Revue Ezzaitouna 15 (1 et 2), 2019

EFFET DE L'AJOUT D'AMENDEMENTS ORGANIQUES SUR LES PROPRIETES PHYSICOCHIMIQUES DU SOL

Sameh Maktouf, Rayda Chaker, Hadda Ben Mbarek, Mouna Khlifi, Nabil Soua et Kamel Gargouri

Résumé

L'application des amendements organiques permet l'amélioration de la fertilité et la qualité du sol. Plusieurs types d'amendements sont communément utilisés à savoir le fumier, les composts et les déchets de culture. L'objectif de ce travail est de valoriser le marc du café en tant qu'amendement organique et d'étudier sa capacité à améliorer les propriétés physicochimiques du sol. Pour ce faire, quatre différents types d'amendements à savoir le fumier, le compost, la margine et le marc du café ont été ajoutés au sol en plein champ. Le suivi a été réalisé durant 52 jours avec 13 prélèvements périodiques. L'épandage de ces amendements a causé des modifications dès le départ puis le sol est revenu à son état d'équilibre vers le 14ème jour. En déterminant la quantité de carbone au bout du 52 ème jour, les résultats indiquent que la deuxième dose du marc de café 2 présente la teneur en carbone la plus importante. Il est de ce fait considéré comme amendement efficient pour le sol.

Mots-clés: marc de café, amendements, sol, fertilisation

Abstract:

The application of organic amendments improves soil fertility and quality. Several types of amendments are commonly used namely manure, composts and crop waste. The objective of this work is to develop coffee grounds as an organic amendment and to study its ability to improve the physicochemical properties of the soil. Four different types of amendments namely manure, compost, olive mill waste water and spent coffee grounds were added to the soil in the field conditions. The follow-up was carried out for 52 days with 13 periodic samples. The application of these amendments caused modifications from the start and then the soil returned to its equilibrium state around the 14th day. By determining the amount of carbon at the end of the 52nd day, the results indicate that the second dose of coffee grounds 2 has the highest carbon content. It is therefore considered to be an efficient amendment for the soil.

Keywords: spent ground coffee, amendments, soil, fertilization

---

* Institut de l'Olivier Sfax

Introduction

L'agriculture en Tunisie est un secteur économique très important. Par conséquent, la durabilité de la production représente un défi majeur de l'activité agricole. Cette condition est basée particulièrement sur la fertilité organique du sol qui dépend principalement de sa richesse en matières organiques. Pour améliorer cette fertilité, il y a eu recours à l'utilisation d'amendements organiques. Les principales sources de matières organiques dans les sols agricoles sont les résidus de récolte et systèmes racinaires, le fumier, le lisier ou du recyclage de déchets organiques (effluents, composts et boues). D'autres déchets ménagers sont susceptibles d'être exploités également comme amendements organiques étant donné leur richesse en carbone comme le marc du café. En effet, le café est l'une des boissons les plus consommées dans le monde et est le deuxième produit commercialisé après le pétrole (Nabais et al. 2008). En raison de la forte demande de ce produit, de grandes quantités de résidus sont générées. Une valorisation de ces déchets serait intéressante du point de vue environnemental et économique, parce qu'elle contribuerait en (1) une réduction de leur impact sur l'environnement (2) et en la génération de composés à valeur ajoutée.

Dans ce contexte, nous nous proposons dans ce travail de valoriser le marc du café en tant qu'amendement organique et d'étudier sa capacité à améliorer les caractéristiques physicochimiques du sol et ces caractéristiques ont été comparés à l'effet d'autres amendements les plus communément utilisés à savoir le fumier, le compost et la margine.

Matériel et méthodes

1. Site expérimental

Le protocole expérimental a été installé au sein de la station expérimentale de l'Institut de l'Olivier « Taous » située à 25 km du centre de la ville de Sfax (Latitude 35°03'Nord ; Longitude 10°72'Est).

