

Evaluation de la résistance au stress hydrique en serre de six géniteurs de caféier Robusta (*Coffea canephora*)

Drolet Jean-Marc SERY*, Kouassi Francis YAO, Ehouman Jean Brice OHOUEU, Kossia Manzan Karine GBA, Amani KONAN.

Centre National de Recherche Agronomique (CNRA), Station de Recherche de Man. B.P. 440 Man/Côte d'Ivoire, Tel. /Fax (225) 27 33 79 22 79.

* Auteur correspondant, e-mail : sery.jeanmarc@yahoo.fr, Telephone: (+225) 07 08 94 61 03

Mots clés : Stress hydrique, *Coffea canephora*, géniteurs, tolérance

Keywords: Water stress, *Coffea canephora*, parent plants, tolerance

Submitted 28/10/2024, Published online on 31st December 2024 in the [Journal of Animal and Plant Sciences \(J. Anim. Plant Sci.\) ISSN 2071 – 7024](#)

1 RESUME

L'objectif de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la résistance à la sécheresse du caféier robusta (*Coffea canephora*) par la sélection de géniteurs tolérants au stress hydrique en serre. Le dispositif expérimental utilisé est un split-plot avec 2 facteurs et 3 répétitions par traitement. Le facteur « régime hydrique » avec 3 régimes d'arrosage (100%, 50%, 20% d'apport d'eau à la capacité au champ) et le « géniteur » avec 06 géniteurs (8903/4, 8903/3, 8077/7, 8903/7, 8903/8, 8903/9). Chaque répétition est constituée d'un lot de 5 plants. Les données de sensibilité au déficit hydrique, les taux d'accroissement relatif en hauteur, en diamètre et en feuilles, la biomasse sèche et la teneur en eau ont été déterminés un mois après le stress hydrique. Le taux de récupération post stress hydrique des caféiers a également été déterminé après un ré-arrosage normale durant 14 jours. A la fin de notre étude, sur la base des données de sensibilité, des six géniteurs évalués, les géniteurs 8903/3 et 8903/4 sont sensibles au stress hydrique peu importe le niveau de stress tandis que les géniteurs 8077/7, 8903/9, 8903/8 et 8903/7 sont moyennement sensibles pour un niveau de stress hydrique correspondant à 50% de la capacité au champ. Le géniteur 8903/7 se démarque des géniteurs 8077/7, 8903/8 et 8903/9 avec un taux d'accroissement élevé en hauteur pour les régimes hydrique de 50% de la capacité au champ. Ce géniteur semble plus tolérant au stress que les autres. On note que la réduction des feuilles et la régulation de la teneur en eau sont des mécanismes généraux de gestion du stress hydrique chez le caféier *Coffea Canephora*. Le caféier résiste bien à un mois de stress hydrique avec un taux de reprise post stress hydrique de 84,4 à 88,8% peu importe le génotype. L'effet du génotype sur la biomasse en période de stress hydrique n'a pas été mis en évidence dans cette étude. Les méthodes biochimiques mises en œuvre par le caféier en période de stress hydrique doivent être investiguées.

ABSTRACT

The objective of this study is to contribute to the improvement of drought resistance in robusta coffee (*Coffea canephora*) by selecting parent plants that are tolerant to water stress in a greenhouse setting. The experimental design used is a split-plot with two factors (three watering regimes: 100%, 50%, and 20% field capacity, and six parent plants: 8903/4, 8903/3, 8077/7, 8903/7, 8903/8, 8903/9) and three repetitions per treatment. Each repetition consists of a batch of five plants. Data on sensitivity to water deficit, relative growth rates in height, diameter, and leaves, dry biomass, and water content were determined one month after water stress. The post-water stress recovery rate of coffee plants was also determined after normal



re-watering for 14 days. At the end of our study, based on sensitivity data, of the six parent plants evaluated, 8903/3 and 8903/4 are sensitive to water stress regardless of the stress level, while 8077/7, 8903/9, 8903/8, and 8903/7 are moderately sensitive to a water stress level corresponding to 50% field capacity. Parent plant 8903/7 stands out from 8077/7, 8903/8, and 8903/9 with a high growth rate in height for the 50% field capacity watering regime. This parent plant appears to be more tolerant to stress than the others. It is noted that leaf reduction and water content regulation are general mechanisms for managing water stress in *Coffea canephora*. The coffee plant withstands one month of water stress well with a post-stress recovery rate of 84.4 to 88.8% regardless of the genotype. The effect of genotype on biomass during the water stress period was not demonstrated in this study. The biochemical methods employed by the coffee plant during water stress periods need to be investigated.

