ORSTOM Fonds Documentaire
N° : 32.227 ex 1
Côte : B

Augosoma centaurus, Fabricius (Coleoptera Scarabeidae) important ravageur du cocotier en Afrique

Descriptions, biologie, méthode de lutte

P. VENARD-COMBES (1) et D. MARIAU (2)

Résumé. — Descriptions morphologiques de tous les stades de développement de l'insecte. Etude détaillée du cycle de développement qui est au total de plus de 2 ans. Données sur l'importance des dégâts, sur les déplacements et la dynamique des populations des adultes qui ne se déplacent que pendant les premières heures de la nuit en période pluvieuse. Les populations peuvent être très importantes (jusqu'à près de 2 000/ha/mois) mais très concentrées dans l'espace et dans le temps ce qui rend possible le ramassage manuel des insectes doublé d'un piégeage lumineux.

I. — INTRODUCTION

Augosoma centaurus est le plus grand Dynastinae africain connu [Janssens, 1933-35]. Cet insecte a été l'objet de plusieurs études de systématique parmi lesquelles celles de Drury [1770] et de Fabricius [1775]. Une étude morphologique détaillée de l'adulte a été faite [Aouti et Johnson, 1967] ainsi qu'une description anatomique du système nerveux [Johnson et Aouti, 1966] ; les données sur la biologie de l'insecte sont, par contre, quasi inexistantes.

II. — DESCRIPTIONS DE L'INSECTE

Au moment de la ponte, l'œuf est de couleur jaune vif ; il mesure 3,4 mm de long sur 2,8 mm de large. Pendant la durée de son développement il augmente en taille et en poids alors que sa couleur devient plus claire.

La larve néonate est uniformément jaunâtre et présente déjà la forme cylindrique, et une position fortement arquée caractéristique des larves de dynastes. Tout au long de son développement la larve est recouverte de soies courtes et de couleur rouge sombre. Au début de son développement le corps de la larve est blanc jaunâtre, puis devient plus ou moins grisâtre. La tête est brun foncé très sclérifiée et est armée de deux fortes mandibules. Sur les côtes du premier segment thoracique on observe une plaque chitinisée. Le thorax et l'abdomen portent 8 paires de stigmates (Fig. 1).

Toutes les données relatives à la taille et au poids des 3 stades larvaires sont résumées dans le tableau I. Ces valeurs ont été obtenues avec une dizaine d'individus pour le stade 1 et une vingtaine pour les deux autres stades.

La prénymphe est caractérisée par un flétrissement de l'extrémité abdominale formant des bourrelets longitudinaux flasques et un fort raccourcissement du corps qui n'atteint plus que 5,7 cm de longueur. Le tégument prend une couleur grisâtre sale.

Juste après la mue nymphale, la nymphe est de couleur crème foncé. Rapidement elle devient marron, puis rougeâtre et, en fin de développement, elle est de teinte brique foncée. Le tégument est mat et couvert d'une forte pilosité lui donnant, particulièrement sur la tête et le thorax, un aspect velouté (Fig. 2).

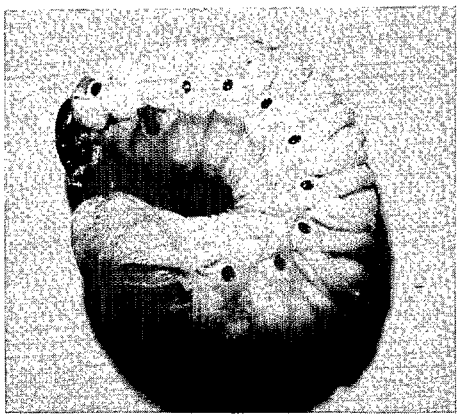

FIG. 1. — *A. centaurus* : larve de 3e stade *(3rd stage larva).*

FIG. 2. — *A. centaurus* : chrysalide femelle *(female chrysalis).*

(1) Technicien au Laboratoire d'Entomologie agricole, Centre ORSTOM d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire).
(2) Directeur du département Entomologie de l'I.R.H.O., 07 B.P. 13, Abidjan-07 (Côte d'Ivoire).

