



Revue semestrielle – Université Ferhat Abbas Sétif 1

REVUE AGRICULTURE



Effet de quelques substrats sur la production des plants forestiers : cas du cyprès

Laala Ahmed¹, Maameche Mourad², Hafsi Miloud³

Université Ferhat Abbas Sétif (Algérie).

Laboratoire d'amélioration et développement de la production végétale.

E-Mail: ¹ Laala_sami@yahoo.fr ² Mmourad@yahoo.com ³ hafsimiloud@yahoo.com

ARTICLE INFO

RÉSUMÉ

Mots clés :

Déchets, Boue, Substrats de culture, Cyprès, Culture hors-sol.

Dans certaines pépinières, l'approvisionnement en substrat reste un problème épineux. Face à cette situation, les pépiniéristes réutilisent les sachets remplis avec du substrat et dans lesquels les graines n'ont pas germé durant la première campagne de production. Donc l'utilisation du substrat non standard est une des contraintes majeures qui affectent la qualité des plants forestiers et la rentabilité des reboisements en Algérie. Dans ce contexte, notre étude consiste à caractériser particulièrement certains matériaux tels que la boue chaulée (B), les tourteaux d'olive (T), et l'écorce de pin composté (E) du point de vue physico-chimique et de suivre leurs effets sur la croissance aérienne et racinaire des plants de cyprès. Les résultats obtenus montrent que les substrats expérimentés possèdent des caractéristiques physico-chimiques convenables à la culture des plants sauf le mélange B40+T60 qui présente un risque de salinité. Du point de vue porosité totale, tous les mélanges répondent à la norme sauf le témoin et les substrats à base de boue combinée avec les tourteaux d'olive dont la proportion est successivement 30%, 70% ou à proportion équilibrée (50%, 50%). L'analyse des paramètres biométriques, nous a permis de retenir le mélange composé de boue et d'écorce de pin dont la proportion est successivement 30%, 70% pour ses performances avec un taux de survie appréciable (90%). Globalement, les caractéristiques physico-chimiques du substrat sélectionné sont généralement favorables à la production des plants et donc la valorisation de ces différents matériaux deviennent intéressants sur le marché des pépiniéristes horticulteurs, mais l'évaluation des risques de mortalité après plantation des plants et le calcul économique sont encore à faire.

1- Introduction:

Les substrats utilisés majoritairement sont encore à base de tourbe pour les cultures en pots et conteneur. Aujourd'hui, les contraintes économiques et environnementales imposent la recherche de nouveaux supports. D'autre part, la demande sociale tend à une meilleure valorisation des déchets de l'activité humaine alors que certains produits d'origine urbaine, industrielle ou agricole sont potentiellement utilisables comme substrat de culture. On peut énumérer plus de cent matériaux disponibles localement et susceptibles d'être utilisés en mélanges avec d'autres matériaux pour la fabrication des substrats de culture au niveau local, tels que les granules de liège, tourteaux d'olive, sciures de bois, marcs de raisins, fumiers, composts d'écorces, composts urbains et les boues de stations d'épuration urbaines...etc. L'objectif de cette étude visait à examiner la possibilité d'utiliser les sous-produits agro-industriels en mélange avec d'autres matériaux locaux pour la constitution d'un substrat standard en pépinière forestière.

2- Matériels et Méthodes :

2.1- Les substrats de culture :

Pour des raisons pratiques et de disponibilité, nous avons utilisé pour la confection des substrats les matériaux suivants:

- La boue résiduaire (B) : provenant de la station d'épuration des eaux usées d'Ain Sfiha (wilaya de Sétif). Elle est traitée par la chaux afin d'augmenter le pH, et par conséquent de réduire la mobilité des métaux dans les substrats.

- L'écorce de pin compostée (E): il se présente sous forme de particules hétérogènes avec un diamètre moyen de 0.5 cm. Ce matériau provient des massifs forestiers de la wilaya de Sétif.

- Les tourteaux d'olives (T) : ce sont les déchets d'origine agro-industrielle récupérés de l'huilerie de Bou-Andes (wilaya de Sétif). Leurs diamètres varient entre 1 et 5 mm, ils ont subi un compostage de trois ans dans la pépinière afin de réduire le taux des acides et des composés toxiques.