2 INTRODUCTION

Le café constitue le deuxième produit de base le plus échangé au monde, après le pétrole (FAO, 2023). Il constitue un pilier économique essentiel pour de nombreux pays en développement (DaMatta *et al.*, 2018) comme la Côte d'Ivoire. L'impact croissant du changement climatique caractérisé par le déplacement des aires de cultures favorables (Killen and Harper., 2016 ; Bunn *et al.*, 2015b) à des altitudes plus importantes, la hausse des températures, la fréquence des périodes de sécheresses avec l'augmentation du stress hydrique et les modifications des régimes de précipitations (Solymosi and Teche., 2019b) constituent une contrainte pour la culture du café à l'échelle mondiale. Les caféiers ne se développent que dans des zones climatiques particulières notamment des températures entre 22 et 30°C pour le robusta et des altitudes inférieures à 900 m. Des températures trop élevées pour permettre la floraison et la croissance des fruits et l'augmentation du stress hydrique constituent des contraintes importantes à la culture du café. Cette perturbation pourrait faire chuter les niveaux de production (ICO, 2022) et mettre à mal l'économie des pays producteurs de café dans le monde. La Côte d'Ivoire a subi la plus forte baisse de production de café en Afrique au cours de l'année caféière 2022/2023, avec une production en baisse de 64,7% à 0,6 million de sacs contre 1,8 million de sacs pour la campagne 2021/2022. La baisse substantielle de la production est due certes à la très importante

récolte de l'année précédente 2021/2022, en hausse de 69,0%, mais aussi à l'impact de la sécheresse dans le pays (ICO, 2023). La vulnérabilité de la filière face au changement climatique pourrait donc entraîner une baisse de la production et la réduction des aires favorables à la culture du café de 50 % d'ici 2050 (Grüter *et al.*, 2022). La culture de variétés de caféiers résistantes aux changements climatiques et aux maladies est devenue une pratique courante. Ces variétés, issues de la recherche agronomique aident les producteurs à maintenir une production de qualité. L'adaptation au changement climatique en Côte d'Ivoire nécessite donc la création et la sélection de variétés de café tolérantes au stress hydrique (Silva *et al.*, 2013). La variabilité génétique de la tolérance à la sécheresse existe dans le genre café (Montagnon et Leroy, 1993 ; Pinheiro *et al.*, 2005), en particulier chez le café robusta (*Coffea canephora*). Pour développer des variétés résistantes à la sécheresse ou des variétés adaptées aux nouvelles zones de cultures, la recherche a opté pour la sélection de géniteurs (individu parent) tolérants au stress hydrique. Ces géniteurs seront utilisés par la suite dans un programme de création de variétés de café tolérantes au stress hydrique. L'objectif de la présente étude est de contribuer à l'amélioration de la résistance au stress hydrique du robusta par la sélection de géniteurs tolérants à la sécheresse à travers des tests de résistance au stress hydrique en serre.

3 MATERIEL ET METHODES

3.1 Site d'étude: L'étude a été conduite sous une serre à la pépinière de la station de recherche du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) de Man, située à Zélé à l'Ouest de la Côte d'Ivoire. Les coordonnées géographiques sont 7.35°75' latitude Nord et 7.59°83' longitude Ouest. La région est caractérisée par un climat de montagne, représenté par une longue saison pluvieuse d'une part et, d'autre part, par la présence de brouillards fréquents au niveau des massifs montagneux qui contribuent à l'accroissement de l'humidité relative (hygrométrie supérieure à 80% en saison pluvieuse). Les précipitations moyennes par an avoisinent 1300 mm de pluie avec une température moyenne annuelle oscillant entre 23°C et 26°C.

3.2 Matériel végétal: Le matériel végétal utilisé est constitué de six (06) géniteurs de caféiers robusta (*Coffea canephora*) de 06 mois. Ces géniteurs ont été obtenus par bouturage à partir de boutures prélevées dans la collection de caféiers du Centre National de Recherche Agronomique (CNRA) à Divo. Ils sont codifiés comme suit : G1 (8903/4), G2 (8903/7), G3 (8903/9), G4(8903/8), G5(8077/7) et G6(8903/3).

3.3 Substrat :Le substrat de culture est la terre noire communément appelée terreau. Des sachets de pépinière de 1 kg contenant du terreau ont constitué les pots de culture.

3.4 Matériel Technique: Le test d'évaluation des géniteurs vis-à-vis du stress hydrique a été réalisé dans une serre. Pour la bonne conduite de l'essai nous avons eu besoin de matériel technique, il est constitué d'un pied à coulisse, d'une règle graduée, d'un seau de 12L, de trois dosettes de capacité différente, des sachets en polyéthylène perforés, d'une brouette et d'une balance.

