

Actes coll. Insectes Sociaux, 5:121-129 (1989)

ETUDES DE QUELQUES FACTEURS INFLUENCANT LA FECONDITE DES
REINES DE *Wasmannia auropunctata* R. (HYMENOPTERA,
FORMICIDAE)

P. ULLOA-CHACON^{1,2} & D. CHERIX²

1) Departamento de Biología, Univ. del Valle, AA 25360, Cali, Colombia

2) Musée de Zoologie, Palais de Rumine, CP 448, 1000 Lausanne 17, Suisse

Résumé

Il existe dans les sociétés polygynes de la petite fourmi de feu, *Wasmannia auropunctata*, une très grande variation de la fécondité des reines. Ceci est dû en partie, à des facteurs individuels comme l'âge des reines et à des facteurs sociaux comme la composition de la société (quantité et qualité du couvain).

mots-clés: Formicidae, *Wasmannia auropunctata*, fécondité des reines, âge des reines, couvain.

Study of some factors affecting queen fecundity in *Wasmannia auropunctata* (R) (Hymenoptera, Formicidae)

Summary

Within polygynous societies of the little fire ant, *Wasmannia auropunctata*, there are large differences in fecundity among queens. This difference partly results from individual characteristics as well as some social factors. In fact we point out that queen age is rather important; the young queens lay more eggs than the old ones. Moreover, queens fecundity is also influenced by worker brood composition; in monogynous colonies without worker brood the oviposition rate of queens is higher and constant compared with colonies containing larvae of different stages (IIrd and IIIrd instar).

key-words: Formicidae, *Wasmannia auropunctata*, queen fecundity, queen age, brood effect.

Introduction

Dans le cadre de nos études sur la biologie de la reproduction de la petite fourmi de feu, Wasmannia auropunctata, nous avons constaté que le taux de ponte des reines appartenant à des sociétés polygynes est assez élevé et varie significativement d'une reine à l'autre (ULLOA-CHACON et CHERIX, 1988). Cette variabilité individuelle qui a été mise en évidence chez plusieurs espèces de fourmis (voir ULLOA-CHACON et CHERIX, 1988), nous a amené à aborder plus en détail les facteurs agissant sur la fécondité des reines de W. auropunctata comme un aspect important dans la régulation et croissance des colonies.

De nombreuses recherches chez les insectes sociaux nous permettent de distinguer trois types de facteurs principaux influençant la ponte des femelles reines et ouvrières:

- les facteurs physiques tels que, température, humidité, photopériode, quantité et qualité de nourriture.
- les facteurs internes à l'individu qui se rapportent principalement à ses caractères génétiques et à son état physiologique. Ce dernier peut être déterminé en partie, par l'âge de l'individu.
- les facteurs sociaux qui sont liés à la composition des sociétés: nombre d'ouvrières, présence d'une seule ou plusieurs reines, qualité et quantité du couvain.

Dans ce travail nous nous proposons de tester l'influence de deux de ces facteurs: l'âge des reines en tant que facteur interne, et la quantité et qualité du couvain d'ouvrières présent dans les colonies, en tant que facteur social.

L'influence de l'âge des femelles sur la fécondité, a été considérée chez très peu d'espèces de fourmis. Nous pouvons citer les études de COLOMBEL (1970); PLATEAUX (1970); PETERSEN-BRAUN (1975); MERCIER (1984) et EDWARDS (1987). Le reste des travaux se rapportant à l'âge des reines ont été plutôt dirigés vers son effet sur le déterminisme des castes, et l'évolution du couvain (BRIAN, 1964; voir pour revue PASSERA, 1984)

Le deuxième facteur relatif à l'influence du couvain sur la fécondité, a été partiellement étudié chez Formica fusca (BIER, 1954) et M. ruginodis (MAMSCH, 1967). Chez ces espèces, il s'agirait d'une

inhibition des larves sur la ponte des femelles, ceci dépendant étroitement du rapport larves/ouvrières. En revanche, PASSERA (1972), ne constate aucune inhibition de la fécondité des reines de Plagiolepis pygmaea en présence du couvain. Des expériences plus récentes ont été réalisées chez la fourmi de feu, Solenopsis invicta par TSCHINKEL (1984, 1988). L'auteur démontre que la population larvaire joue un rôle fondamental sur la fécondité des reines.