Le témoin est un sol agricole récolté dans un champ de culture à proximité de la pépinière de Assila (Wilaya de Mila) mélangé avec du fumier selon la proportion 1/3, il s'agit en fait d'une terre végétale habituellement utilisée par les pépiniéristes.

2.2- Les conteneurs :

Le choix du conteneur est un facteur déterminant pour produire un plant de qualité, dans cette étude, nous avons utilisé le conteneur WM de Riedacker qui remplace le sachet polyéthylène traditionnellement utilisés par les pépinières. Il est sans fond, constituée de deux pièces rigides en polyéthylène emboîtables pliées sous la forme de la lettre alphabétique **W** ou **M**. Il est caractérisé par : une hauteur de 17cm, une longueur de 08cm, une largeur de 05cm, un poids de 22g et un volume de 400cm³ (Laala et Maameche, 2002).

Contrairement au sachet non recyclable et non biodégradable, ces conteneurs sont réutilisables et ont une espérance de vie qui peut dépasser 10 ans. La forme de ces conteneurs leur permet de s'emboîter les uns dans les autres, ce qui diminue l'espace d'entreposage.

2.3- Le matériel végétal :

Les semences de Cyprés (*Cupressus sempervirens*), récolté sous l'arboretum de Mezloug (Sétif), sont trempés dans l'eau tiède pendant 24 heures afin d'activer la germination. Elles sont semées en alvéoles remplies de terre végétale jusqu'au stade plantule, puis elles sont repiquées dans des conteneurs « WM de Riedacker ». Les plants sont arrosés régulièrement deux fois par semaine.

3- Méthode adoptée :

3.1- Préparation des substrats :

Sur la base des références bibliographiques Kahia et al., 2002, Boubetra (1998), Mouzai et El Kolli (2001), on a sélectionné les proportions suivantes : 30, 40 et 50%. La combinaison de tous ces éléments nous donne au total 7 mélanges.

Tableau 1 : Composition et dénomination des substrats testés.

Substrats	Élément rétenteur	Éléments aérateurs
S1	30% Boue	70% grignon d'olive
S2	40% Boue	60% grignon d'olive
S3	50% Boue	50% grignon d'olive
S4	30% Boue	70% écorce de pin
S5	40% Boue	60% écorce de pin
S6	50% Boue	50% écorce de pin
Témoin : Terre végétale		

3.2- Méthodes d'analyses physico-chimiques :

3.2.1- Les analyses physiques :

a)- La porosité totale :

La porosité ou l'espace poral correspond à l'évaluation des espaces vides par rapport à l'encombrement total d'un substrat. $Pt (\%) = \frac{Vv}{Vt} \times 100$

Pt (%): la porosité totale ; **Vv** : volume de vide ; **Vt** : volume total

b)- La densité apparente (da): est obtenue par la formule suivante :

$$da = \frac{Mvs}{Mve}$$

Mvs : la masse volumique du substrat ; **Mve** : la masse volumique de l'eau.

Pour la masse volumique du substrat (**Mvs**) : $Mvs = \frac{Ms}{Vt}$

Ms : la masse de substrat après étuvage à une température de 105C°.

Vt : volume totale occupé par le substrat.

c)- La teneur en eau volumique (ϑ) : est estimée par la formule suivante :

$$\vartheta = \frac{Vw}{Vt}$$

Vw : volume d'eau retenu par le substrat ; **Vt** : volume total occupé par le substrat.

d)- La vitesse d'assèchement : est définie comme la pente de la droite d'assèchement en fonction du temps, calculé selon la formule suivante :

$$K = \frac{M_2 - M_1}{t_2 - t_1}$$

M₂ : masse de substrat au temps 2 ; **M₁**: masse de substrat au temps 1

3.2.2- Les analyses chimiques :

a)- Détermination du pH :

La mesure du pH est réalisée selon la norme internationale. Le pH est mesuré après mise en solution de 20 g de l'échantillon, dans 100 ml d'eau distillée. La méthode employée consiste à préparer une suspension du substrat dilué séché dans 5 fois son volume d'eau , la laisser en agitation pendant 5 mn puis la faire reposer pendant au moins deux heures. La lecture du pH se fait moyennant un pH-mètre de type Methrom.

b)- Détermination de la conductivité électrique :

La conductivité électrique est déterminée à partir d'une suspension sol/eau suivant un rapport 1/5 à une température de référence égale à 25°C. Les mesures sont effectuées à l'aide d'un conductimètre.

c)- Détermination du carbone et de la matière organique (MO) :

Le dosage de la matière organique est réalisé à partir de ses constituants : le carbone. La méthode de détermination du carbone organique est basée sur l'oxydation à froid de ce dernier, par le bichromate de potassium en milieu acide (méthode de Walkley et black, 1934 ; cité par Duchaufour, 1970).