3.5 Détermination de la capacité au champ du substrat utilisé : La quantité d'eau apportée à la plante a été obtenue à partir de la capacité de rétention en eau du sol (capacité au champ) déterminée par la méthode gravimétrique. Cette méthode utilise un échantillon de terreau arable. L'échantillon a été

trié et séché à l'air libre. Le pot vide a été pesé soit T (tare), ensuite il a été rempli avec le terreau séché à deux tiers de son contenu et l'ensemble pesé, soit P0, le poids obtenu. Le poids du terreau (So) a été déterminée à l'aide la formule suivante : $So = P0 - T$, le bac a été arrosé à saturation et couvert de bâche noire pour éviter l'évaporation de l'eau. Après saturation du terreau, on l'a laissé s'égoutter pendant 48 heures avec la force de gravité (Brouwer et al., 1985), le sol a été pesé pour déterminer le poids Scc au moment de la capacité au champ cc. La capacité au champ du terreau est la quantité d'eau retenue par le sol après 48 heures de ressuyage. La différence de poids entre Scc et So était la quantité de l'eau (Wcc) qui était nécessaire pour faire la capacité du champ ($Wcc = Scc - So$, ml). La quantité d'eau pour le traitement 100%, 50% et 20% de la capacité du champ était respectivement de 1 x Wcc, 0,5 x Wcc et 0,2 x Wcc ml d'où 180 ml, 90 ml et 36 ml d'eau.

3.6 Dispositif expérimental : Le dispositif expérimental utilisé est un split-plot avec 2 facteurs (3 régimes d'arrosage, 06 géniteurs) et 3 répétitions par traitement. Chaque répétition est constituée d'un lot de 5 plants.

- **Le régime hydrique d'arrosage :**

- o R1 : 100% d'apport d'eau à la capacité au champ ;
- o R2 : 50% d'apport d'eau à la capacité au champ ;
- o R3 : 20% d'apport d'eau à la capacité au champ des pots.

- **Le génotype de caféier (Géniteur) :**

- o G1 – G6 : 06 familles de géniteurs robusta (G1 (8903/4), G2(8903/7), G3(8903/9), G4(8903/8), G5(8077/7) et G6(8903/3).

Le régime d'arrosage est retenu comme le facteur « grandes parcelles » et le génotype de caféier comme le facteur « sous parcelles » :

3.7 Collecte de données

3.7.1 Sensibilité au déficit hydrique : La sensibilité au déficit hydrique est déterminée un mois après application du stress hydrique à partir de l'échelle de Tesfaye, 2005. Cette échelle

définit des scores de 1 à 5 selon la sensibilité au stress hydrique (Figure 1) caractérisée par le pliage ou le flétrissement des feuilles. Les caractéristiques des plants selon les scores sont décrites comme suit : 1 = toutes les feuilles sont vertes et turgescents ; 2 = la plupart des feuilles sont encore turgescents, à l'exception des plus jeunes, qui présentent un pliage des feuilles ; 3 =

toutes les feuilles se flétrissent et /ou présentent des feuilles pliées (symptômes de sénescence évidents) ; 4 = feuilles (surtout les plus anciennes) devenant vert pâle et présentant un flétrissement ou un pliage sévère ; 5 = feuilles devenant brunes et sèches, principalement tombantes.



Figure 1 : Echelle de sensibilité au stress hydrique des plants de caféier (Tesfaye, 2005)

3.7.2 Vigueur des plants (Taux d'accroissement relatif) : Les taux d'accroissement relatifs (Relative Growth Rate = RGR) en hauteur (h), en diamètre au collet (d) et le nombre de feuilles (f) ont été calculés à partir des formules ci-après (Castell and Terradas 1994) : $RGR_h = [\ln(hT_2) - \ln(hT_1)] / (T_2 - T_1)$ pour la croissance en hauteur ; $RGR_d = [\ln(dT_2) - \ln(dT_1)] / (T_2 - T_1)$ pour la croissance du diamètre au collet ; $RGR_f = [\ln(fT_2) - \ln(fT_1)] / (T_2 - T_1)$ pour exprimer le nombre de feuilles. Le RGR exprime la croissance relative par unité de temps, et est exprimé en temps⁻¹ (mois⁻¹). Avec T le temps en un intervalle d'un mois.

3.7.3 Biomasse sèche : Les biomasses fraîches des racines et des tiges + des feuilles (g) des plantes de caféiers ont été déterminées un mois après application du stress hydrique à l'aide d'une balance électronique de précision. Pour évaluer la biomasse sèche des organes, chaque plant est découpé et séparé en deux compartiments : tiges+ feuilles et racines. Ces organes sont conditionnés dans des enveloppes, puis sont séchés à l'air libre pendant 14 jours.

3.7.4 Teneur en eau : La teneur en eau de la biomasse totale est obtenue selon la formule suivante :

$$TE = \frac{Pf - Ps}{Pf} \times 100$$

(TE : Teneur en eau, Pf : Poids frais total, Ps : Poids sec total).

