

TITRE COURANT : LA FOURMI INVASIVE *TAPINOMA MAGNUM*
AUTEUR COURANT : ALAIN LENOIR ET ELFIE PERDEREAU

Les effets de l'alimentation sur les hydrocarbures cuticulaires de la fourmi invasive *Tapinoma magnum*

par Alain LENOIR ¹ & Elfie Perdereau ¹

¹ IRBI, Institut de recherche sur la Biologie de l'Insecte, UMR CNRS 7261, Faculté des Sciences, Parc de Grandmont, 37200 Tours. - [alain.lenoir@univ.tours.fr] - [perdereau@univ-tours.fr]

ORCID Alain Lenoir 0000-0001-5829-0096, Elfie Perdereau 0000-0002-0923-0377

RÉSUMÉ

La fourmi invasive *Tapinoma magnum* se propage très vite en France. Nous avons voulu savoir si le profil des hydrocarbures cuticulaires de cette espèce change avec les transferts dans de nouveaux biotopes. Pour cela nous avons gardé au laboratoire des colonies pendant un ou deux ans pour voir si leur odeur coloniale se modifiait. Il apparaît que *T. magnum* garde le profil typique de l'espèce. On observe un faible changement de l'odeur coloniale (variation des proportions des hydrocarbures cuticulaires) avec l'alimentation, mais il faut deux ans d'attente et cela n'est pas toujours significatif. L'évolution du profil cuticulaire est donc très lent comparé aux autres espèces invasives dont l'odeur coloniale change très rapidement au laboratoire.

Mots-clés : Fourmis, hydrocarbures cuticulaires, invasions biologiques, *Tapinoma magnum*.

The effects of alimentation on cuticular hydrocarbons of the invasive ant *Tapinoma magnum*

ABSTRACT

The invasive ant *Tapinoma magnum* is dispersing very rapidly in France. We wanted to see if their hydrocarbons profile is changing when they arrive in new biotopes. We reared in the laboratory during one or two years some colonies to see if their colonial odour is changing. It appeared that the profile keeps typical of the species. We observed a small change in the percentages of the compounds with the new food, but it need two years and it is not always significant. It is different from other invasive species which change very rapidly their odour.

Keywords : ants, cuticular hydrocarbons, biological invasions, *Tapinoma magnum*.

I. Introduction

Avec la mondialisation, les espèces invasives sont de plus en plus nombreuses et les fourmis représentent un contingent important. C'est ainsi que la fourmi invasive *Tapinoma magnum* a été découverte dans le sud-ouest de la France (LENOIR & GALKOWSKI 2017). Il semble que l'invasion se propage très vite dans notre pays (GOURAUD & KAUFMAN 2022, LENOIR *et al.* soumis). *T. magnum* est dispersé sans doute majoritairement au cours du transport de plantes dans les jardinerias, donc souvent très loin de son origine méditerranéenne (LENOIR *et al.* soumis). Cette

espèce fait partie du groupe *T. nigerrimum* qui compte quatre espèces cryptiques (SEIFERT *et al.* 2017). Son identité a été vérifiée en analysant le profil de ses hydrocarbures cuticulaires (HCs) qui sont de bons indicateurs de l'espèce (LENOIR *et al.* en préparation). On peut s'interroger pour savoir si le profil de ces hydrocarbures cuticulaires reste stable lors de la dispersion dans de nouvelles régions. Pour cela nous avons gardé des colonies au laboratoire pour voir si leur odeur coloniale change au cours du temps.

II. Matériel et méthodes

Deux colonies ont été récoltées en Suisse, à Lausanne (GPS 46.4903611, 6.7306944) et Bourg-en-Lavaux (Cully, près de Lausanne, GPS 46.490463, 6.730946) le 21 août 2018 avec l'aide de Cleo Bertelsmeier. Une autre colonie provient de Bordeaux-Mérignac (23 septembre 2018, site trouvé par Christophe Galkowski, GPS 44.836230, -0.670433). Les sociétés ont été conservées au laboratoire pendant une ou deux années selon les colonies. Elles ont été nourries avec du miel et des vers de farine achetés dans le commerce. Les analyses des hydrocarbures ont été réalisées dans les jours qui ont suivi la collecte puis au bout d'un an et si possible deux ans plus tard.