On met 1g de sol dans un erlenmeyer de 30ml, on ajoute 10ml de K₂Cr₂O₇, on agite pour disperser le sol, on ajoute 20 ml de H₂SO₄ et on agite pour assurer un mélange intime, on laisse reposer pendant 15 à 30 minutes. On ajoute 200ml d'eau distillée, 10ml de H₃PO₄ et 1ml d'indicateur (diphénylamine), et on termine par la titration avec une solution de sulfate ferreux 1N (FeSO₄) jusqu'au virage de l'indicateur au vert .Un essai à blanc doit être effectué. Pratiquement le taux de matière organique en pourcentage est évalué de manière approximative en multipliant celui du carbone par 1.724.

$$MO \% = 1.724 \times C (\%)$$

3.3- Mesures des Paramètres biométriques :

Les paramètres biométriques mesurés sont les suivants : la hauteur de la tige (Ha), le diamètre au collet (Dc), l'élongation racinaire (Lr), poids frais et sec de la partie aérienne (PFA, PSA), poids frais et sec de la partie racinaire (PFR, PSR).

4- Résultats et discussion:

4.1. Résultats des analyses physiques :

Du point de vue porosité totale, l'ensemble des substrats présentent une porosité supérieure à 65% ce qui nous montre que ces substrats sont caractérisés par une bonne aération des racines et que l'échange gazeux entre le substrat et l'atmosphère est suffisant pour éviter un déficit d'oxygène et un excès de gaz carbonique dans la zone des racines. Cependant le témoin présente la plus faible valeur de porosité par rapport aux autres substrats testés. Concernant, la teneur en eau, elle est citée comme devant être comprise entre 20 et 30% (Lemaire et *al.*, 1989). Les mélanges à base de boue combinée au tourteau d'olive sont en dessous de ce seuil et nécessiteront sans doute des doses d'arrosage plus élevées. En revanche, les mélanges B30+E70, B40+E60, B50+E50 et le témoin possèdent des teneurs en eau élevées et la dose d'irrigation devra sans doute être réduite par rapport aux autres substrats. En ce qui concerne le degré de compaction, on constate que l'ensemble des substrats présentent une densité moyenne. Le témoin est particulièrement compact (0.93), alors que la porosité est faible (59.99%) qui pourrait être expliquée par sa texture fine. C'est un milieu qui risque de devenir rapidement asphyxiant si l'irrigation est excédentaire. Le suivi de la durée d'assèchement des substrats est une façon d'apprécier la capacité de la teneur en eau, celle-ci dépendante de plusieurs facteurs telles que la porosité, la texture ...etc. Les résultats des analyses physiques de différents substrats utilisés sont illustrés dans le tableau 2.

Tableau 2: Paramètres physiques des différents substrats

Substrats	Porosité (%)	Densité apparente	Rétention en eau (%)
B30 + E70	71.64	0.57	38.29
B30 + T70	68.59	0.59	17.64
B40 + E60	69.05	0.60	34.86
B40 + T60	70.06	0.54	19.34
B50 + E50	69.48	0.59	33.14
B50 + T50	67.06	0.64	16.88
TT	59.99	0.93	46.84

Tableau n° 3: Vitesse d'assèchement des substrats

Substrats	B30 + E70	B30 + T70	B40 + E60	B40 + T60	B50 + E50	B50 + T50	TT
Vitesse d'assèchement	0.940	0.890	0.792	0.775	0.894	0.930	1.191

Concernant ce paramètre physique, on peut dire que les substrats : B40+E60, B30+T70, B50+E50 sont les meilleurs substrats de culture, caractérisés par des valeurs d'assèchement faibles, car plus le substrat se dessèche lentement, plus le plant croît davantage en hauteur.