Matériel et méthodes

a) Influence de l'âge sur la fécondité des reines

Des individus sexués ont été obtenus en laboratoire à partir d'une grande colonie stock provenant des îles Galapagos (Ecuador). Chez cette espèce l'accouplement se déroule à l'intérieur des nids (obs.pers.). Après la fécondation, les femelles désailées (N=12) ont été marquées individuellement (peinture marktex®) et sont placées avec un millier d'ouvrières dans un nid artificiel. Cette société polygyne a été suivie pendant 16 mois. Après deux, cinq et dix mois, nous réalisons un test d'oviposition. Chaque reine est isolée avec 100 ouvrières pendant 14 jours. Après 7 et 14 jours nous comptons le nombre d'oeufs pondus par chaque reine (voir aussi ULLOA-CHACON et CHERIX, 1988).

b) Influence du couvain sur la ponte des reines

A partir de colonies stock provenant de Cali (Colombie), nous avons formé 30 colonies monogynes avec 6 colonies par traitement (voir tableau ci-dessous).

		couvain-ouvrière par colonie	
1 reine fertile + 300 ouvrières	+		50 larves des stades II et III(n=6)
			50 larves du stade II (n=6)
			50 larves du stade III (âgées) (n=6)
			50 prénymphe et nymphes (n=6)
			sans couvain (contrôle) (n=6)

La ponte de chaque reine est suivie sur une période de 21 jours en faisant des contrôles tous les 3 jours. Pour chaque contrôle on dénombre et enlève les oeufs pondus par la reine. On contrôle l'état de développement des larves en remplaçant celles qui ont changé de stade; ainsi, la quantité et la qualité du couvain présent restent constantes pendant toute la période d'expérimentation.

Toutes les observations ont été faites à la loupe binoculaire au moyen d'une lumière rouge afin de ne pas trop perturber les fourmis. Les colonies sont nourries en abondance et sont maintenues dans une chambre climatisée aux conditions suivantes: 24°-26° C, 60-70% HR avec 12 heures par jour de lumière.

Résultats

Ponte et âge des reines

Les femelles récemment désailées ont en moyenne un poids de 1.7 ± 0.2 mg (N=12). Le délai de ponte après la fécondation est de 24 à 48 heures en moyenne.

La durée moyenne de vie pour les femelles dans cette société polygyne est de 13.0 ± 1.8 mois (N=12). Pendant ce temps, nous constatons que la ponte des reines varie au cours du temps (tableau 1). Les 36 test d'oviposition réalisés à trois étapes de la vie de ces femelles, indiquent que la ponte est beaucoup plus importante lorsque les reines sont âgées de cinq mois et diffère significativement de celle obtenue après deux ou dix mois.

Tableau 1. *Nombre d'oeufs pondus par jour par les reines (n=12) lors des tests d'oviposition réalisés au cours de leur vie dans une colonie polygyne.*

Table 1. *Egg-production by queens (n=12) during their life-time in one polygynous colony.*

âge des reines (mois)	oeufs/reine/jour moyenne \pm S.D.	t-test DF:11
2	6.0 \pm 1.1	
5	12.0 \pm 2.5	p<0.001
10	4.7 \pm 1.4	p<0.001

Influence du couvain sur la ponte des reines

En l'absence complète du couvain (larve ou nymphe) nous remarquons (fig.1), que la ponte des reines de la petite fourmi de feu est constante pendant les 21 jours de l'expérience. La production moyenne d'oeufs par reine par jour est égale à 10.2 ± 2.8 (N=6), et la ponte cumulée s'élève à 213.2 ± 31.5 oeufs par reine à la fin de l'expérience.