Dix ouvrières de chaque colonie ont été congelées et placées dans 1 ml de pentane pendant une heure. Les fourmis ont été retirées et le solvant évaporé. L'extrait a été ensuite dissout dans 50 µl de pentane. Deux µl ont été injectés dans un chromatographe/spectromètre de masse GC/MS-TQ Agilent (GC 78908, MS 7000C) avec une colonne capillaire Zebron ZB-5HT (30 m x 0,25mm ID x 0,252 µm df ; 5% Phenyl - 95% Dimethylpolysiloxane) à 70 eV avec une source de température de 230°C. Le programme de température était de deux minutes à 150°C, puis 5°C/min jusqu'à 320°C, et ensuite cinq minutes à 320°C. Le gaz vecteur était l'hélium à 2.0 ml/min. On a réalisé, le plus souvent, cinq analyses par colonie et par date.

Les composés ont été identifiés selon leur pattern de fragmentation et comparés aux standards d'alcane. Les profils d'hydrocarbures avec les noms et les pourcentages ont été publiés par BERVILLE *et al.* (2013) pour *T. magnum* (appelé à l'époque *T. nigerrimum*) et sont en cours de publication pour la plupart des Dolichoderinae de France (LENOIR *et al.* en préparation).

Des dendrogrammes ont été réalisés sur les pourcentages avec les distances euclidiennes et la méthode de Ward (programme Statistica 8.0). Nous avons aussi calculé l'ECL (*Equivalent Chain Length*) qui donne la moyenne du nombre de carbones des hydrocarbures. ECL est égal à $[\sum (\%C_n X_n)/100]$ où C_n est le nombre de carbones et X_n le pourcentage de ce type d'hydrocarbure (MARTIN *et al.* 2019). ECL est un bon indice de la longueur moyenne des hydrocarbures en nombre de carbones.

III. Résultats

Nous avons d'abord vérifié l'identité des fourmis grâce au profil de leurs hydrocarbures. Ils sont bien typiques des *T. magnum* (Fig. 1). Par ailleurs, on n'observe pas de changement dans le nombre d'hydrocarbures, même au bout de deux ans.

Insérer ici la fig. 1 sur 2 colonnes

La figure 2 fait apparaître deux groupes concernant le dendrogramme des *T. magnum* de Lausanne. Cela montre que les pourcentages sont restés stables au bout de la première année entre 2018 et 2019 (groupe de droite). Mais au bout de deux ans (groupe de gauche) on observe une évolution vers un ECL plus lourd (30,05 versus 29,55-57). Les différences ne sont pas

significatives entre 2018 et 2019, mais le sont entre 2018-19 envers 2020 (Kruskal-Wallis test $H(2, N=12) = 7,305$ $p = 0,0248$; 2018 vs. 19 $p = 1$; 2018 vs. 2020 $p = 0,025$; 2019 vs 2020 $p = 0,035$).

Insérer ici la fig. 2 sur 2 colonnes

La figure 3 montre l'évolution de la colonie de Cully entre 2018 et 2019. Au bout d'un an on n'observe qu'un très faible changement. La distance euclidienne n'est que de 30 mais la différence pour les ECL est significative (t-test $p = 0,002$). Il faut noter que toutes les fourmis sont bien dans leur groupe colonial. La société étant morte, on n'a pas réalisé d'analyses au bout de deux ans, en 2020.

Insérer ici la fig. 3 sur 2 colonnes

La figure 4 montre l'évolution de la colonie Bordeaux (Mérignac) entre 2018 et 2020. Elle n'a pas été testée en 2019. Les résultats indiquent aussi un très faible changement (distance = 30) mais dans ce cas aussi les deux groupes restent séparés, sauf Me18-3 qui est au milieu. La différence n'est pas significative (t-test = 0,302). On observe donc une très faible évolution sur deux années.

Insérer ici la fig. 4 sur 2 colonnes

La figure 5 montre le dendrogramme de toutes les colonies sur le même graphique. Pour permettre une comparaison nous avons fait figurer une colonie de Saintes-Maries-de-la-Mer où se trouvent des *T. magnum* natives. Il ressort que les colonies gardent leur identité coloniale au bout d'un an ou deux et qu'elles changent un peu leur profil. On voit que les colonies Mérignac et Lausanne ont plus changé au bout de deux ans et se rapprochent des colonies natives comme celle de Saintes-Maries-de-la-Mer. C'est sans doute le hasard qui les a rapprochées. On peut donc conclure que le changement de nourriture depuis le terrain vers le laboratoire avec de la nourriture nouvelle (miel et asticots) entraîne une dérive non négligeable mais très lente.