2. Méthodologie

Les doses des différents amendements ont été calculées de manière à apporter la même quantité de carbone correspond à un apport de 10 tonnes/ha de fumier ovin équivalent à 1 kg/m^2, qui est une dose généralement bénéfique utilisée par les agriculteurs. Les doses du café 1, du compost, et de la margine ont été calculées d'une façon à apporter la même quantité de carbone que celle du fumier. Nous avons aussi testé une autre dose de carbone pour le marc du café. La quantité du carbone apportée par le traitement café 2 est 3 fois plus importante que celle apportée par café 1 et par les autres amendements. Nous avons aussi veillé à irriguer toutes les parcelles avec la même quantité d'eau (10 L) pour compenser l'apport des margines. Il s'agit de 6 traitements :

- Témoin : sol sans amendement.
- Fumier : sol + 1 Kg de fumier./m^2
- Margine : sol + 10 L de margine./m^2

- Compost : sol + 1.28343 Kg de compost /m^2.
- Café 1 : sol + 0.826 kg de café /m².
- Café 2 : sol + 2.478 kg de café /m²

C'est un dispositif en blocs. Ce dispositif comporte 18 parcelles élémentaires de 1 m² chacune séparées de 2 m. Notre objectif est de contrôler la respiration du sol et de suivre l'évolution du carbone et de l'azote au cours du temps en fonction des amendements utilisés.

Les prélèvements ont étés effectués respectivement après : 0, 1, 2, 3, 4, 7, 14, 22, 29, 37,43, 52 jours. Pour chaque parcelle, l'échantillon est composé de 3 points de prélèvement mélangés ensemble. Les échantillons de sol ont été prélevés de la couche superficielle du sol jusqu'à 20 cm de profondeur.

2. Analyses physico-chimiques du sol

Le pH du sol a été mesuré dans une suspension de sol/ eau : 10g du sol ont été mélangés avec de l'eau distillée (ml) avec les proportions 2:5 (m/v) et mis sous agitation pendant 10 minutes. Le mélange est mis en repos pendant une nuit (Pauwels et al, .1992). La mesure de la conductivité électrique du sol se fait sur l'extrait de la pâte saturée de l'échantillon. Cet extrait est préparé en introduisant dans un récipient 100g de l'échantillon est ajoutée l'eau distillée. Ce mélange est malaxé jusqu'à l'obtention de la pâte saturée. Après 24h, la centrifugation est effectuée pour récupérer l'extrait de la pâte saturée sur lequel est mesurée la conductivité électrique à l'aide d'un conductimètre à une température de 25°C (Pauwels et al,. 1992).

Le dosage du carbone organique est déterminé suite à l'oxydation du carbone avec le bichromate de potassium ($K_2Cr_2O_7$) en milieu fortement acide et titrage par le sulfate ferreux (Fe SO_4) (Pauwels et al. 1992). L'extraction de l'azote minéral (NH_4^+, NO_3^-) est faite à partir de l'échantillon frais avec une solution de chlorure de potassium (1N) avec un rapport égal à ½ poids/volume. Sur le filtrat, le dosage de l'azote ammoniacal se fait par entraînement à la vapeur après transformation de l'ammonium en ammoniac par alcalinisation avec l'oxyde de magnésium. La titration du distillat recueilli dans un erlenmeyer contenant de l'acide borique, est faite avec une solution de HCL (0.01 N) jusqu'au virage de la couleur verte au rose (Pauwels *et al,* 1992). Pour la mesure de l'activité respiratoire microbienne du sol dans des conditions optimales de laboratoire, le protocole suivi a été adapté de la norme française XPU 44-163. Il consiste à piéger le CO2 dégagé par de la soude (NaOH) (0,1N), puis à le doser par titration avec de l'acide chlorhydrique HCl (0.1N) en présence de la phénophtaléine (Annabi et al. 2009).

Résultats et discussion

1. Caractérisation du sol et des amendements

Dans cette étude, quatre sources différentes de carbone organiques ont été utilisées à savoir : la margine, le compost de palmier, le fumier et le marc de

café. La caractérisation physico-chimique des amendements organiques utilisés ainsi que du sol est présentée dans le tableau 1.

