (10,13 jours) et plus long pour les graines trempées dans l'eau chaude pendant 40 minutes (15,33 jours) ou pour le témoin (14,60 jours).

Le coefficient de vélocité de germination (CVG) a varié en fonction des traitements. Les résultats montrent que le CVG a été plus faible pour les graines de ricin trempées dans l'eau chaude pendant 40 minutes (6,52 %) et plus élevé pour les graines scarifiées et trempées pendant 48 heures dans l'eau à température ambiante (9,87 %). Entre ces deux valeurs de coefficient de vélocité, l'on a constaté que le trempage des graines à l'eau de robinet pendant 12 heures (ER 12h) a entraîné un coefficient de vélocité de germination relativement plus élevée (7,49%) que celui des des graines trempées pendant 48 heures (ER 48: 7,14%). La scarification a élevée le coefficient de vélocité.

En effet, il est passé de 7,14 % pour le traitement ER 48 h à 9,87 % pour le traitement SME 48 h. Le prétraitement à l'eau froide et le témoin ont obtenu le plus faible coefficient de vélocité qui a varié entre 6,85 et 7,49%.

2.2. Effet des traitements des graines sur le nombre de feuilles de *R. communis* L.

Le tableau 2 présente le nombre de feuilles au cours de la croissance de *R. communis* en fonction du temps et du prétraitement des graines. L'analyse de la variance de a montré une différence hautement significative ($p < 0.001$) entre les prétraitements pour chaque date d'observation. Les résultats montrent que le prétraitement des graines a un effet hautement significatif sur le nombre de feuilles émises. Au 24^{ème} jour après semis, une différence hautement significative ($p < 0.001$) a été observée entre les traitements. L'analyse montre que les traitements SME 24 h et SME 48 h ont obtenu des nombres de feuilles significativement plus élevés (en moyenne 6 feuilles), alors que le nombre de feuilles a été plus faible avec les traitements EC 40 min et SM (4,5 feuilles). Au 31^{ème} jour après semis, une différence hautement significative ($p < 0.001$) a été observée entre les traitements. Les résultats montrent qu'en plus des traitements SME 24 h et SME 48 h, les plants des traitements ER 24 h et ceux du Témoin ont obtenu le nombre de feuilles le plus élevé, avec en moyenne 7 feuilles par plant. Ce groupe a été suivi de celui des plants des traitements ER 12 h et ER 48 h qui a présenté en moyenne 6,5 feuilles par plant. Au 45^{ème} jas, une différence hautement significative ($p < 0.001$) a été observée entre les traitements, avec un nombre plus élevé de feuilles pour les plants du traitement ER 24 h (16,3 feuilles) et

un nombre plus faible pour les plants du traitement SM (12 feuilles). Le traitement ER 24 a été suivi dans l'ordre décroissant par les traitements ER 12 h, EC 40 min, SME 48 h et Témoin, qui ont produit un nombre de feuilles statistiquement identique, avec une différence 3 feuilles.

Tableau 2. Variation du nombre de feuilles de *R. communis* en fonction du prétraitement des graines

Traitements	24 Jas	31 Jas	38 Jas	45 Jas
ER 12 h	5.5 (0.5) ^{ab}	6.7 (0.4) ^{ab}	9.3 (1.1) ^a	14.3 (3.8) ^{abc}
ER 24 h	5.5 (0.5) ^{ab}	7.1 (0.2) ^a	9.3 (0.8) ^a	16.3 (1.9) ^a
ER 48 h	5.0 (0.0) ^{bc}	6.5 (0.5) ^{ab}	8.7 (0.5) ^a	12.3 (1.9) ^{bc}
EC 20 min	0.0 (0.0) ^d	0.0 (0.0) ^d	0.0 (0.0) ^b	0.0 (0.0) ^d
EC 40 min	4.5 (0.5) ^c	5.7 (0.4) ^c	7.7 (0.4) ^a	12.5 (2.5) ^{abc}
SM	4.7 (0.4) ^c	6.3 (0.8) ^{bc}	8.5 (1.8) ^a	12.0 (2.1) ^c
SME 24h	5.7 (0.4) ^a	7.0 (0.0) ^a	9.3 (0.8) ^a	16.0 (1.0) ^{ab}
SME 48 h	6.0 (0.0) ^a	7.0 (0.0) ^a	8.7 (0.4) ^a	13.7 (1.9) ^{abc}
Témoin	5.0 (0.7) ^{bc}	7.0 (0.7) ^a	8.7 (0.9) ^a	13.3 (2.9) ^{abc}
Probabilité	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