Insérer ici la fig. 5 sur 2 colonnes

IV. Discussion

Il est clair que les colonies de *T. magnum* élevées au laboratoire gardent leur profil d'HCs. Il n'y a pas apparition ou disparition d'hydrocarbures avec la nouvelle alimentation. Cependant le profil des pourcentages change lentement et évolue de manière significative sous l'influence du régime alimentaire. Ce changement n'est sensible qu'au bout de deux ans et encore faut-il noter qu'il ne se produit que dans un cas sur deux. Cela explique sans doute pourquoi ces fourmis invasives ne forment pas d'immenses supercolonies comme le font les *Linepithema*. En effet, nous avons montré que les fourmis de colonies éloignées géographiquement restent agressives entre elles, comme par exemple entre Bordeaux et Lausanne mais aussi entre Bordeaux et Pau à

plus courte distance (LENOIR *et al.* en préparation). Dans le cas des *Linepithema*, c'est peut-être aussi lié à l'historique de l'introduction. Il semblerait qu'il y ait eu plusieurs introductions indépendantes, plutôt que des disséminations secondaires de la même population qui se propage localement comme c'est le cas de *T. magnum*.

Qu'en est-il des autres espèces ? En élevage au laboratoire les hydrocarbures varient facilement, au moins chez les fourmis invasives comme *Monomorium pharaonis* (WALSH *et al.* 2020). C'est aussi le cas des fourmis d'Argentine *Linepithema humile* qui changent facilement leur profil d'hydrocarbures cuticulaires (*You are what you eat*) : elles intègrent des alcanes des grillons consommés au laboratoire (LIANG & SILVERMAN 2000), travail confirmé par VAN WILGENBURG *et al.* (2022). C'est sans doute pour cela que les fourmis natives d'Argentine et celles des zones envahies en Espagne n'ont pas le même profil car possédant des hydrocarbures différents (ABRIL *et al.* 2018). Pourtant elles restent les composantes d'une même supercolonie, se reconnaissent et ne s'agressent pas. Concernant *Wasmannia*, autre invasive, il n'y aurait eu qu'une seule invasion en Israël et ces fourmis changent très vite de profil au laboratoire (VONSHAK *et al.* 2009). Chez d'autres insectes comme les moustiques, on observe aussi un changement des hydrocarbures cuticulaires en fonction de la diète (CLAUDIO-PIEDRAS *et al.* 2021).

En ce qui concerne les espèces non invasives il n'y a pas de règle générale. Les *Lasius niger*, qui ont un profil très stable sur toute leur aire de répartition, gardent leur identité au laboratoire (LENOIR *et al.* 2009). Au contraire, les *Pogonomyrmex*, une autre espèce non invasive, changent très vite de profil au laboratoire (TISSOT *et al.* 2001).

T. magnum est donc différente des autres espèces invasives et garde son identité spécifique et coloniale même s'il y a une petite dérive liée à l'alimentation et sans doute aussi aux conditions climatiques.

REMERCIEMENTS

Merci à Cleo Bertelsmeier et Christophe Galkowski pour la récolte des colonies à Lausanne et Bordeaux. Merci à Cleo Bertelsmeier pour la révision du manuscrit.