3.7.5 Taux de récupération des plants après un mois de stress hydrique : Après 30 jours de stress hydrique, les plantes stressées et moyennement arrosées ont été ré-arrosées à un jour d'intervalle pendant deux semaines. Le nombre de plants morts a été noté. Le taux de survie a été déterminé en comptant le nombre de plants vivants ou morts pour estimer les différences génotypiques dans le taux de récupération après un stress hydrique.

3.8 Analyse des données : Les données collectées sont traitées grâce au logiciel STATISTICA 7.1. Des analyses de variance ANOVA factorielles des paramètres mesurés ont été réalisées. Le test de significativité des différences LSD de Fisher au seuil 5% a permis de comparer les moyennes obtenues pour apprécier les différences significatives entre elles.

4 RESULTATS

4.1 Effet des facteurs Géniteurs et Régime hydrique sur la sévérité du stress hydrique, la croissance et le taux de reprise des plants : L'ANOVA factorielle réalisée sur les données de sensibilité (Tableau 1) a mis en évidence l'effet significatif du facteur Géniteur ($F=3,692$; $P=0,003$), Régime hydrique ($F=875,981$; $P=0,000$) et de l'interaction Géniteur*Régime ($F=4,552$; $p=0,000$). Il en est de même pour l'accroissement relatif en hauteur des plants de cafiers un mois après l'application du stress hydrique. Seul le régime hydrique a eu

un effet significatif sur l'accroissement de la production des feuilles durant la période d'application du stress hydrique avec la chute des feuilles (Tableau 4). Le facteur géniteur n'a eu d'effet sur l'accroissement relatif des feuilles, l'accroissement relatif du diamètre et le taux de récupération des plants. On retient toutefois que le régime hydrique appliqué a impacté la survie des plants matérialisée par le taux de reprise des plants après la période stress hydrique ($F=10,92$; $p=0,00$).

Tableau 1 : Effet des facteurs Génotype et Régime hydrique sur la sévérité du stress hydrique, la croissance et le taux de récupération des plants

Libellé	Sensibilité	Taux d'accroissement relatif des feuilles(mois ⁻¹)	Taux d'accroissement relatif de la hauteur (mois ⁻¹)	Taux d'accroissement relatif du diamètre (mois ⁻¹)	Taux de récupération des plants (%)
ord. origine	$F=5506,9$; $p=0,00$	$F=77,33$; $p=0$	$F=17,23$; $p=0,000$	$F=4,49$; $p=0,035$	$F=1985,7$; $p=0,00$
Géniteurs	$F=3,69$; $p=0,003$	$F=2,10596$; $p=0,065$	$F=2,39$; $p=0.038$	$F=1,98$; $p=0,082$	$F=0,148$; $p=0,98$
Régimes	$F=875,9$; $p=0,000$	$F=41,67$; $p=0,000$	$F=12,14$; $p=0,000$	$F=0,82$; $p=0,44$	$F=10,92$; $p=0,00$
Génotype* Régimes	$F=4,55$; $p=0,000$	$F=0,46769$; $p=0,909$	$F=2,74$; $p=0,003$	$F=0,67$; $p=0,75$	$F=0,19$; $p=0,99$

Après un mois de stress hydrique, l'analyse des données de sensibilité au stress hydrique révèle que les géniteurs G6 (8903/3) et G1 (8903/4) sont sensibles peu importe le niveau de stress hydrique tandis que les géniteurs G5 (8077/7), G3 (8903/9), G4 (8903/8) et G2 (8903/7) sont moyennement sensibles (tolérants) pour un niveau de stress hydrique correspondant à 50% de la capacité au champ. Tous les géniteurs ont connu un accroissement de la hauteur pour un niveau de stress hydrique de 50% et 100% de la

capacité au champ. Le géniteur (G2 : 8903/7) eu l'accroissement en hauteur le plus élevé ($0,345 \pm 0,64^a$) pour les régimes hydriques de 50% et 100% de la capacité au champ. Ce géniteur croît plus que les autres malgré la réduction de ces besoins en eau de moitié. Tous les géniteurs ont été affectés par le régime hydrique de 20% de la capacité au champ, les valeurs négatives (Tableau 2) de l'accroissement en hauteur dénotent d'un rabougrissement des plants par manque d'eau (Figure 2).