*les valeurs entre parenthèses représentent l'écart-type du nombre de feuilles. Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

2.3. Effet des traitements des graines sur la hauteur de *R. communis*.

Le tableau 3 présente l'évolution de la croissance en hauteur des jeunes plants de *R. communis* en fonction des traitements. L'analyse de la variance montre que le prétraitement des graines a un effet hautement significatif ($p < 0.001$) sur la hauteur des plantes quelle que soit la date de mesure. Les mesures effectuées 24 jours après semis (jas) montrent que le traitement SME 48 h a présenté les hauteurs de plants les plus élevées (8,1 cm) contrairement aux plants du traitement EC 40 min qui ont eu la croissance la plus faible (5,9 cm). En comparant ces deux traitements, l'on constate que la différence est d'environ 2 cm. Les traitements ER 24 h, ER 48 h, SME 48 h et le témoin ont présenté statistiquement la même hauteur de plants; avec une valeur moyenne inférieure à celle du traitement SME 24 h d'au moins 0,7 cm. . Quant aux traitements ER 12 h et SM, ils ont présenté des hauteurs inférieures à celle des plants du traitement SME 48 h, de 1,1 et 1,8 cm, respectivement. Au 31^{ème} jas, le traitement ER 24 h a présenté une hauteur moyenne des plants de 10,4 cm, avec un taux d'accroissement de 35 %, alors que SME 24 h n'a eu qu'un accroissement de 20 % pour atteindre 9,7 cm. A cette date, les hauteurs des plants du traitement SME 24 h et du témoin n'ont pas présenté de différences. Le traitement EC 40 min a obtenu la hauteur la plus faible. La tendance a été la même, une semaine plus tard (38 jas), avec un taux de croissance presque identique pour ER 24 h (37 %). La plus faible hauteur des plants a toujours été observée avec le traitement EC 40 min. Aucune différence significative n'a été observée entre les

traitements ER 12 h, ER 48 h, SME 48 h et Témoin. Cependant leurs valeurs de hauteur ont été relativement supérieures à celle de SM. Au 45^{ème} jour après semis, les traitements ER 24 h, SME 24 h et Témoin ont présenté les croissances les plus élevées par rapport aux autres traitements. Le traitement EC 40 min a présenté une hauteur de 15,47 cm.

Tableau 3. Variation de la hauteur de *R. communis* en fonction du prétraitements des graines

Traitements	24 Jas	31 Jas	38 Jas	45 Jas
ER 12 h	7.0 (0.0) ^{bc}	9.5 (0.5) ^{abc}	13.5 (2.1) ^{ab}	19.3 (3.3) ^{ab}
ER 24 h	7.7 (0.6) ^{ab}	10.4 (1.0) ^a	14.3 (1.3) ^a	22.0 (1.2) ^a
ER 48 h	7.4 (0.7) ^{ab}	8.7 (0.4) ^{bc}	12.7 (1.3) ^{ab}	18.3 (2.3) ^{ab}
EC 20 min	0.0 (0.0) ^e	0.0 (0.0) ^e	0.0 (0.0) ^e	0.0 (0.0) ^c
EC 40 min	5.9 (0.9) ^d	7.3 (0.4) ^d	10.5 (0.9) ^c	15.7 (1.8) ^b
SM	6.3 (0.4) ^{cd}	8.4 (0.6) ^{cd}	12.0 (1.2) ^{bc}	19.0 (2.4) ^{ab}
SME 24h	8.1 (0.2) ^a	9.7 (0.4) ^{ab}	14.0 (1.2) ^{ab}	21.7 (1.8) ^a
SME 48 h	7.4 (0.4) ^{ab}	9.0 (0.7) ^{bc}	12.7 (0.8) ^{ab}	19.3 (2.5) ^{ab}
Témoin	7.5 (0.9) ^{ab}	9.9 (1.4) ^{ab}	14.0 (2.1) ^{ab}	20.0 (4.1) ^a
Probabilité	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.001

*les valeurs entre parenthèses représentent l'écart-type de la hauteur des plants.