L'analyse de ces caractéristiques montre que le sol utilisé est un sol alcalin avec un pH de 9,21. Sa teneur en matières organiques est faible (1,13%) ce qui est en concordance avec les travaux de Ben Hassine et al. (2006) qui montrent que dans notre pays, les sols souffrent d'une carence en matières organiques dont la teneur ne dépasse pas 2%. Le marc de café ainsi que la margine présentent un caractère acide avec un pH respectivement de 5,55 et 4,56 ainsi qu'une richesse en carbone organique qui est de 43,42% pour le marc de café et de 42,71% pour la margine. Ces données sont en parfaite concordance avec les travaux de Liu et Price (2011).

Tableau 1: Caractéristiques physico-chimiques des amendements

	Sol	Compost	Marc de café	Fumier	Margine
CO en %	0,66	24 ,96	43,42	34,83	42,71
MO en %	1,13	40,93	98,37	66,45	86,8
N en %	0,0187	1,04	1,88	1,77	1,57
C/N	12,3	24	23	19,76	27,20
pH	9,21	8 ,89	5,55	8,69	4,56
CE (mS/cm)	0,38	-	3,15	-	-
Na (mg/kg)	74	1500	783,3	4600	22000
K (mg/kg)	118	6500	2750	23000	33600

2. Suivi de l'évolution des mélanges sol/amendements

2.1. Effet des amendements sur le pH du sol

Le suivi de l'évolution du pH suite à l'application des amendements montre que le pH a subi plusieurs fluctuations pour tous les traitements avec une tendance vers la neutralité (Figure 1). Nos résultats confirment ceux trouvés par Mustin (1987) montrant que les amendements organiques ont une influence sur le pouvoir tampon du sol puisqu'elles s'opposent à toute acidification par la création de site de fixation des bases échangeables.

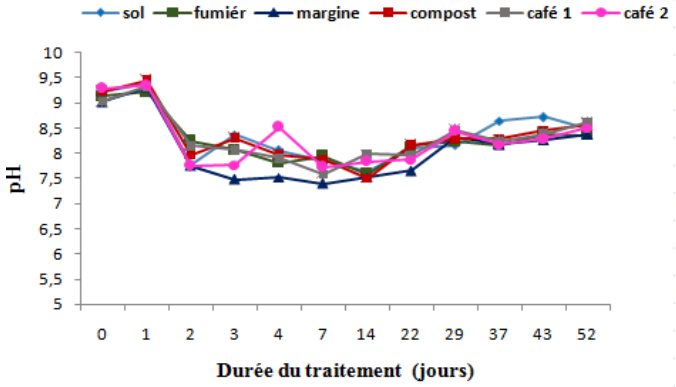

Figure 1: Variation du pH en fonction de la durée du traitement

2.2. Effets des amendements sur la conductivité électrique du sol

La conductivité électrique représente la teneur en sels solubles du sol. D'après la figure 2, la conductivité électrique (CE) a augmenté initialement avec les amendements variant entre 0,41 mS/cm pour le compost et 0,578 mS/cm pour le café 2 pour atteindre des valeurs maximales pendant le 7eme jour. Ensuite, la CE chute progressivement jusqu'au jour 52.

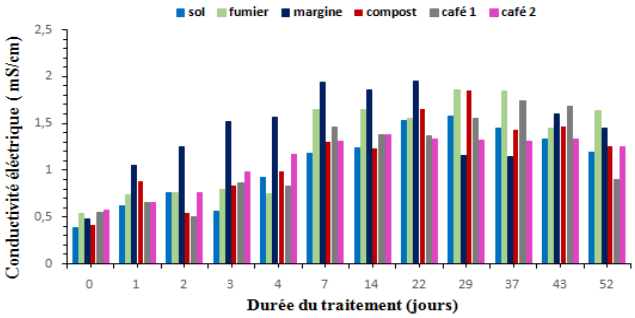

Figure 2: Variation de la conductivité électrique en fonction de la durée du traitement

La chute de la teneur du sol en sels solubles peut être expliquée par le lessivage des sels par les eaux des précipitations (Francou, 2004) ou par les eaux d'irrigation puisque notre sol est irrigué chaque semaine de l'ordre de 10L/traitement. Elle peut être aussi expliquée par la fixation des sels solubles dans la matière organique ou des micro-agrégats résistants.