TABLEAU I. — **Poids et taille des larves de *A. centaurus* (*Weight and size of* A. centaurus *larvae*)**

Tailles et poids *(Size and weight)*		Stade *(Stage)* 1	Stade *(Stage)* 2	Stade *(Stage)* 3
Capsules céphaliques (cm)	L	0,35	0,74	1,34
	l *(w)*	0,35	0,70	1,13
Corps *(Body)* (cm)	L	1,4 } début dévelopt.	3,2 } 30e jour *(day)*	12,2 } fin dévelopt.
	l *(w)*	0,3 } *(begin developt.)*	0,6 }	3,2 } *(end developt.)*
Poids *(Weight)*	(g)	0,14 (10e jour - *day*)	7,4 (30e jour - *day*)	41 (fin dévelopt. - *end developt.*)

Juste après la mue imaginale, l'adulte est de couleur jaunâtre. Puis il s'assombrit rapidement pour devenir rouge brique 4 à 5 jours plus tard, puis brun noirâtre. Le corps est luisant, comme recouvert d'un vernis. La taille de l'insecte varie de 45 à 65 mm de longueur. Le mâle porte deux fortes cornes : l'une céphalique incurvée et dirigée vers l'arrière pouvant atteindre 3 cm avec une protubérence interne vers la partie distale, et l'autre, thoracique, orientée vers l'avant bifide à sa partie apicale et présentant deux excroissances latérales à la base (Fig. 3). Au total l'adulte peut atteindre 85 mm de longueur. Chez les individus de petite taille ces cornes peuvent être extrêmement réduites (4 mm pour la corne céphalique) et simples.

III. — ÉTUDE DU CYCLE DE DÉVELOPPEMENT

Technique d'élevage.

Les adultes sont placés sous abri dans des bacs d'élevage en tôle galvanisée mesurant 95 cm de long sur 45 de large et 25 cm de profondeur. Ces bacs sont recouverts d'un couvercle emboîtant en grillage à mailles de 5 mm. L'intérieur des bacs est rempli de terreau et de matière végétale en décomposition récupérés dans le milieu naturel où se développent les larves. Ce substrat est constamment maintenu à humidité convenable.

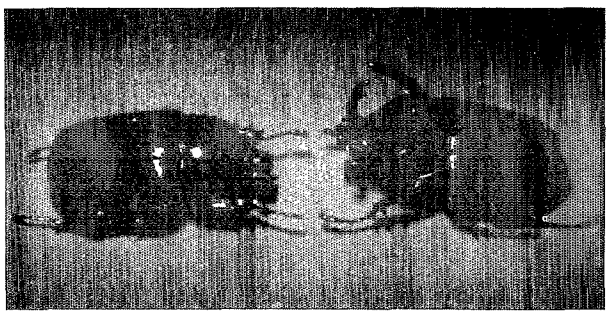

FIG. 3. — *A. centaurus* : femelle et mâle *(female and male)*.

L'alimentation des adultes se fait à l'aide de bananes mûres que l'on renouvelle tous les deux jours. On dispose aussi, à l'intérieur des bacs, de morceaux de jeunes stipes de palmier à huile que les insectes dilacèrent et qui constituent pour eux une source de nourriture complémentaire.

Les œufs sont récupérés chaque jour en triant soigneusement le contenu du bac et placés dans des petites boîtes contenant le même substrat ce qui permet de suivre quotidiennement leur développement individuel.

Les larves sont élevées dans un grand bac comme celui décrit précédemment. Des contrôles réguliers sont effectués de façon à saisir les différentes mues larvaires.

Résultats.

Les résultats obtenus sont résumés dans le tableau II.

La période de préoviposition n'est pas connue mais elle doit être de l'ordre de 1 mois. Au total, la durée du cycle est supérieure à 2 ans ; il est donc beaucoup plus long que celui des espèces d'*Oryctes* africain (*O. monoceros* et *boas* : 4,5 à 5 mois) et même que la grosse espèce d'Amérique latine *Strategus aloeus* (11 mois) [Hurpin et Mariau, 1966].

IV. — DONNÉES SUR LE COMPORTEMENT

1. — Gîtes larvaires.