RÉFÉRENCES

- ABRIL, S., M. DIAZ, A. LENOIR, C. IVON PARIS, R. BOULAY & C. GÓMEZ. 2018. – Cuticular hydrocarbons correlate with queen reproductive status in native and invasive Argentine ants (*Linepithema humile*, Mayr). *PLOS ONE* 13 (2): e0193115. doi: 10.1371/journal.pone.0193115.
- BERVILLE, L., A. HEFETZ, X. ESPADALER, A. LENOIR, M. RENUCCI, O. BLIGHT & E. PROVOST. 2013. – Differentiation of the ant genus *Tapinoma* (Hymenoptera: Formicidae) from the Mediterranean Basin by species-specific cuticular hydrocarbon profiles. *Myrmecological News*, 18: 77– 92.
- CLAUDIO-PIEDRAS, F., B. RECIO-TOTORO, J. CIME-CASTILLO, R. CONDÉ, M. MAFFEI & H. LANZ-MENDOSA. 2021). – Dietary and *Plasmodium* challenge effects on cuticular hydrocarbons in *Anopheles albimanus*. *Scientific Reports* 11(11258). doi: 10.21203/rs.3.rs-209089/v1.
- GOURAUD, C. & B. KAUFMANN. 2022. – Nouvelles observations des fourmis invasives du complexe des *Tapinoma* gr. *nigerrimum* (Hymenoptera : Formicidae) dans le Massif armoricain. *Invertébrés Armoricains*, 23 :23–38.
- LENOIR, A., S. DEPICKÈRE, S. DEVERS, J.-P. CHRISTIDÈS & C. DETRAIN. 2009. – Hydrocarbons in the ant *Lasius niger*: from the cuticle to the nest and home range marking. *Journal of Chemical Ecology*, 35: 913 – 921.

- LENOIR, A. & C. GALKOWSKI, 2017. – Sur la présence d’une fourmi envahissante (*Tapinoma magnum*) dans le Sud-Ouest de la France. *Bulletin de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 152 (NS) : 449–453.
- LENOIR, A., J.-L. MERCIER, E. PERDEREAU, L. BERVILLE & C. GALKOWSKI, 2022. – Sur l’expansion des fourmis envahissantes du genre *Tapinoma* en France (Hymenoptera : Formicidae). *Osmia, Soumis* 4 juin 2022.
- LENOIR, A., E. PERDEREAU & L. BERVILLE. 2022. – Chemotaxonomy of *Tapinoma* and some Dolichoderinae ants from Europe and North Africa. *En préparation*.
- LIANG, D. & J. SILVERMAN. 2000. – "You are what you eat": diet modifies cuticular hydrocarbons and nestmate recognition in the argentine ant, *Linepithema humile*. *Naturwissenschaften*, 87: 412 – 416.
- MARTIN, S. J., F. P. DRIJFHOUT & A. G. HART. 2019. – Phenotypic plasticity of nest-mate recognition cues in *Formica exsecta* ants. *Journal of Chemical Ecology*, 45 (9): 735–740. doi: 10.1007/s10886-019-01103-2.
- SEIFERT, B., D. D'EUSTACCHIO, B. KAUFMANN, M. CENTORAME, P. LORITE & M. V. MODICA. 2017. – Four species within the supercolonial ants of the *Tapinoma nigerrimum* complex revealed by integrative taxonomy (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News*, 24: 123–144.
- TISSOT, M., D. R. NELSON & D. M. GORDON. 2001. – Qualitative and quantitative differences in cuticular hydrocarbons between laboratory and field colonies of *Pogonomyrmex barbatus*. *Compared Biochemical and Physiology B*, 130: 349 – 358. doi.org/10.1016/S1096-4959(01)00436-5.
- VAN WILGENBURG, E., M. MARIOTTA & N. D. TSUTSUI. 2022. – The Effect of diet on colony recognition and cuticular hydrocarbon profiles of the invasive argentine ant, *Linepithema humile*. *Insects*, 13: 335. doi: 10.3390/insects13040335.
- VONSHAK, M., T. DAYAN, A. IONESCU-HIRSH, A. FREIDBERG & A. HEFETZ. 2009. – The little fire ant *Wasmannia auropunctata*: a new invasive species in the Middle East and its impact on the local arthropod fauna. *Biological Invasions*, 12 (6): 1825–1837.
- WALSH, J., L. PONTIERI, P. D'ETTORRE & T. LINKSVAYER. 2020. – Ant cuticular hydrocarbons are heritable and associated with variation in colony productivity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 287(1928): 20201029. doi:10.1098/rspb.2020.1029.

[LÉGENDES DES FIGURES]

- Fig. 1. Chromatogramme d’ouvrières *Tapinoma magnum* récoltées à Lausanne (LENOIR *et al.* en préparation). X = cholestérol contamination.
- Fig. 2. Dendrogramme de la colonie de Lausanne. Evolution sur deux ans (2018-2020).
- Fig. 3. Dendrogramme de la colonie de Cully. Évolution sur une année (2018-2019).
- Fig. 4. Dendrogramme de la colonie de Bordeaux (Mérignac) de 2018 à 2020 (pas testée en 2019).
- Fig. 5. Dendrogramme de toutes les colonies sur le même graphique. Nous avons ajouté pour donner une comparaison une colonie de Saintes-Maries-de-la-Mer où se trouvent des *T. magnum* natives.