4.2. Résultats des analyses chimiques des substrats :

Les résultats d'analyses chimiques de l'ensemble des mélanges testés (tableau n°12) montrent que :

- Les valeurs du pH des différents substrats utilisés sont proches de la neutralité. Ils varient entre 6.86 et 7.48. Selon Andrés (1987), ces valeurs restent dans l'intervalle souhaitable à la culture hors-sol.
- Selon l'échelle de salure Européenne, tous les substrats analysés présentent des risques de salinité, puisque la conductivité électrique dépasse le 1mmhos/cm.
- Toutes les substrats testés sont riches en matière organique.
- La teneur des substrats en carbone organique dépasse le 15% avec un maximum enregistré pour le substrat B40+T60.

Le tableau ci-dessous illustre les résultats des analyses chimiques des différents substrats testés.

Tableau 4: Résultats des analyses chimiques des différents substrats

Substrats	pH	C %	MO %	CE
B30 + E70	7.25	22.42	44.84	2.11
B30 + T70	6.86	28.50	57	2.50
B40 + E60	7.48	26.60	53.20	2.66
B40 + T60	7.32	33.44	66.88	2.50
B50 + E50	7.40	26.22	52.44	3.33
B50 + T50	7.36	25.84	51.68	3.33
TT	8.03	9.88	19.76	1.16

4.3- Le taux de survie :

Les résultats montrent que le meilleur taux de survie des plants de Cyprès est obtenu par le mélange : B30+E70, viennent ensuite le mélange B50+E50 et le témoin avec des taux moyens (52.5% et 61.88%), cependant les mélanges B40+E60, B30 + T70, B50 + T50, B40+T60 ont donné de faible taux de survie allant de 3.13 à 19.38% à cause des propriétés physico-chimiques défavorables pour la croissance des plants qui est en rapport avec le pourcentage de la boue (figure 1).

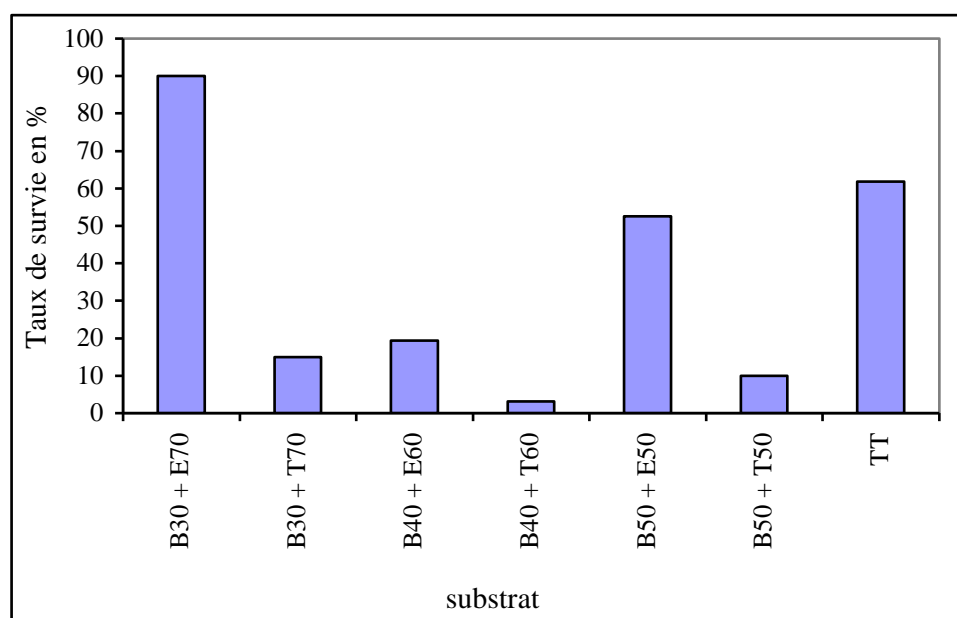


Figure 1: Taux de survie par substrat

Pour qu'il soit économiquement rentable, le taux de survie doit être supérieur au seuil de 80%. Dans notre travail, un seul substrat (B30+E70) a dépassé ce seuil, puisque ces propriétés physico-chimiques sont favorables pour le développement des plants (des mélanges bien aéré avec une bonne rétention en eau, riche en matière organique et ont des valeurs de pH optimum pour l'activité biologique).

4.3- Résultats des paramètres biométriques :

a)- Hauteur de la tige :

Le mélange à base de boue combiné à l'écorce de pin (B30+E70) donne la meilleure croissance aérienne (une hauteur de 16.71cm après 109 jours de la date de levée). Ce mélange confirme son efficacité dans une proportion équilibrée (B50+E50) (figure 2).