Les gîtes larvaires sont principalement constitués par des stipes de raphia (*Raphia hookeri*) pourris. Ces biotopes

TABLEAU II. — **Etude du cycle de développement de *A. Centaurus* (*Study of the development cycle of* A. centaurus)**

	Oeuf *(Egg)*	L1	L2	L3	Pré nymphe *(Pré - pupa)*	Nymphe *(Pupa)*	Total
Durée en jours moyenne *(Average duration in days)*	24	90	215	330	35	50	744
Mini-Maxi.	23-27	87-91	—	—	—	45-53	—
Nomb. d'individus observés *(No. of individuals observed)*	12	16	—	—	—	9	—

TABLEAU III. — **Nombre d'adultes d'*Augosoma* capturés au piège lumineux**
(Number of adult Augosoma *captured by light trapping)*

Répétitions	De 19 h à 20 h	de 20 h à 21 h	De 21 h à 22 h	De 22 h à 23 h
1	93 ♂ + 269 ♀	24 ♂ + 45 ♀	15 ♂ + 14 ♀	—
2	210 ♂ + 514 ♀	64 ♂ + 139 ♀	21 ♂ + 35 ♀	—
3	20 ♂ + 41 ♀	68 ♂ + 117 ♀	42 ♂ + 88 ♀	5 ♂ + 4 ♀
4	51 ♂ + 117 ♀	84 ♂ + 206 ♀	29 ♂ + 115 ♀	14 ♂ + 42 ♀
Total	374 ♂ + 941 ♀	240 ♂ + 507 ♀	107 ♂ + 252 ♀	19 ♂ + 46 ♀
P. 100	53	30	14	3

marécageux à raphia sont extrêmement fréquents en zone côtière de Côte d'Ivoire.

On a pu cependant observer des larves d'Augosome dans des stipes de cocotiers recouverts de terre à l'occasion d'un andainage d'une vieille plantation mais jamais dans des stipes de palmiers ou cocotiers non recouverts. On en a également mis en évidence, en faible nombre, dans des massifs de fleurs riches en humus et situés à proximité d'une source lumineuse (cf. § 2-a). Les œufs ne sont pas pondus groupés comme ceux de *O. monoceros* par exemple ni situés dans une petite loge. Pour survivre les larves ont besoin d'un milieu constamment humide pendant une période de 2 ans ce qui est bien le cas dans ces gîtes à raphia.

2. — Comportement de l'adulte.

a) Déplacements.

L'adulte se déplace uniquement de nuit et est fortement attiré par la lumière notamment lorsque celle-ci est enrichie en ultra-violets. Les résultats des piégeages ont été obtenus avec une lampe Osram de 250 W à vapeur de mercure placée à 2,5 m de hauteur dans un endroit dégagé, à proximité d'une pépinière de palmiers à huile. Pour faciliter le ramassage des insectes, une bâche en plastique blanc est étalée sous la lampe. Le piège est mis en route de 19 h à 23 h.

Le tableau III donne les résultats de quelques piégeages.

On remarque que les déplacements s'effectuent surtout au cours des premières heures de la nuit (plus de 80 p. 100 avant 21 h). Des résultats comparables avaient été obtenus avec les espèces d'*Oryctes monoceros* et *boas* [Mariau, 1968]. Lorsqu'une forte pluie se produit au début de la nuit on constate que les sorties se prolongent un peu plus tard. On note enfin que 71 p. 100 des insectes capturés sont des femelles.

b) Dégâts : Importance des populations.

Augosoma attaque principalement le cocotier. Les dommages peuvent avoir lieu sur des cocotiers de tous âges qui sont, naturellement, plus vulnérables dans le jeune âge. On a pu également observer des attaques sur pépinière de palmiers à huile mais, à notre connaissance, il n'en a jamais été signalé d'importantes en plantation de palmiers.

Comme le font les *Oryctes,* l'Augosome pénètre dans la plante en prenant appui sur la base des feuilles (Fig. 4). Cependant l'attaque peut se produire beaucoup plus bas dans la couronne et, en cas de fortes populations, l'Augosome peut s'attaquer aux noix et même au stipe.