2.3. Variation du carbone organique

L'analyse des teneurs en carbone organique dans le sol montre une augmentation du pourcentage de carbone organique pour tous les traitements par rapport au témoin dès le premier jour d'épandage (Fig. 3). Ceci peut être expliqué par le fait que les amendements organiques enrichissent le sol en carbone organique. Cette augmentation est immédiate pour tous les amendements.

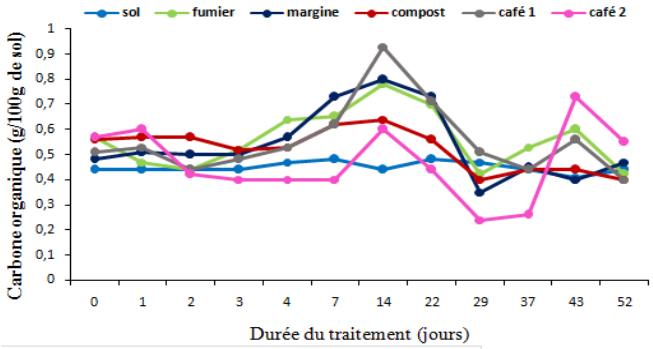

Figure 3: Variation de la teneur en carbone organique en fonction de la durée du traitement

Durant la première semaine après l'épandage, le pourcentage en CO augmente le premier jour par apport au témoin, mais par la suite il commence à chuter. Cette chute est due à la minéralisation de la matière organique ce qui est en accord avec les résultats de Celerier (2008).

Dès le 7ème jour, les valeurs de CO commence à augmenter pour atteindre un pic au 14ème jour puis on remarque une diminution jusqu'au jour 29 qui est d'autant plus prononcée pour le café 2. Ceci pourrait être expliqué par une forte activité microbienne. Les analyses effectuées au jour 52 montrent que le café 2 présente les teneurs les plus élevées en C soit 0,55g/100g du sol alors que pour la margine, le fumier et le compost, ces teneurs sont respectivement de 0,42, 0,47 et 0,4 g/100g du sol. Donc, on peut conclure que la quantité du carbone ajoutée par le traitement café 2 est la meilleure apportée au sol et améliore sa teneur en CO et par conséquent sa qualité et sa fertilité.

2.4. Variation de l'azote ammoniacal

L'ammonium NH_4^+est issu de la minéralisation de l'azote organique. A partir du premier jour d'épandage, les teneurs du sol en ammonium sont de 6,08 mg/kg pour le sol, 4,91 mg/kg pour le fumier, 6,13mg/kg pour la margine et 5,11 mg/kg pour Café 1 (Figure 4). Ensuite, ces teneurs augmentent légèrement le premier jour pour le sol et le café 1 et on assiste à une légère chute pour les autres amendements. Toutefois, ces variations ne sont pas significatives et les teneurs en ammonium sont considérées constantes. Ensuite, les teneurs du sol en ammonium chutent pour le 2ème et le 3ème jour. Cette chute peut être expliquée par le fait que l'ajout de la matière organique dans le sol favorise la multiplication des microorganismes. Selon Sellami (2013), plus les microorganismes du sol se multiplient, plus l'azote minéral est consommé par ces derniers.

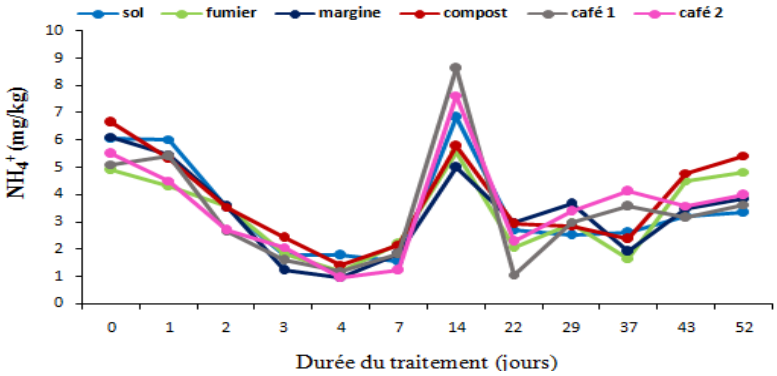

Figure 4: Variation de la teneur en ammonium en fonction de la durée du traitement