Globalement, l'apport de la boue dans les mélanges en présence de l'écorce donne les meilleures croissances. Par contre les substrats à base de boue combinés au tourteau d'olive donnent des résultats faibles allant de 2.6cm pour le substrat B40+T60 à 9.30cm pour le substrat B50+T50.

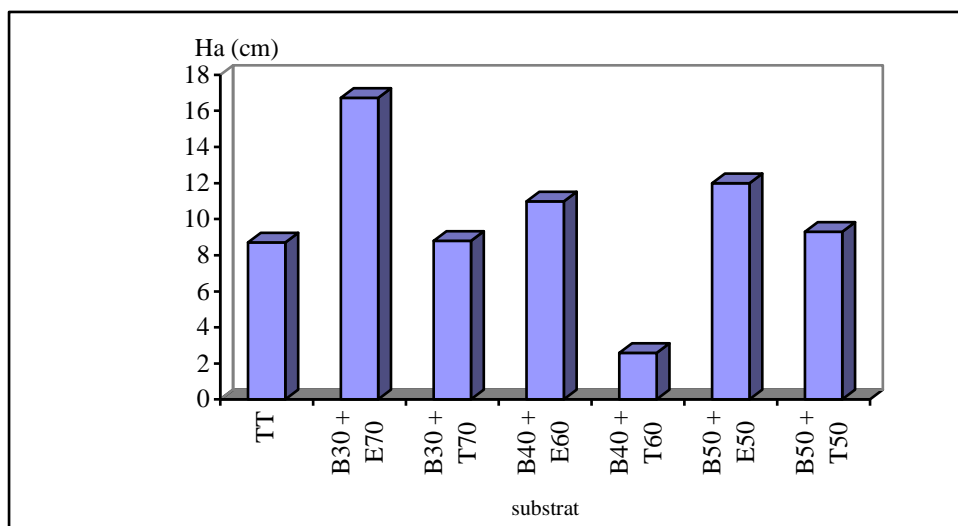


Figure 2: La croissance des plants en hauteur

b)- Le diamètre au collet (Dc) :

Le substrat (B30+E70) semble favorise également le développement radiale avec un diamètre de 2.51mm mesuré après 109 jours de la date de levée, suivi des mélanges (B50+E50) et (B40+E60) avec des valeurs respectivement de 2.27 et 1.99mm.

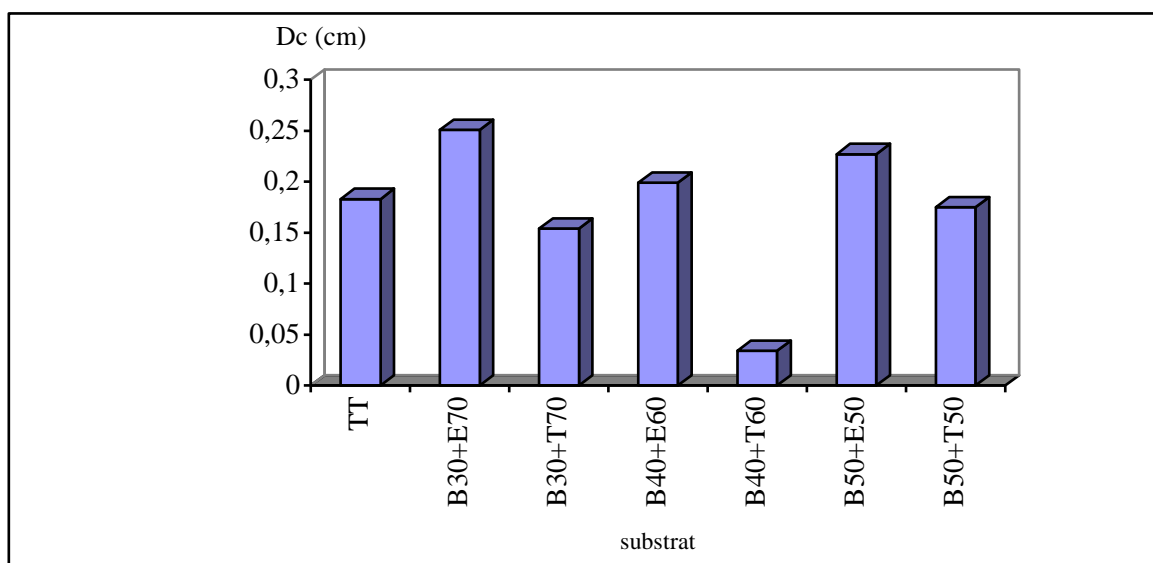


Figure 3: La croissance des plants en diamètre

Les mélanges composés de la boue et le tourteau d'olive donnent des résultats moyens sauf pour le substrat B40+T60 qui affiche une faible valeur égal à 0.034cm (13.55% par rapport à la valeur la plus élevée de diamètre).