Dans le but d'étudier la dynamique des populations de

FIG. 4. — Plusieurs individus d'Augosome (→) attaquant un cocotier *(Several individuals of Augosoma (→) attacking a coconut).*

l'insecte, des observations ont été faites pendant deux années consécutives sur une jeune plantation de 80 ha de cocotiers Nains et Grand Ouest Africain, âgée de 3 à 5 ans, située à Dabou (Côte d'Ivoire) [I.R.H.O. 1981-82]. Des ramassages hebdomadaires ont été réalisés pendant toute cette période. En période de forte population ils ont pû être effectués avec une plus grande fréquence encore.

Sur le graphique de la figure 5 est représentée mois par mois la courbe des populations en nombre d'individus par hectare. A titre de comparaison on a également fait figurer l'importance des populations de *O. monoceros*. Enfin la pluviométrie mensuelle est notée.

On remarque que les fluctuations de populations d'Augosome sont étroitement liées à la pluviométrie. Les sorties d'adultes se font exclusivement pendant les deux saisons pluvieuses en mai-juin puis en octobre-novembre. Les populations de *O. monoceros* varient par contre peu avec la pluviométrie alors que les adultes de *O. boas* sortent principalement pendant la saison sèche [Mariau, 1967].

Les populations sont également très variables dans l'espace. En octobre 1981 on a relevé une moyenne de 94 Augosomes/ha mais avec une très grande variabilité d'une parcelle à l'autre, même lorsqu'elles sont très proches les unes des autres. Comme cela est indiqué dans le tableau IV une parcelle très infestée à une période peut ne pas l'être du tout à une autre. Dans cet exemple chaque parcelle a une surface de 6 ha environ.

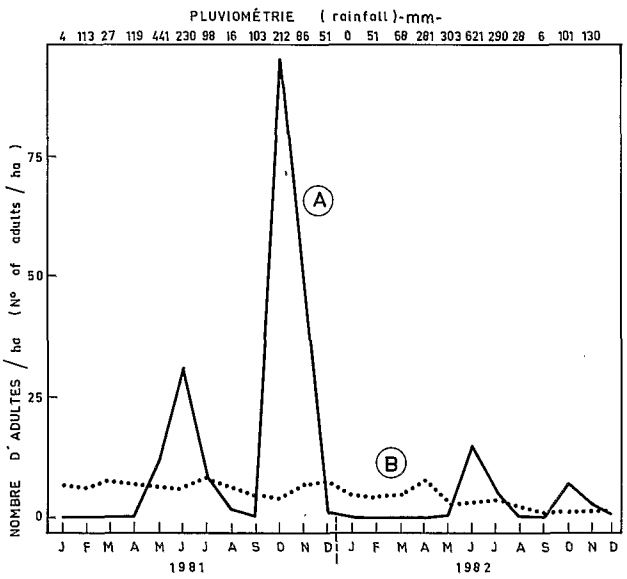

FIG. 5. — Dynamique des populations de *A. centaurus* (A) et *Oryctes monoceros* (B) [*Population dynamics of* A. centaurus (A) *and* Oryctes monoceros (B)].

Il semble donc qu'il se produise un phénomène de regroupement des insectes dans l'espace.

Les vols peuvent être extrêmement importants ; c'est ainsi que sur une jeune plantation plantée en hybrides de cocotiers Nain × Grand et située à Nerc dans le Sud-Ouest de la Côte d'Ivoire il a été récolté en un mois 138 000 adultes sur une surface de 75 ha, soit 1 840/ha ou près de 13 par cocotier. Il est évident qu'avec de pareilles attaques, si des mesures énergiques et rapides ne sont pas prises (cf. méthode de lutte), les dégâts peuvent être considérables. On a, par exemple, relevé sur une plantation de 6 ans au Cameroun, 20 p. 100 des cocotiers tués soit directement par les Augosomes soit indirectement par le rhynchophore qui profite des blessures ainsi faites pour pondre ses œufs. On sait que les larves de cet insecte se développent dans les tissus vivants de la plante.

Sur une pépinière de palmiers à huile de 20 000 plants, à La Mé en Côte d'Ivoire, il a été récolté 18 000 individus en 2 mois et demi. A cette occasion les insectes ont été dénombrés par sexe et on a constaté que le sex-ratio était inversé par rapport à ce que l'on avait observé en capturant les adultes au piège lumineux, soit de 60 à 65 p. 100 de mâles. Les femelles semblent donc être plus attirées par la lumière que les mâles.