Tableau 2 : Niveau de sensibilité, d'accroissement en hauteur et des feuilles des géniteurs en période de stress hydrique

Géniteurs	Régimes	Sévérité	Taux d'accroissement en hauteur ((mois ⁻¹))	Taux d'accroissement des feuilles ((mois ⁻¹))
G1 :8903/4	R1=100% CC	1a	0,107±0,9 bc	0,067±0,14ab
G6=8903/3	R1=100% CC	1a	0,057±0,11 bcde	-0,006±0,31abcd
G5=8077/7	R1=100% CC	1a	0,052±0,15 bcde	0,012±0,29abc
G2=8903/7	R1=100% CC	1a	0,11±0,1 bc	0,12±0,18a
G4=8903/8	R1=100% CC	1a	0,074±0,13 bcd	0,12±0,28a
G3=8903/9	R1=100% CC	1a	0,17±0,2b	0,013±0,42abc
G3=8903/9	R2=50% CC	2b	0,056 ±0,06bcde	-0,235±0,42def
G5=8077/7	R2=50% CC	2b	0,033±0,18 bcdef	-0,204±0,4cdef
G4=8903/8	R2=50% CC	2b	0,021±0,054 cdef	-0,25±0,37efg
G1:8903/4	R2=50% CC	2b	0,014±0,07 cdef	-0,165±0,33bcdef
G2=8903/7	R2=50% CC	2b	0,345±0,64 a	-0,042±0,32abcde
G6=8903/3	R2=50% CC	3c	0,037±0,046 bcdef	-0,275±0,38efg
G5=8077/7	R3=20% CC	4d	0,002±0,03 cdef	-0,492±0,47gh
G6=8903/3	R3=20% CC	4d	0,012±0,05 cdef	-0,391±0,29fgh
G2=8903/7	R3=20% CC	4d	-0,035±0,08 def	-0,27±0,24efg
G3=8903/9	R3=20% CC	4d	-0,098±0,2 f	-0,568±0,38h
G4=8903/8	R3=20% CC	4d	0,0036±0,02 cdef	-0,404±0,27fgh
G1:8903/4	R3=20% CC	5e	-0,08±0,22 ef	-0,289±0,28efg



Figure 2 : Flétrissement des plants de caféier soumis au stress hydrique

4.2 Effet des facteurs Géniteurs et Régime hydrique sur la biomasse sèche et la teneur en eau des plants : Le facteur géniteur de caféier n'a pas eu un effet significatif sur la biomasse sèche et la teneur en eau durant la période de stress hydrique. Le régime hydrique appliqué cependant a impacté significativement, la teneur en eau, la biomasse sèche des racines, des feuilles et de la tige des plants de caféiers (Tableau 3). Le régime hydrique de 20% de la capacité au champ a impacté négativement la biomasse sèche des feuilles + tige, la biomasse sèche des racines et la biomasse sèche totale des géniteurs de caféiers contrairement au régime hydrique de 50%cc et 100% cc. On note une

baisse significative de la teneur en eau après un mois de stress hydrique passant de 49,94% d'eau en condition optimale à 40,4% d'eau pour un régime hydrique de 50%cc et 37,73% pour un régime hydrique de 20% cc. Après 30 jours de stress hydrique, les plantes stressées, ré-arrosées pendant deux semaines ont repris. Le taux de survie déterminé (Figure 3), montre un taux de reprise de 85,5% et 77,7% respectivement pour les régimes hydriques de 20%cc et 50%cc comparé aux témoins en condition d'arrosage normal. Les taux de reprise par géniteurs (Figure 4) ne sont quant à eux pas significativement différents. Ces taux de reprise post stress hydrique varient de 84,4 à 88,8%.

Tableau 3: Effet des facteurs Géniteur et Régime hydrique sur la biomasse sèche et la teneur en eau des plants

Libellés	Biomasse sèche feuilles + tige (g)	Biomasse sèche racines(g)	Biomasse sèche totale (g)	Teneur en eau des plants (g)
ord. origine	F=206,8 ; p=0	F=109,3 ; p=0,00	F=186,83 ; p=0,00	F=1029,79 ; p=0
Géniteurs de café	F=1,18 ; p=0,33	F=0,99 ; p=0,43	F=1,19 ; p=0,33	F=1,51 ; p=0,21
Régimes	F=3,96 ; p=0,02	F=3,79 ; p=0,032	F=4,2 ; p=0,02	F=7,48 ; p=0,001
Génotype*Régimes	F=1,02 ; p=0,44	F=1,13 ; p=0,36	F=1,09 ; p=0,39	F=1,7 ; p=0,118