2.5. Variation de l'azote nitrique

L'augmentation de nitrate est accompagnée avec la chute de l'ammonium, cela nous indique que l'azote nitrique est obtenu par la nitrification de l'azote ammoniacal (Figure 5). Ces résultats confirment ceux trouvés par Sellami (2013), montrant que l'étape de nitrification se réalise après la libération, par minéralisation d'azote organique, de l'azote ammoniacal, c'est à dire les microorganismes libèrent en premier lieu l'azote ammoniacal pendant les premiers jours, cet azote ammoniacal subit une nitrification par les bactéries nitrifiantes et se transforme en azote nitrique.

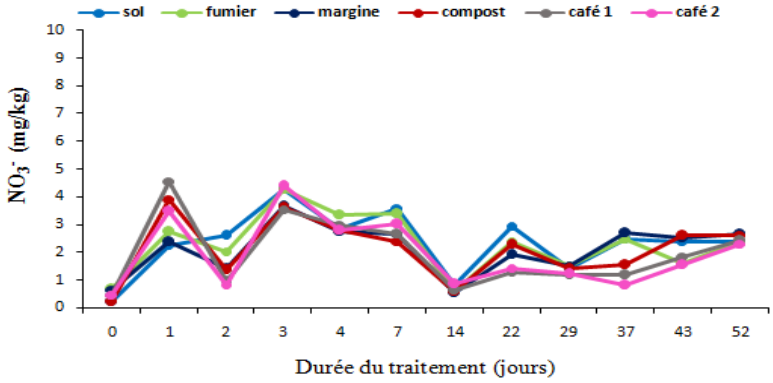

Figure 5: Variation de la teneur en nitrate en fonction de la durée du traitement

2.6. Variation de la respiration du sol dans les mélanges

La respiration du sol est un indicateur direct de l'activité microbiologique du sol et elle est aussi un indicateur indirect de la présence de la matière organique dans le sol (Parkin et *al,* 1996). La vitesse de dégagement de C-CO_2 est exprimée en terme de mg $CO_2/m^2/j$. La respiration du sol est très intense dés le départ notamment pour la margine qui montre une valeur de 1082 mg $CO_2/m^2/j$ contrairement pour le sol amendé par le compost qui présente une faible valeur de respiration (Figure 6). La valeur de la respiration pour le compost est de 382 mg de $CO_2/m^2/j$ qui peut être liée à la maturité des composts qui sont composés essentiellement de matière organique stable (humus).

Au 7ème jour, une chute de la quantité de C-CO_2 dégagée a été observée pour les 5 traitements. Cette chute de la respiration bactérienne dans le sol est expliquée par une dégradation du carbone organique facilement dégradable (Pascual et *al.* 1998).

A partir du 29ème jour, on remarque une nouvelle augmentation de C-CO_2 qui est expliquée par les précipitations qui favorisent l'activité microbienne du sol. Nos résultats confirment ceux trouvés par Chotte et al. (2002) qui ont montré que la matière organique exogène apportée au sol présente une source

d'énergie et de nutriments pour les microorganismes qui dégradant cette MO. La stabilisation de la respiration après le 14ème jour montre que le sol est retourné à son état d'équilibre et qu'à partir de cette date l'apport du carbone par l'amendement devient durable.