Les moyennes affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

Discussion

Les résultats obtenus mettent en évidence l'effet du prétraitement sur la germination des graines de *Ricinus communis* L. Ils montrent premièrement que la scarification seule entraîne une capacité de germination très faible alors que son effet sur la germination s'améliore avec le temps de trempage. Cela suggère d'abord que les graines de ricin ne présentent pas une résistance mécanique. Ces résultats confirment ceux de Msaakpa *et al.* (2013) qui ont montré que les graines scarifiées avaient une capacité de germination largement supérieure aux graines imbibées. Par ailleurs, le trempage des graines à l'eau de robinet à la température ambiante a été plus efficace avec un temps d'imbibition court (12 heures). Ce résultat traduit que le péricarpe de la graine de *R communis* est très perméable. En effet, en 12 heures de trempage, l'humidité de la graine est suffisante pour déclencher sa germination. La graine de ricin serait donc peu résistante à la germination (Kemp, 1975). Cependant un trempage plus long aurait tendance à entraîner la pourriture des graines. La capacité de germination serait inversement proportionnelle, au temps de trempage. En effet, selon N'Klo *et al.* (2019), le temps de trempage dans l'eau affecte toutes les activités physico-chimiques et biochimiques qui conduisent à la germination des graines. Le délai de 12 heures serait donc nécessaire pour mieux influencer les

paramètres de germination pour des graines de *R. communis*. Ce temps d'imbibition dans l'eau permettrait d'activer favorablement les phénomènes induisant la germination. Après un trempage dans l'eau bouillante pendant 20 minutes, le taux de germination est nul ; mais passe à 45 % en 12 jours après 40 minutes de trempage. Bien que l'hydratation des graines ait un effet positif sur la capacité de germination de ricin, la température élevée de l'eau ne lui serait pas bénéfique. Le traitement thermique de notre étude est au-delà de celui de Severino et Auld (2014), qui ont trouvé une température de base de germination du ricin qui varie entre 15 et 36 °C. Ceci suggère que pour les semences de ricin, la chaleur n'est pas une bonne méthode de levée de dormance, mais plutôt le temps d'imbibition. Cependant, on pourrait soupçonner un effet positif de la température combinée à l'humidité comme le rapportent Cheema *et al.* (2010). Ceux-ci ont mis en évidence une augmentation de la germination avec l'augmentation de la température au cours de leurs travaux. Selon les travaux de Sagna (2019), cette espèce de la famille des euphorbiacées présente une réponse similaire aux caesalpiniacées (*Piliostigma reticulatum*) et aux combretacées (*Guiera senegalensis*) face à la température.

Nos résultats stipulent aussi que les graines n'ayant pas subi de prétraitement (témoin) ont germées à 78,75 % en 14,6 jours, qui est une proportion tout aussi élevée. Néanmoins pour avoir une rapidité et un taux élevé de germination des graines de *R. communis*, il faut procéder à une scarification des graines suivi de leur trempage pendant 48 heures pour une augmentation de 10 %.

L'étude de la variation du nombre de feuilles des plantes a révélé un effet hautement significatif du prétraitement des graines et une variation du nombre de feuilles en fonction du temps. Les résultats montrent que le traitement qui a entraîné une germination rapide des graines a aussi accéléré la feuillaison des plantes. En effet, au 24^{ème} jas, les graines scarifiées puis trempées dans l'eau (SME 24 h et SM 48 h) ont produit un plus grand nombre de feuilles. Ce résultat suggère que dans les conditions d'immersion des graines avec coque scarifiée, l'absorption d'eau par les graines serait maximale jusqu'à la turgescence des cellules, nécessaire à l'expansion de l'embryon et aux différents organes de la plante telles que les feuilles. Ces résultats sont en conformité avec ceux de Njehoya *et al.* (2016) qui ont montré que la croissance rapide des graines scarifiées de *Moringa oleifera* a été favorisée par une absorption de l'eau par les téguments. L'effet de la disponibilité en eau sur la croissance de *R. communis* a été également mis en évidence par les travaux de Zhou *et al.* (2010). En effet, leurs résultats ont montré que l'expansion de l'embryon est plus rapide lorsque le potentiel osmotique externe des graines permet l'absorption de l'eau. La feuillaison pourrait être influencée par le temps d'imbibition des graines au regard du

nombre de feuilles émis à 31^{ème} jas par les plants du traitement ER 24 h. Cependant, le nombre de feuilles arrive à s'égaliser au 38^{ème} jas. Ce résultat suggère qu'à cette date, les effets des prétraitements pour les graines ayant germé sont arrivés à leur terme. Le trempage à l'eau de température ambiante des graines de *R. communis* semble être la meilleure méthode de levée de dormance et d'accélération de la feuillaison. Par contre, la température élevée serait un facteur inhibiteur de la germination et de la feuillaison chez *R. communis*. D'une façon générale, le prétraitement des graines avec l'eau de robinet a accéléré la croissance en hauteur des plantes. Cet état de fait pourrait s'expliquer également par le statut hydrique des graines. Ce résultat rejoint ceux de plusieurs travaux qui ont mis en évidence les relations entre le statut hydrique des graines, leur développement et leur croissance (Carvalho *et al.*, 2019; Cheema *et al.*, 2010; Papazoglou *et al.*, 2020; Vallejos *et al.*, 2011).