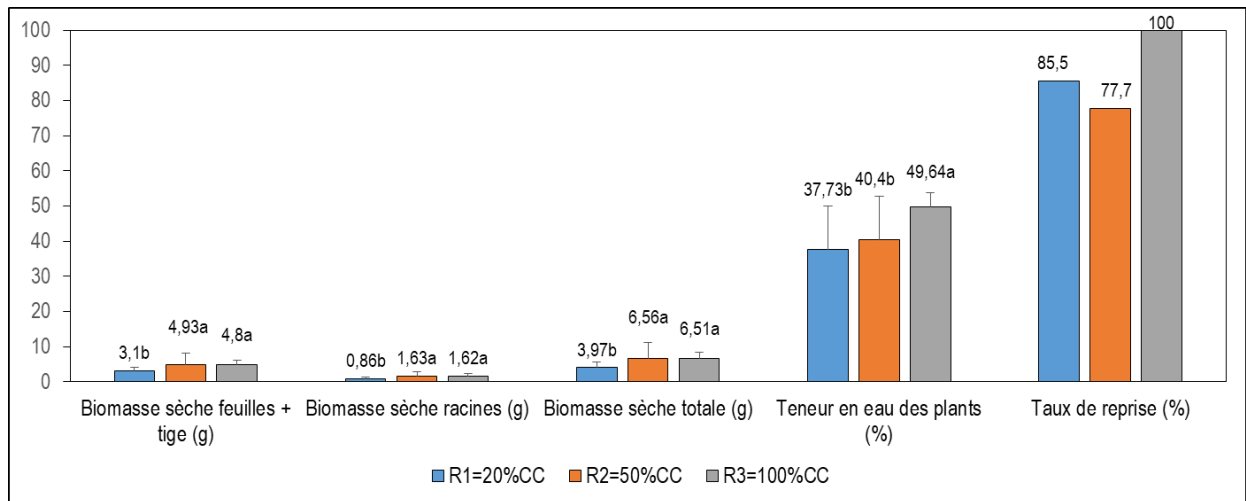


Figure 3: Impact du régime hydrique sur la biomasse sèche, la teneur en eau et le taux de reprise des plants de caféiers

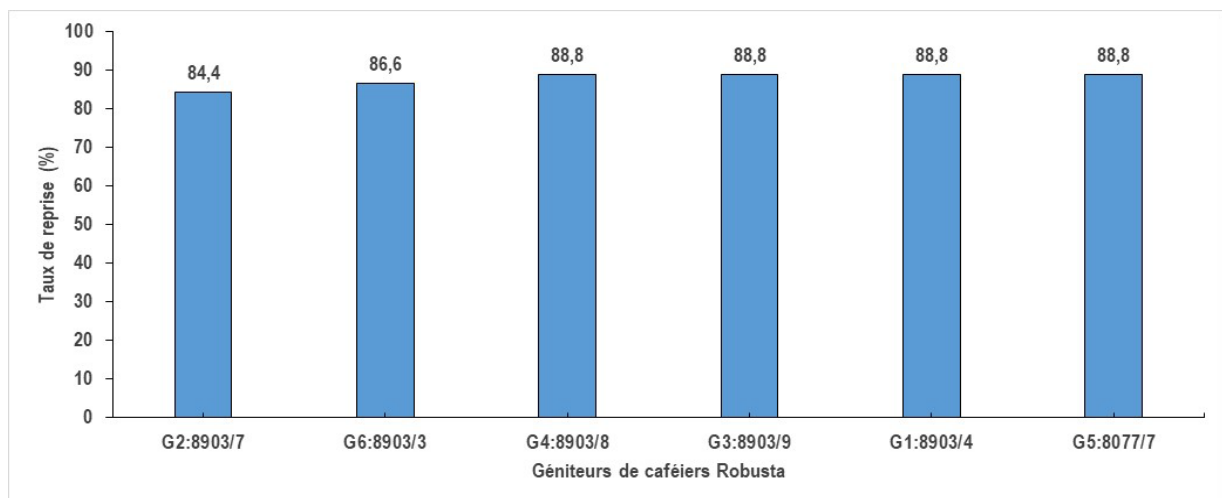


Figure 4: Effet du stress hydrique sur le taux de reprise des géniteurs de caféiers robusta

5 DISCUSSION

Après un mois de stress hydrique, l'analyse des données de sensibilité au stress hydrique révèle que les géniteurs G6 (8903/3) et G1 (8903/4) sont sensibles au stress hydrique peu importe le niveau de stress tandis que les géniteurs G5 (8077/7), G3 (8903/9), G4 (8903/8) et G2 (8903/7) sont moyennement sensibles pour un niveau de stress hydrique correspondant à 50% de la capacité au champ. Cette sensibilité à la sécheresse observée traduit les réponses physiologiques du caféier qui comprennent le pliage, le dépérissement des feuilles et la modification de la forme des feuilles (Dias *et al.*, 2007). Le géniteur G2 (8903/7) se démarque des

géniteurs G5 (8077/7), G4 (8903/8) et G3 (8903/9) avec un taux d'accroissement élevé en hauteur pour les régimes hydrique de 50% de la capacité au champ. Cela dénote d'une meilleure tolérance de ce géniteur au stress hydrique que les 05 autres cités du fait de cette capacité à croître dans les conditions de stress hydrique par rapport aux autres (Pinheiro, 2004). Des mécanismes seraient à l'origine de cette tolérance au niveau du café, il s'agit entre autres de la maximisation de l'absorption d'eau par la croissance de racines profondes, de la minimisation des pertes d'eau au moyen de la régulation de l'ouverture des stomates et la