Par une simple comparaison entre les deux mélanges B40+E60 et B40+T60 il ressort que l'effet rétenteur de la boue favorise une meilleure croissance radiale.

c)- Biomasse aérienne et racinaire :

Les résultats obtenus montrent que les substrats : B30+E70, B40+T60, B40+E60 favorisent mieux le développement et l'élongation des racines. Cependant le mélange (B30+T70) présente des résultats faibles (tableau 5).

Tableau 5: Moyennes des biomasses des plants par substrat en fin de campagne

Substrats	TT	B30 + E70	B30 + T70	B40 + E60	B40 + T60	B50 + E50	B50 + T50
Lr (cm)	18.27	27.89	13.82	23.24	24.11	12.58	10.65
PFA (g)	0.67	2.18	0.89	1.62	0.07	0.60	0.78
PSA (g)	0.29	0.88	0.30	0.60	0.04	0.23	0.32
PFR (g)	0.20	0.35	0.08	0.23	0.09	0.11	0.07
PSR (g)	0.13	0.21	0.04	0.18	0.01	0.05	0.04

Au niveau des rétenteurs, la boue à 30% et 40% de volume combiné à l'écorce de pin, donne les meilleurs résultats avec des valeurs respectivement de 0.88g et 0.60g pour la partie aérienne et 0.21g, 0.18g pour la partie racinaire. La proportion 30% donne des valeurs plus intéressantes que la proportion 40% (figure 4). En fin de l'expérimentation, le poids sec de la partie aérienne et même racinaire est plus élevée dans les substrats B30+E70 et B40+E60 par rapport aux autre substrats ce qui indique un meilleur développement aérien et racinaire des plants.

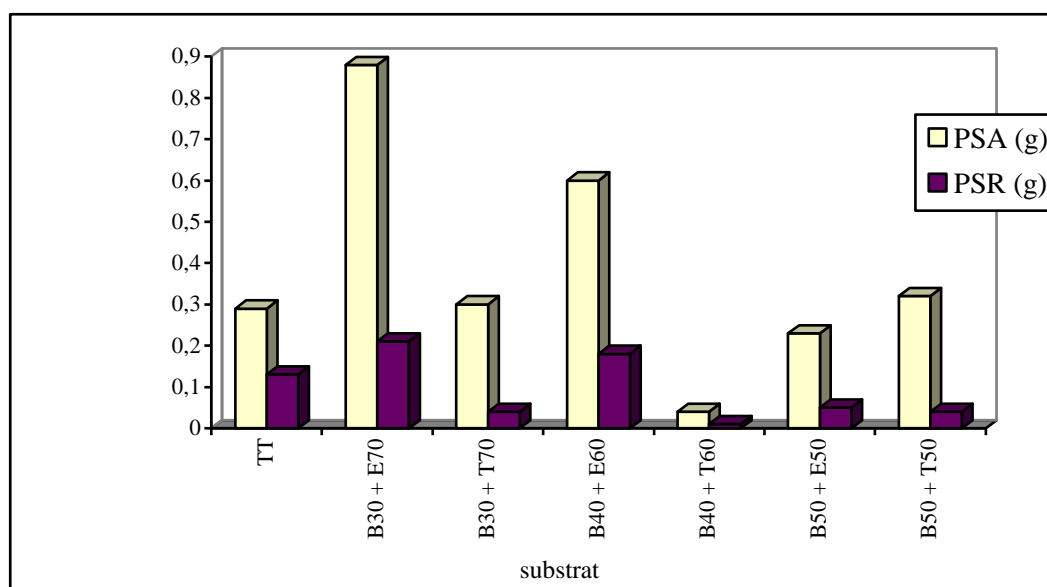


Figure 4: Poids sec de la partie aérienne et la partie racinaire

Conclusion:

Certaines caractéristiques physico-chimiques de l'ensemble des substrats ont permis de conclure que la boue chaulée est le meilleur rétenteur disponible localement. Parmi les aérateurs testés, l'écorce de pin composté améliore les caractéristiques physiques des substrats, du fait de sa grande porosité et de sa faible densité.