Conclusion et perspectives

L'étude de la réponse des graines de ricin à différents prétraitements a montré que la scarification combinée au trempage à l'eau augmente la capacité germinative et réduit le temps de germination des graines. Ceci a eu pour conséquence une accélération de la croissance en hauteur et une feuillaison importante des plantes. La chaleur comme prétraitement peut ralentir la germination des graines de ricin et avoir un impact négatif sur la croissance des plants. L'étude a aussi montré que le trempage à l'eau à température ambiante présente des résultats satisfaisants en termes de capacité de germination et de production de biomasse. Il serait intéressant d'étudier dans des travaux futurs le comportement de *R. communis* sous l'influence de plusieurs régimes hydriques.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

Contributions des auteurs

Roger BAYALA a rédigé le protocole de l'essai, procédé à l'exploitation des données et à la rédaction de la première version du manuscrit. Ibrahima DIEDHIOU a contribué à la mise en place et à la conduite de l'essai au Sénégal Laopé Ambroise Casimir SIENE et Kouakou Abessika Georges YAO ont veillé à la conformité des résultats et contribué à

la rédaction du manuscrit. Christine Valentine Noella SAGNA a participé à la mise en place de l'essai, au suivi et à la collecte des données.

Remerciements

Nos remerciements vont à l'endroit du Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture de Thiès Sénégal, pour sa contribution et la facilitation de l'étude et à monsieur Moussa Dione du service technique de l'Ecole, pour la fourniture de semence de ricin.

References:

1. Achten, W. M. J., Verchot, L., Franken, Y. J., Mathijs, E., Singh, V. P., Aerts, R., & Muys, B. (2008). *Jatropha* bio-diesel production and use. *Biomass and Bioenergy*, 32(12), 1063–1084.
2. Amani, A., Inoussa, M. M., Guimbo, I. D., Mahamane, A., Saadou, M., & Lykke, A. M. (2015). Germination and growth of four species of Combretaceae in nursery. *Tropicultura*, 33(2), 135–145.
3. Association, I. S. T. (1985). International rules for seed testing. *Rules 1985. Seed Science and Technology*, 13(2), 299–513.
4. Borrás Jr, S. M., Fig, D., & Suárez, S. M. (2011). The politics of agrofuels and mega-land and water deals: insights from the ProCana case, Mozambique. *Review of African Political Economy*, 38(128), 215–234.
5. Burley, H., & Bebb, A. (2010). Africa: up for grabs—the scale and impact of land grabbing for agrofuels. *Friends of the Earth Europe*, Brussels, Belgium.
6. Carvalho, M., Roza, F. A., Mielke, M. S., de Almeida, A.-A. F., Gomes, L. M. C., & Gomes, F. P. (2019). *Ricinus communis* L.: Water Use Efficiency, Carbon Assimilation and Water Relations on Deficit Irrigation. *Journal of Experimental Agriculture International*, 1–15.
7. Cheema, N. M., Malik, M. A., Qadir, G., Rafique, M. Z., & Nawaz, N. (2010). Influence of temperature and osmotic stress on germination induction of different castor bean cultivars. *Pakistan J. Bot*, 42, 4035–4041.
8. Datinon, B., Glitho, A., Tamò, M., Amevoin, K., Goergen, G., & Kpindou, O. (2013). Inventory of major insects of *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) and their natural enemies in Southern Benin. *J Agric Biol Sci*, 8, 711–718.
9. Diedhiou, I., Bayala, R., Sagna, M. D., & Madiallacke, D. P. (2018). Flowering and fruiting seasonal changes of six accessions of