Fig 1

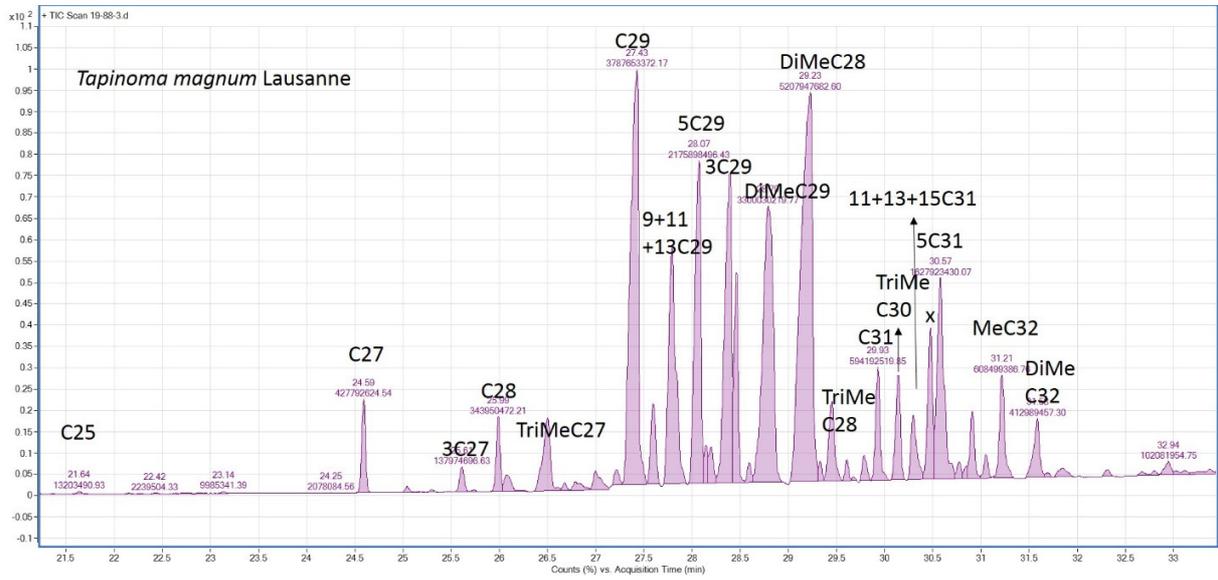


Fig 2