V. — MÉTHODES DE LUTTE

On sait que l'on peut lutter préventivement contre *O. monoceros* en détruisant ou en rendant impropres à la ponte les refuges larvaires potentiels en les recouvrant rapidement d'une plante de couverture [Julia et Mariau, 1976]. Dans la majorité des cas cela n'est pas envisageable pour l'Augosome et l'on ne peut en effet pas détruire les refuges à raphia et non plus y effectuer des traitements larvicides.

De même la lutte chimique mise au point contre l'*Oryctes* [Mariau, 1967b] ne peut être utilisée contre l'Augosome pour les raisons suivantes : l'adulte est capable d'attaquer le cocotier à tous les niveaux et l'insecte ne se déplaçant que pendant les pluies, le pesticide est rapidement lessivé. Il n'est, de plus, efficace que pendant quelques jours et à des doses 4 fois supérieures à celles normalement préconisées contre *Oryctes*. Deux méthodes sont cependant envisageables.

1. — Ramassage manuel des adultes.

La fréquence de ces ramassages est bien entendu liée à l'importance des populations et à l'âge des cocotiers : par exemple sur de jeunes plantes de moins de 4 ans un contrôle bi-hebdomadaire sera nécessaire si l'on compte plus de 20 insectes/ha/mois. Si ce chiffre passe à 60, un contrôle quotidien est indispensable. Cela est généralement possible car, si les attaques peuvent être extrêmement vio-

TABLEAU IV. — **Nombre d'adultes d'Augosomes/ha et par parcelle en 2 périodes**

					Moyenne *(Averages)*	
Juin *(June)* 1981	0,3	0,1	18,4	24,2		
Oct. 1981	31	17,4	80,5	24		
N° Parcelle *(Plot)*	**2**	**12**	**22**	**32**	45,9	133
Juin *(June)* 1981	0,3	0	73,8	250		
Oct. 1981	124,5	643,2	121,5	21,3		
N° Parcelle *(Plot)*	**03**	**13**	**23**	**33**		

lentes, les surfaces atteintes sont généralement peu importantes et les vols ne durent pas longtemps. Un homme peut contrôler une quinzaine d'hectares par jour. Ces ramassages n'empêchent cependant pas l'insecte de commencer à attaquer. De façon à lutter préventivement ou curativement contre le rhynchophore au tout début de son développement il est nécessaire de pulvériser abondamment les plaies avec une solution de monocrotophos ou de diméthoate (60 g de matière active/hl d'eau).

2. — Piégeage lumineux.

On a vu que le piège lumineux équipé d'une ampoule riche en ultra-violets (ampoule de 250 W Osram à vapeur de mercure) permettait de capturer un grand nombre d'individus. Au cours des captures manuelles de 18 000 individus en 2,5 mois sur une pépinière dont il a été question ci-dessous, on a, en 4 nuits de piégeage seulement, capturé 2 763 adultes ce qui constitue une proportion importante de ce qui a été ramassé à la main sur les jeunes palmiers.

Dans une autre situation, et en 9 nuits de piégeage, les captures ont varié de 26 à 97 insectes par nuit. En dénombrant les insectes trouvés le lendemain sur les cocotiers autour du piège et sur une surface de 50 ha, les rendements du piège ont varié de 80 à 95 p. 100 [Julia, 1980]. En réalité les captures peuvent être très hétérogènes d'une nuit à l'autre. C'est ainsi que dans d'autres circonstances il est arrivé de ne rien capturer pendant 2 nuits consécutives et de prendre 1 200 individus la 3e nuit. On a remarqué que les périodes de pleine lune avec un ciel découvert sont très peu favorables à de bonnes captures, et il en est de même pendant les très fortes pluies. Par contre, le piège mis en place par une nuit très sombre peut permettre de capturer beaucoup d'insectes.

En terrain dégagé, un piège peut drainer les insectes sur une cinquantaine d'hectares. Cependant, cette surface dépend aussi de l'emplacement des sites larvaires par rapport à la plantation : plusieurs sites périphériques ou un seul.

La méthode de lutte consiste donc à associer les deux techniques de ramassage des adultes dans les couronnes et de capture au piège lumineux.