- Jatropha curcas* L. in a semi-arid region of Senegal. *Journal of Natural History Museum*, 30, 1–14.
10. Diédhiou, I., Diallo, D., Mbengue, A., Hernandez, R. R., Bayala, R., Diéme, R., Diédhiou, P. M., & Sène, A. (2017). Allometric equations and carbon stocks in tree biomass of *Jatropha curcas* L. in Senegal's Peanut Basin. *Global Ecology and Conservation*, 9, 61–69. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2016.11.007>
 11. German, L., Schoneveld, G. C., & Pacheco, P. (2011). The social and environmental impacts of biofuel feedstock cultivation: evidence from multi-site research in the forest frontier. *Ecology and Society*, 16(3).
 12. Goyal, N., Pardha-Saradhi, P., & Sharma, G. (2014). Can adaptive modulation of traits to urban environments facilitate *Ricinus communis* L. invasiveness? *Environmental Monitoring and Assessment*, 186. <https://doi.org/10.1007/s10661-014-3978-0>
 13. Kaushik, N., Kaushik, N., & Kumar, S. (2005). *Jatropha Surcas* L.: Silviculture and Uses. Agrobios (India).
 14. Kemp, R. H. (1975). Seed pretreatment and principles of nursery handling. FAO/DANIDA Training Course on Forest Seed Collection and Handling, Chiang Mai (Thailand), 17 Feb 1975.
 15. Koutroubas, S. D., Papakosta, D. K., & Doitsinis, A. (2000). Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 184(1), 33–41.
 16. Kumar, P. V., Ramakrishna, Y. S., Rao, B. V. R., Victor, U. S., Srivastava, N. N., & Rao, A. V. M. S. (1997). Influence of moisture, thermal and photoperiodic regimes on the productivity of castor beans (*Ricinus communis* L.). *Agricultural and Forest Meteorology*, 88(1–4), 279–289.
 17. Kgathi, D. L., Mfundisi, K. B., Mmopelwa, G., & Mosepele, K. (2012). Potential impacts of biofuel development on food security in Botswana: A contribution to energy policy. *Energy Policy*, 43, 70–79.
 18. Matondi, P., Havenevik, K., & Beyene, A. (2011). Introduction: Biofuels, Land Grabbing and Food Security in Africa. Matondi, Prosper. B., Havnevik, Kjell and Atakilte Beyene, Eds. Biofuels, Land Grabbing and Food Security in Africa. Uppsala: Nordic Africa Institute, 1–19.
 19. Misra, M., & Misra, A. N. (2010). *Jatropha*: the biodiesel plant biology, tissue culture and genetic transformation—a review. *Int J Pure Appl Sci Technol*, 1(1), 11–24.

20. Msaakpa, T. S., Obasi, M. O., & Kortse, P. A. (2013). Dormancy breaking and germination of castor (*Ricinus communis* L.) seed. *Journal of Agricultural and Biological Science*, 8(5), 391–398.
21. Njehoya, C. A., Bourou, S., Awono, P. K., & Bouba, H. (2014). Évaluation du potentiel de germination de *Moringa oleifera* dans la zone soudano-guinéenne du Cameroun. *Journal of Applied Biosciences*, 74, 6141–6148.
22. Norden, N., Daws, M. I., Antoine, C., Gonzalez, M. A., Garwood, N. C., & Chave, J. (2009). The relationship between seed mass and mean time to germination for 1037 tree species across five tropical forests. *Functional Ecology*, 23(1), 203–210.
23. Papazoglou, E. G., Alexopoulou, E., Papadopoulos, G. K., & Economou-Antonaka, G. (2020). Tolerance to Drought and Water Stress Resistance Mechanism of Castor Bean. *Agronomy*, 10(10), 1580.
24. Scarpa, A., & Guerci, A. (1982). Various uses of the castor oil plant (*Ricinus communis* L.) a review. *Journal of Ethnopharmacology*, 5(2), 117–137.
25. Severino, L. S., & Auld, D. L. (2014). Study on the effect of air temperature on seed development and determination of the base temperature for seed growth in castor (“*Ricinus communis*” L.). *Australian Journal of Crop Science*, 8(2), 290–295.
26. Singh, K., Singh, B., & Tuli, R. (2013). Sodic soil reclamation potential of *Jatropha curcas*: a long-term study. *Ecological Engineering*, 58, 434–440.
27. Tudor, V., Asănică, A., Teodorescu, R. I., Gidea, M., TĂNĂSESCU, C., Tudor, A. D., & ȚIU, J. V. (2017). Germination capacity of some *Lycium barbarum* L. and *Lycium chinense* Mill. biotypes seeds. *Romanian Biotechnological Letters*, 22(1), 12191.
28. Vallejos, M., Rondanini, D., & Wassner, D. F. (2011). Water relationships of castor bean (*Ricinus communis* L.) seeds related to final seed dry weight and physiological maturity. *European Journal of Agronomy*, 35(2), 93–101. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.eja.2011.04.003>
29. Sagna, C. V. N. 2019. Etude du bouturage et de la germination de *Guiera senegalensis* J.F. Gmel. et *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst. Mém. de fin d'études : Eaux et Forêts : ISFAR ex ENCR, Bambey (Bambey, Sénégal). 42 p.
30. Zhou, G., Ma, B. L., Li, J., Feng, C., Lu, J., & Qin, P. (2010). Determining salinity threshold level for castor bean emergence and stand establishment. *Crop Science*, 50(5), 2030–2036.