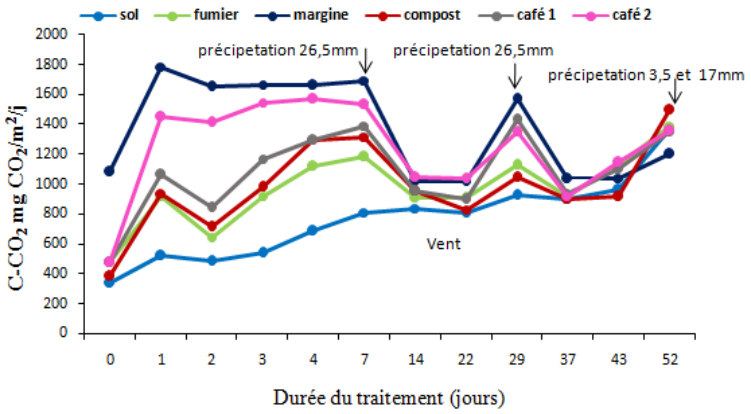

Figure 6: Variation de la respiration du sol en fonction de la durée du traitement

Conclusion

Cette étude est une contribution à l'étude des possibilités de l'amélioration de la fertilité du sol en augmentant sa teneur en matière organique.

Afin de réaliser notre objectif, nous nous sommes intéressés à l'incorporation de quatre types d'amendements organiques : le compost, la margine, le fumier et le marc de café en testant deux doses de marc.

Le travail a été effectué en plein champ avec un dispositif en blocs. Le suivi a été réalisé durant 52 jours avec 13 prélèvements périodiques. L'épandage de la matière organique dans le sol a causé des modifications dès le départ puis le sol est revenu à son état d'équilibre vers le 14ème jour.

En mesurant la quantité de carbone au bout du 52ème jour, les résultats indiquent que le marc de café 2 présente la teneur en carbone la plus importante. Pour cela, on le considère comme le meilleur amendement pour le sol.

Références bibliographiques

Annabi M., 2009. Statut organique et respiration microbienne des sols du nord de Tunisie. Biotechnol Agron. Soc. Environ. 13, 401-408p.

Ben Hassine H., (2006). Nature minéralogique et rôle nutritionnel des argiles de sols céréaliers en région subhumide à semi-aride (Tunisie). Revue Geoscience, Comptes rendus de l'Académie des Sciences. 338, 329-340.

Celerier, J., (2008). Caractérisation moléculaire et dynamique de la matière organique de compost (déchets verts/biodechets) dans un sol. Thèse de Doctorat. Université de Poitiers.

Chotte J; Schwartzmann A; Bally R; Monrozier L, 2002. Change in bacterial communities and Azospirillum diversity in soil fractions of a tropical soil under 3 or 19 years of natural fallow. Soil Biology and Biochemestry, 34, 1083-1092.

Francou C, 2004. Stabilisation de la matière organique au cours du compostage de déchets urbains: influence de la nature des déchets et du procède. 290p.

Liu, Kui & Price, G.. 2011. Evaluation of three composting systems for the management of spent coffee grounds. Bioresource technology. 102. 7966-74. 10.1016/j.biortech.2011.05.073

Mustin M, 1987**.** Le composte, gestion de la matière organique. Ed. François Dubusc. Paris. 954p.

Nabais, Joao & Nunes, Pedro & Carrott, Peter & Ribeiro Carrott, M. M. & Macías-García, A. & Angeles, Diaz. (2008). Production of Activated Carbons from Coffee Endocarp by CO_2 and Steam Activation. Fuel Processing Technology. 89. 262–268. 10.1016/j.fuproc.2007.11.030.

Parkin T; Doran J; Franco-Vizcaı ´no E, 1996. Field andlaboratory tests of soil respiration. In: Doran J; Jones A (Eds.). Methods for Assessing Soil Quality. SSSA Special Publication No. 49, pp. 231–245.

Pascual J; Hernandez T; García C & Ayuso M, 1998. Enzymatic activities in an arid soil amended with urban organic wastes: Laboratory experiment. Bioresource Technology, 64 : 131-138.

Pauwels, J. M., E. Van Rust, M. Verloo, and Z. E. A. Mvondo. (1992). Manual of soil laboratoryanalytical methods of soil and plants, 28th ed. Belgium: AGCD.

Sellami N, 2013. Etude de l'efficience de la séquestration du carbone dans le sol suite à l'incorporation de différents amendements organiques.63 p. Mémoire de mastère, Institut supérieur de biotechnologie de Sfax.