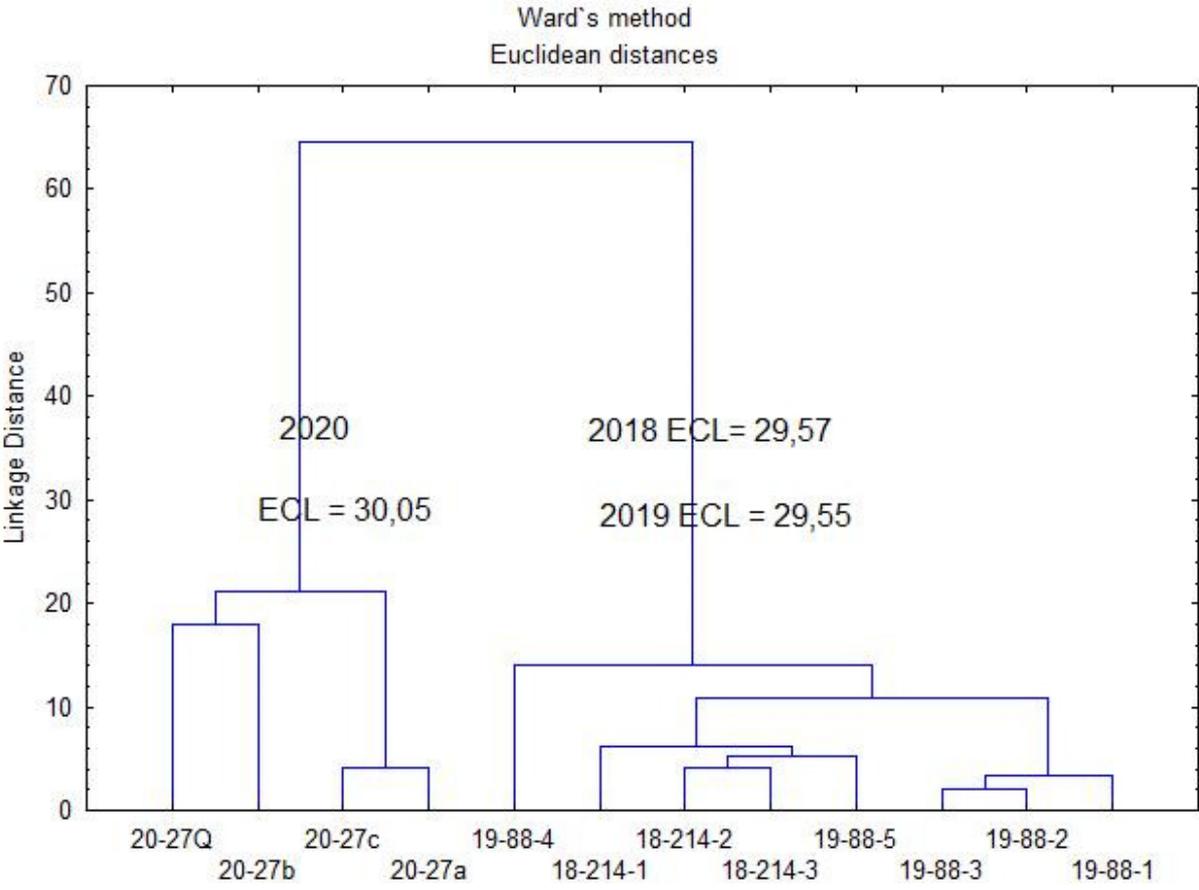


Fig 3

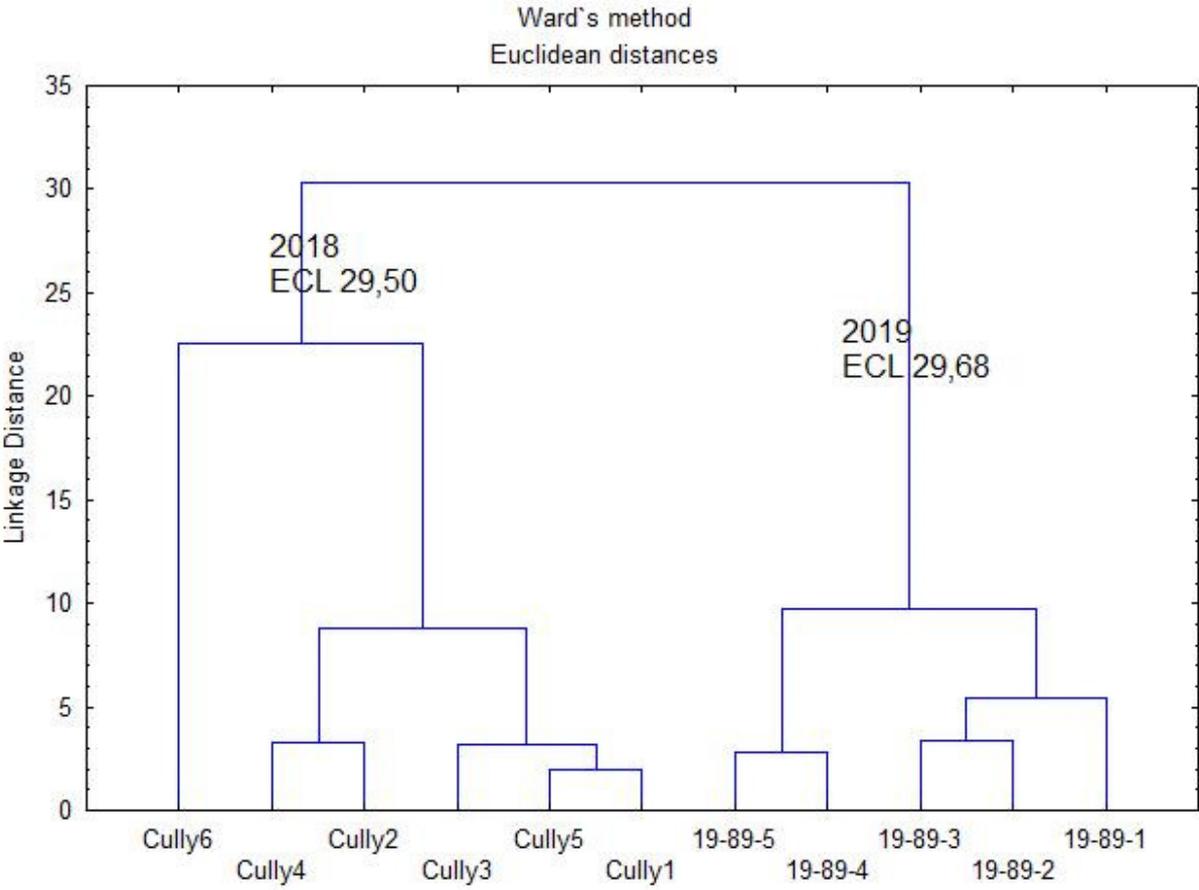