réduction de la surface foliaire, améliorant ainsi l'état hydrique des plantes et le maintien de leur turgescence (Kufa and Burkhardt, 2011). En période de stress hydrique on a noté une perte de la teneur en eau des plants de café, une perte de la turgescence des feuilles et une chute de celles-ci peu importe le génotype. On note que la réduction des feuilles est un mécanisme général de gestion du stress hydrique chez le caféier *Coffea Canephora*. La croissance est alors ralentie pour certains génotypes G2 (8903/7) ou même stoppée pour les autres. La réaction vis-à-vis de la croissance en période de stress peut dépendre du génotype. Pinheiro et al. (2005) ont découvert que le stress hydrique des plantes se développe plus lentement chez les clones tolérants à la sécheresse que chez les clones sensibles à la sécheresse comme montrer par les données de sévérité, d'accroissement en hauteur et en feuilles. Ces clones tolérants ont un système racinaire qui assure le maintien de l'approvisionnement en eau de la plante dans la lutte contre la sécheresse (Blum, 2005). Notre étude n'a cependant pas mis en évidence l'effet du génotype (géniteur) sur la biomasse racinaire. Le géniteur G2 (8903/7) pourraient toutefois posséder des caractéristiques biochimiques qui le rend tolérant telles qu'une meilleure tolérance au stress oxydatif (Lima et al., 2002; Pinheiro et al., 2004) et la capacité à maintenir l'exportation d'assimilats (Praxedes et al., 2005). La biomasse du caféier n'a pas été affectée dans notre étude

6 CONCLUSION

L'objectif de cette étude est de contribuer à l'amélioration de la résistance au stress hydrique du robusta par la sélection de géniteurs tolérants à la sécheresse à travers des tests de résistance au stress hydrique en serre. A la fin de notre étude, des six géniteurs évalués, les géniteurs G6 (8903/3) et G1 (8903/4) sont sensibles au stress hydrique peu importe le niveau de stress tandis que les géniteurs G5 (8077/7), G3 (8903/9), G4 (8903/8) et G2 (8903/7) sont moyennement sensibles pour un niveau de stress hydrique correspondant à 50% de la capacité au champ. Le géniteur G2 (8903/7) se démarque des géniteurs G5 (8077/7), G4 (8903/8) et G3

par une réduction de ces besoins en eau de moitié durant un mois. Elle est affectée pour un stress sévère correspondant dans notre étude au régime hydrique de 20% de la capacité au champ. L'impact négatif sur la biomasse sèche des feuilles + tige, la biomasse sèche des racines et la biomasse sèche totale des géniteurs de caféiers contrairement au régime hydrique de 50%cc et 100% cc est alors plus accru. La répartition de la biomasse entre les racines, les tiges et les feuilles du caféier pourrait être modifiée et adaptée selon la sévérité due au stress hydrique, optimisant ainsi les ressources en humidité disponibles pour les systèmes les plus importants pour la survie (Dias et al., 2007 ; Worku and T. Astatkie, 2010). Cette étude a montré que l'application du stress hydrique en pépinière sur le caféier durant un mois entraîne une mortalité des plants de 14,5 à 22,3%. Cette mortalité post stress hydrique a été également évoquée par Venancio et collaborateurs (2020). Cependant, on note de manière générale que le caféier résiste plus tôt bien à un mois de stress hydrique avec une bonne capacité de récupération des plants une fois la période d'arrosage optimale établie. Ces taux de reprise post stress hydrique varient de 84,4 à 88,8% peu importe le génotype utilisé. Des techniques d'évitement et des techniques biochimiques seraient donc mises en œuvre par la plante de caféier pour lui permettre de traverser ces périodes de déficit hydrique tout en se maintenant en vie.

(8903/9) avec un taux d'accroissement élevé en hauteur pour les régimes hydrique de 50% de la capacité au champ. Ce géniteur semble plus tolérant au stress que les cinq autres. On note de manière générale que le caféier résiste plus tôt bien à un mois de stress hydrique avec une bonne capacité de récupération des plants une fois la période d'arrosage optimale établie. Des investigations doivent être faites toutefois sur les méthodes biochimiques mises en œuvre par la plante de caféier pour lui permettre de traverser ces périodes de déficit hydrique tout en se maintenant en vie.