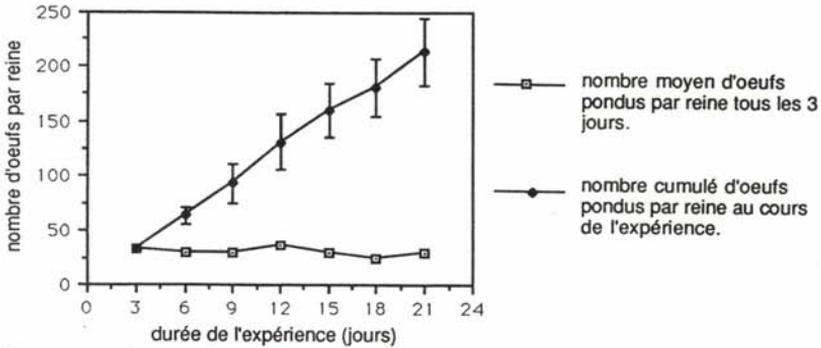


Figure 1. Ponte des reines dans des colonies sans couvain. Chaque colonie ($n=6$) est composée par une reine et 300 ouvrières.
 Figure 1. Queen oviposition in colonies without brood. Each colony ($n=6$) containing one queen and 300 workers.

Dans le cas des colonies contenant des larves, la situation est très différente si on la compare aux colonies établies sans couvain (contrôle) ou avec des prénymphe et des nymphes (tableau 2). On remarque qu'il n'y a pas de différence entre la ponte totale des sociétés sans couvain (213.2 ± 31.5 oeufs par reine) et celle des sociétés avec prénymphe et nymphes (210.1 ± 19.1 oeufs par reine). En revanche, on constate d'importantes différences avec les colonies contenant un mélange de larves de deuxième et troisième stade dans lesquelles la ponte totale s'abaisse à 84.3 ± 31.5 oeufs par reine.

Lorsque nous séparons les stades larvaires II et III (figure 2), nous constatons qu'il existe une différence significative ($t=4.58$; $dl=6$; $p<0.01$) entre la ponte des reines placées avec des larves de stade II (3.5 ± 1.3 oeufs par reine par jour) et celle obtenue lorsque les reines sont en présence de larves de stade III (7.1 ± 1.8 oeufs par reine par jour). On remarque aussi une différence significative ($t=3.78$; $dl=6$; $p<0.01$) entre les colonies avec des larves de stade III et celles contenant des prénymphe et des nymphes (10.0 ± 2.1 oeufs par reine par jour). Cette dernière valeur est similaire à celle obtenue dans les colonies contrôle.

Tableau 2. Ponte moyenne des reines pendant 21 jours dans des colonies de laboratoire composées par: 1 reine + 300 ouvrières et différentes compositions du couvain.

Table 2. Estimate of the average oviposition rate of queens during 21 days in laboratory colonies containing: 1 queen + 300 workers and different brood compositions.

jours	moyenne cumulée d'oeufs/reine		
	avec larves N=6	sans couvain N=6	avec pre.+ny. N=6
3	14.3	33.3	27.1
6	31.6	63.5	56.2
9	46.3	93.5	89.1
12	58.3	130.3	130.2
15	68.2	160.2	162.1
18	77.7	180.5	183.0
21(total)	84.3	213.2	210.1
S.D.	±31.5	±39.4	±19.1
DF:5	Test-t p<0.001		N.S.

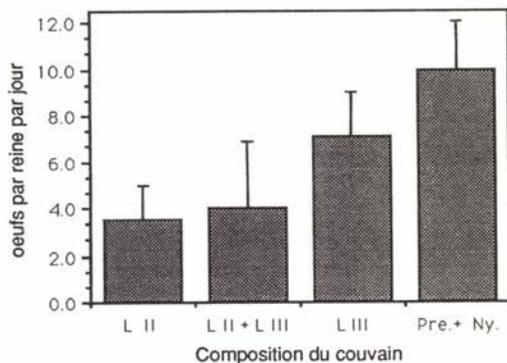


Figure 2. Influence de la composition du couvain sur la fécondité des reines. (LII= 2ème stade larvaire, LIII= 3ème stade larvaire, Pre.= prénymphe, Ny.= nymphe).