Fig 4

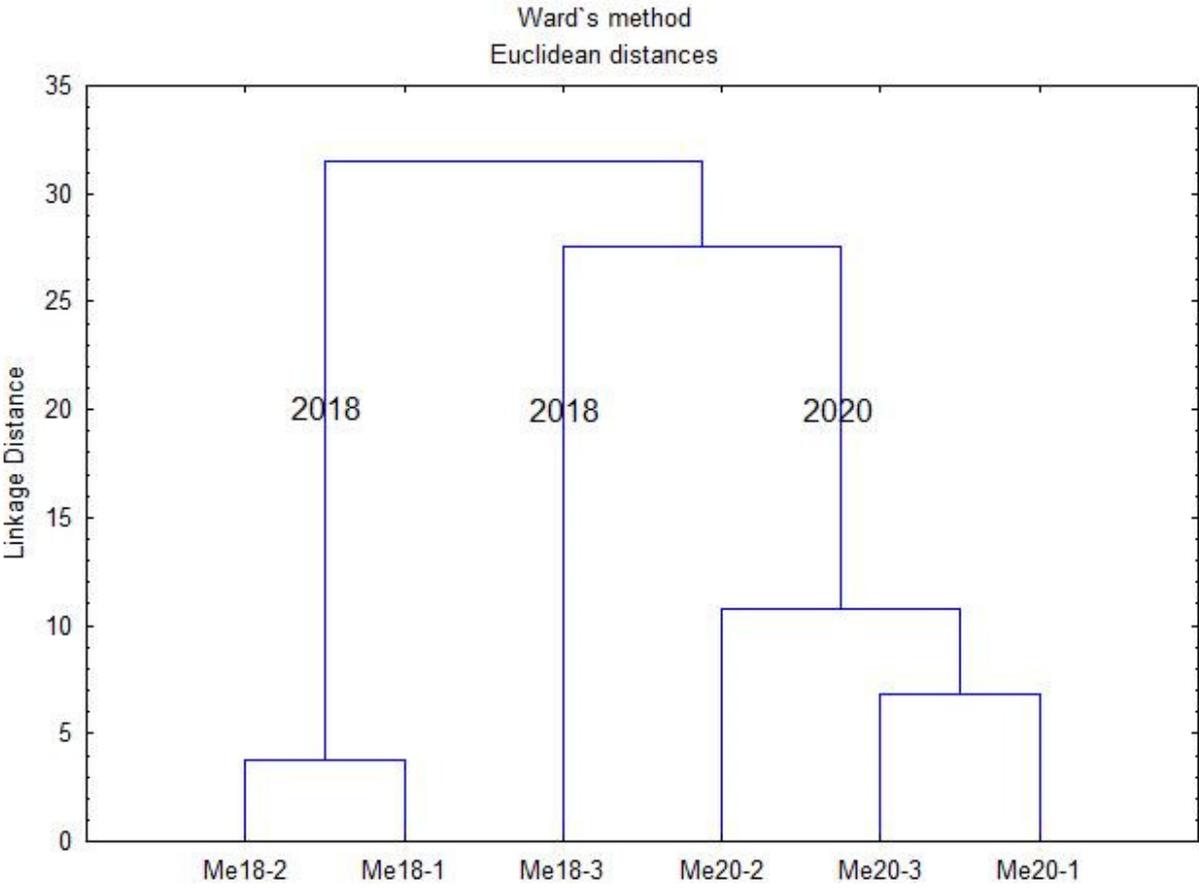


Fig 5