CONFLIT D'INTERET

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

7 REFERENCES

- Brouwer C. and Heibloem, M: 1986. Irrigation Water Management: Irrigation Water Needs. Training Manual, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 3.
- Blum A : 2005. Drought resistance, water-use efficiency, and yield potential—are they compatible, dissonant, or mutually exclusive? *Australian Journal of Agricultural Research* 56 : 1159-1168. <http://dx.doi.org/10.1071/AR05069>.
- Bunn C, Läderach P, Pérez J, Montagnon C, Schilling T : 2015b. Multiclass classification of agro-ecological zones for Arabica coffee: an improved understanding of the impacts of climate change. *PLoS One* 10 (10), e0140490. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0140490>.
- Castell C, Terradas J. and Tenhunen JD : 1994. Water relations, gas exchange, and growth of resprouts and mature plant shoots of *Arbutus unedo* L. and *Quercus ilex* L. *Oecologia* 98 : 201-211.
- DaMatta FM, Avila RT, Cardoso AA, Martins SCV, Ramalho JC. 2018. Physiological and agronomic performance of the coffee crop in the context of climate change and global warming: *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66 : 5264-5274. <http://dx.doi.org/doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04537>.
- FAO.2023. Food and Agriculture Organization. <https://www.fao.org/markets-and-trade/commodities/coffee/en/>.
- Grüter R, Trachsel T, Laube P. and Jaisli I : 2022.Expected global suitability of coffee, cashew and avocado due to climate change. *PloS one* 17 (1).
- ICO. 2022. Historical Data on the Global Coffee Trade. International Coffee Organization.
- ICO. 2023. Coffee report and outlook. International Coffee Organization.
- Killen TJ. and Harper G: 2016. Coffee in the 21st century: Will climate change and increased demand lead to new deforestation? Conservation International.
- Kufa T, Burkhardt J : 2011. Stomatal characteristics in Arabica Coffee Germplasm Accessions under contrasting environments at Jimma, Southwestern Ethiopia. *International Journal of Botany* 7 (1): 63-72. <https://doi.org/10.3923/ijb.2011.63.72>
- Lima ALS, DaMatta FM, Pinheiro HA, Totola MR, Loureiro ME : 2002. Photochemical responses and oxidative stress in two clones of *Coffea canephora* under water deficit conditions. *Environmental and Experimental Botany* 47:239-247. [https://doi.org/10.1016/S0098-8472\(01\)00130-7](https://doi.org/10.1016/S0098-8472(01)00130-7).
- Venancio LP, Filgueiras R, Mantovani CE, Hummel do Amaral C, França da Cunha F, Silva FCS, Althoff D, Argolo dos Santos R. and Cavatte PC : 2020. Impact of drought associated with high temperatures on *Coffea canephora* plantations: a case study in Espírito Santo State, Brazil. *Scientific Reports* 10:19719. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-76713-y>
- Montagnon C, Leroy T : 1993. Réaction à la sécheresse de jeunes caféiers *Coffea canephora* de Côte-d'Ivoire appartenant à différents groupes génétiques. *Café Cacao Thé* 37:179-90.
- Dias PC, Araujo WL, Moraes GABK, Barros RS. and DaMatta FM : 2007.Morphological and physiological responses of two coffee progenies to soil water availability. *Journal of Plant Physiology* 164 (12) :1639-1647.



- <http://dx.doi.org/10.1016/j.jplph.2006.12.004>.
- Pinheiro HA, DaMatta FM, Chaves ARM, Fontes EPB. and Loureiro ME : 2004. Drought tolerance in relation to protection against oxidative stress in clones of *Coffea canephora* subjected to long-term drought. *Plant Science* 167: 1307-1314.
<https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2004.06.027>.
- Pinheiro HA, DaMatta FM, Chaves ARM, Loureiro ME. and Ducatti C : 2005. Drought tolerance is associated with rooting depth and stomatal control of water use in clones of *Coffea canephora*. *Annals of Botany* 96 : 101-108.
<https://doi.org/10.1093/aob/mci154>.
- Praxedes SC, DaMatta FM, Loureiro ME, Ferrão MAG. and Cordeiro AT : 2005. Effects of long-term soil drought on photosynthesis and carbohydrate metabolism in mature robusta coffee (*Coffea canephora* Pierre var. kouillou) leaves. *Environmental and Experimental Botany*, in press.
- Silva PEM, Cavatte PC, Morais LE, Medina EF. and DaMatta FM : 2013. The functional divergence of biomass partitioning, carbon gain and water use in *Coffea canephora* in response to the water supply: Implications for breeding aimed at improving drought tolerance. *Environmental and Experimental Botany* 87: 49–57.
<https://doi.org/doi.org/10.1016/j.envexpbot.2012.09.005>.
- Solyosi K, Teche G : 2019b. Coffee production in the face of climate change: country profiles. IDH Sustainable Trade Initiative, Global Coffee Platform, Specialty Coffee Association, Initiative for coffee & climate implemented by Hanns R. Neumann Stiftung, Conservation International.
- Tesfaye SG : 2005. Growth, water relations, yield and crop quality of Arabica coffee in response to water stress and deficit irrigation. PhD Dissertation, University Putra Malaysia (UPM), Malaysia.
- Worku M. and Astatkie T : 2010. Dry matter partitioning and physiological responses of *Coffea arabica* varieties to soil moisture deficit stress at the seedling stage in Southwest Ethiopia. *African Journal of Agricultural Research* 5 (15) : 2066-2072.