Figure 2. Influence of brood composition on production of eggs by queens. (LII= 2nd larval instar, LIII= 3rd larval instar, Pre.= prepupae, Ny.= pupae).

Discussion

Nous résultats montrent que la ponte des reines de *W. auropunctata*

est fortement influencée par l'âge des reines et par la composition du couvain, plus particulièrement par les larves.

En ce qui concerne la relation entre la fécondité et l'âge des reines, notre espèce se rapproche de la fourmi du pharaon, une autre espèce qui elle aussi est polygyne. Suivant PETERSEN-BRAUN (1975), les reines de Monomorium pharaonis passent par trois phases au cours de leur courte vie (environ 200 jours): une phase juvénile et une phase sénile pendant lesquelles la ponte est réduite et une phase fertile avec une fécondité maximale. D'après EDWARDS (1987), les reines de cette espèce maintenues en condition dygyne, pondent un moyenne de 5 oeufs par jour par reine à l'âge de 1 mois (phase juvénile), 24 oeufs par jour à 4 mois (phase fertile) et 10 oeufs par jour pendant leur dernier mois de vie (phase sénile).

Chez Plagiolepis pygmaea une autre espèce polygyne, MERCIER (1985) observe que dans des sociétés monogynes, les jeunes reines (9 mois) pondent 19 oeufs par jour tandis que les reines âgées (plus de 21 mois), pondent seulement 10 oeufs par jour.

Dans nos expériences chez W. auropunctata, nous avons mis en évidence que la fécondité des reines est dépendante de leur âge. La ponte est faible quand les reines sont jeunes ou vieilles, et atteint un maximum (12.0 ± 2.5 oeufs par reine par jour) à 5 mois, ce qui correspond presque à la demi-vie adulte.

En revanche, il faut souligner que chez des espèces monogynes, caractérisées par une grande longévité, on remarque une augmentation de la fécondité des reines au cours du temps. C'est le cas de Leptothorax nylanderii (PLATEAUX, 1970) et de Odontomachus haematodes (COLOMBEL, 1970). Chez Camponotus lateralis, les reines de 1 à 3 ans pondent peu, tandis que les femelles âgées de 5 à 6 ans, pondent abondamment (PALMA-VELLI et DELYE, 1981).

Nos expériences concernant l'influence du couvain sur la fécondité, montrent que la production d'oeufs dans les colonies sans couvain (contrôle) et dans les colonies avec prénymphe et nymphe est trois fois plus élevée que celle des reines dans des sociétés dont le couvain est constitué de larves. De plus, il y a une différence significative entre les sociétés contenant de larves de stade II et de stade III uniquement.

Chez S. invicta, TSCHINKEL (1988), observe que les larves jeunes

inhibent la ponte des reines tandis que les larves de stade IV, juste avant la nymphose, exercent un effet stimulant sur la ponte. Mais il faut remarquer que dans les sociétés sans couvain, la fécondité des reines est très basse, ce qui n'est absolument pas le cas avec W. auropunctata.

Les différences observées dans nos expériences permettent d'émettre trois hypothèses: 1) une inhibition des larves (principalement du stade II) sur la ponte des femelles (voir aussi BIER, 1954); cette inhibition serait transmise à la reine par trophallaxie via les ouvrières selon le schéma proposé par TSCHINKEL (1986). 2) une concurrence pour la nourriture entre larves et reines; les larves s'appropriant une quantité importante de nourriture au détriment des reines, entraînant ainsi une diminution de la fécondité. 3) une oophagie des larves; toutefois, ceci n'a jamais été observé dans nos colonies expérimentales. Il est donc vraisemblable que seules les deux premières hypothèses interviennent et méritent notre attention.