Les résultats des paramètres bio-métriques nous ont permis de retenir le mélange B30%+E70% pour ces performances avec une hauteur des tiges de 16.71cm en moyenne, un diamètre au collet de 0.251cm, une biomasse totale de 1.09g, une porosité totale de 71.64%, un pourcentage de rétention en eau égal à 38.29% et un taux de survie économiquement appréciable (90%). Ce mélange regroupe des plants vigoureux avec un bon état sanitaire et une bonne colonisation de la motte.

Il ressort de notre travail que les substrats B30%+E70%, B50%+E50% assurent aux professionnels de l'horticulture, une réponse optimale aux exigences du végétal et par conséquent, ces substrats deviennent intéressants pour les pépiniéristes, horticulteurs et décorateurs.

Les recommandations que nous pouvons émettre sont les suivantes :

Nous rappelons qu'il est nécessaire de tenir compte de la teneur en métaux lourds contenu dans la boue, car à forte dose, ces métaux peuvent entraîner des risques de phytotoxicité et un taux de mortalité des plants élevé.

En ce qui concerne la porosité, il faut tenir compte d'autres caractéristiques de la porosité comme la forme des particules (ronds, irréguliers, plats) et l'orientation des pores (horizontaux, intermédiaires, verticaux) ce qui permettra d'améliorer la rétention en eau et favorisant ainsi la croissance.

A l'avenir et pour rendre ces substrats convenables on conseille de les stériliser par la technique de compostage afin d'améliorer les propriétés physiques (rétention en eau et structure) et éliminer les agents pathogènes. En plus le compostage permet de réduire le volume des déchets d'environ 45 à 50% ce qui rend son application et son transport plus commodes et moins coûteux. Ainsi il faut construire des centres de compostage de ces matériaux dans tout les wilayas d'Algérie pour produire des substrats compostés, stérilisés et donnant des résultats très fiables et répondant aux besoins des plants.

Références bibliographiques

ANDRE J.P., (1987). Propriétés chimiques des substrats, Ed. INRA, Paris, France, pp : 127-137.

BOUBETRA R., (1998). Contribution à l'étude de quelques mélanges de substrat pour la production des plants de cyprès (*Cupressus arezonica*. Green) avec les sachets polyéthylènes sans fond à l'I.N.R.F (sétif). Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Agronomie. Institut d'Agronomie de Batna, 65 p.

DUCHAUFOUR P., (1983). Pédologie. Pédogenèse et classification 2^e édition, pp27-35.

KAHIA F., DJELLABI A., ZITOUNI A., (2002). Atelier sur les nouvelles techniques de multiplication de plants en pépinière forestière, INRF Batna, 69 p.

LAALA A ET MAAMECHE M., (2002). Contribution à l'étude de l'effet de quelques substrats sur la production des plants forestiers - cas du cyprès. Mémoire d'Ingénieur en Ecologie et environnement, Sétif, p : 89.

LAMHAMED M.S., AMMARI Y., FECTEAU B., FORTIN J.A., MARGOLIS H., (2000). Problématique des pépinières forestières en Afrique du Nord et stratégies de développement. Cahiers d'études et de recherches francophones/ Agricultures. Vol. 9, Numéro 5, Septembre - Octobre 2000, pp 36-80.

LEMAIRE F., DARTIGUES A., RIVIERE L.M., CHARPENTIER S., (1989). Culture en pots et conteneurs. Principes agronomiques et application, INRA. Revue horticole, pp 9-77.

MORARD P., (1995). Les cultures végétales hors-sol. Bulletin d'information de l'horticulture no 26, pp 9-10.

MOUZAI N., EL KOLLI L., (2001). Contribution à la valorisation des boues d'épuration dans la production des plants forestiers - cas du Pin d'Alep -. Mémoire d'Ingénieur d'Etat en Ecologie et Environnement. Institut de Biologie de Sétif, 64 p.

TESSIER D., BRUAND A., DAMBRINE E.,(1996). Qualité chimique et physique des sols. Etude et gestion des sols, 3, 4, 1996, p 175.