Resumen

En las sociedades poliginas de la pequeña hormiga de fuego, Wasmannia auropunctata, la rata de fecundidad de las reinas es muy variable de un individuo a otro. Lo anterior se debe en parte, a la influencia de factores propios al individuo como su edad (la fecundidad de las reinas varía durante el transcurso de la vida); y a la influencia de factores de tipo social, como la composición de las colonias en relación a la cantidad y calidad de cría presente. En efecto, el número de huevos puestos por la reina es mucho mayor en colonias sin cría de obreras que en colonias que contienen larvas de obreras en segundo y tercer estado de desarrollo.

Remerciements

Nous remercions vivement Laurent Keller (Lausanne) pour ses commentaires et suggestions. P. Ulloa-Chacon tient à remercier L'Université del Valle (Colombie) pour son soutien et son aide financière.

Références

- BIER K., 1954. - Ueber den Einfluss der Königin auf die Arbeiterinnen Fertilität im Ameisenstaat. Insectes Soc., 1, 7-19.
- BRIAN M. V., 1964. - Studies of caste differentiation in Myrmica

- rubra 7. Caste bias, queen age and influence. Insectes Soc., 11, 223-238.
- COLOMBEL P., 1970. - Recherches sur la biologie et l'éthologie d'Odontomachus haematodes L., biologies des reines. Insectes Soc., 17, 199-294.
- EDWARDS J.P., 1987. - Caste regulation in the pharaoh's ant Monomorium pharaonis : the influence of queens on the production of new sexual forms. Physiol. Ent., 12, 31-39.
- MAMSCH E., 1967. - Quantitative Untersuchungen zur Regulation der Fertilität im Ameisenstaat durch Arbeiterinnen, Larven und Königin. Zeit. Vergl. Physiol., 55, 1-25.
- MERCIER B., 1984. - Rôle de la polygynie dans la productivité des reines de la fourmi Plagiolepis pygmaea Latr. (Hymenoptera, Formicidae). Thèse 3ème cycle. Toulouse. 130 pp.
- PALMA-VELLI G., DELYE G., 1981. - Contrôle neuro-endocrine de la ponte chez les reines de Camponotus lateralis Olivier (Hym. Formicidae). Insectes Soc., 28, 167-181.
- PASSERA L., 1972. - Etude de quelques facteurs réglant la fécondité des reines de Plagiolepis pygmaea Latr. (Hymenoptera, Formicidae). Insectes Soc., 19, 369-388.
- PASSERA L., 1984. - L'organisation sociale chez les fourmis. ed. Univ. Paul Sabatier, Toulouse, 360 pp.
- PETERSEN-BRAUN M., 1975. - Untersuchungen zur sozialen Organisation der Pharaoameise Monomorium pharaonis (L.) (Hymenoptera, Formicidae). I. Der Brutzyklus und seine Steuerung durch Populationseigene Faktoren. Insectes Soc., 22, 269-291.
- PLATEAUX L., 1970. - Sur le polymorphisme social de la fourmi Leptothorax nylanderi (Förster). I. Morphologie et biologie comparées des castes. Ann. Sci. Nat. Zool., 12, 373-478.
- ULLOA-CHACON P., CHERIX D., 1988. - Quelques aspects de la biologie de Wasmannia auropunctata (Roger) (Hymenoptera, Formicidae). Actes Coll. Insectes Sociaux., 4, 177-184.
- TSCHINKEL W. R., 1984. - Social regulation of queen fertility in the fire ant, Solenopsis invicta. Abst. 16 th International Congress of Entomology. Hamburg., p. 502.
- TSCHINKEL W. R., 1986. - The ecological nature of the fire ant: Some aspects of colony function and some unanswered questions. In Fire Ants and Leaf-cutting ants. Biology and Ecology: 72-87. C.S. Lofgren & R.K. Vander Meer (eds.), Westview Press, Boulder and London 435 p.
- TSCHINKEL W. R., 1988. - Social control of egg-laying rate in queens of the fire ant, Solenopsis invicta. Physiological Entomology, 13, 327-350.