CONCLUSION

En raison de l'importance des vols et de la taille de l'insecte, l'Augosome peut occasionner des dégâts importants et rapides au cocotier. On constate qu'une plantation qui a été très fortement attaquée une année peut ne plus l'être ou très légèrement au cours des années suivantes. L'état actuel de nos connaissances sur la biologie de cet insecte ne permet donc pas de prévoir l'importance d'une attaque. Cela nécessiterait des prélèvements réguliers dans les sites larvaires ainsi que des études sur la reproduction de l'insecte.

« Les points faibles » du ravageur sont, d'une part d'avoir des vols très groupés aussi bien dans le temps que dans l'espace et, d'autre part, d'être très attiré par la lumière notamment lorsqu'elle est assez riche en ultra-violets. Un tel piège ne fonctionne bien qu'avec des conditions climatiques particulières mais présente l'avantage de drainer les insectes sur des surfaces importantes (environ 50 ha). En étant attentif au moment des vols, on peut combiner les deux méthodes de lutte par piégeage lumineux et ramassage manuel des insectes et assurer ainsi une protection satisfaisante à la plantation. Il est cependant possible que dans certaines situations, où les milieux à raphia sont particulièrement abondants, l'Augosome puisse constituer un facteur limitant à la culture du cocotier.

BIBLIOGRAPHIE

[1] AOUTI A. et JOHNSON G. (1967). — Etude morphologique de l'adulte de l'*Augosoma centaurus* (Fab.), Coleoptera Scarabeidae. *Ann. Univ. Abidjan,* T. III, Ser. Sci.

[2] DRURY D. (1770). — In : *Illiger exot.,* 1, fasc. 1, p. 80.

[3] FABRICIUS (1775). — Syst. Ent., p. 8.

[4] HURPIN P. et MARIAU D. (1966). — Contribution à la lutte contre les *Oryctes* nuisibles aux palmiers. Mise au point d'un élevage permanent en laboratoire. *C. R. Ac. Agric. France,* 1966, 52, N° 2.

[5] I.R.H.O. (1981-82). — Rapports internes de la plantation expérimentale R. Michaux, Dabou, Côte d'Ivoire.

[6] JANSSENS A. (1933-35). — Dynastinae Coleoptera Lamellicornia. Famille Scarabeidae. *Parc National Albert* (Congo Belge), p. 27-32.

[7] JOHNSON G. et AOUTI A. (1966). — Note sur l'anatomie du système nerveux et du complexe rétrocérébral chez l'adulte de l'*Augosoma centaurus. Ann. Univ. Sci. Abidjan,* t. II, Sér. Sci.

[8] JULIA J. F. et MARIAU D. (1976). — Recherches sur l'*Oryctes monoceros* Ol. en Côte d'Ivoire. I. — Lutte biologique, le rôle de la plante de couverture. *Oléagineux,* **31,** N° 2, p. 63-68.

[9] JULIA J. F. (1980). — Etude sur *Augosoma centaurus.* (Rapport interne I.R.H.O. non publié.)

[10] MARIAU D. (1967a). — Les fluctuations des populations d'*Oryctes* en Côte d'Ivoire. *Oléagineux,* **22,** N° 7, p. 451-454.

[11] MARIAU D. (1968). — Biologie du comportement alimentaire de l'*Oryctes. Oléagineux,* **23,** N° 6, p. 377-380.

[12] MARIAU D. (1967b). — Lutte chimique contre l'*Oryctes.* Résultats préliminaires. *Oléagineux,* **22,** N° 3, p. 155-158.

SUMMARY

***Augosoma centaurus* Fabricius (Coleoptera Scarabeidae), a serious pest of coconut in Africa. Descriptions, biology and method of control.**

P. VENARD-COMBES and D. MARIAU, *Oléagineux,* 1983, **38,** N° 12, p. 651-657.

Morphological descriptions of all stages of the insect's development. Detailed study of the development cycle, which lasts more than 2 years. Data on the seriousness of damage caused, on movements and population dynamics of adults, which only move during the early part of the night in rainy periods. Populations can be very large (up to about 2,000/ha/month), but are highly concentrated in time and space, thus making manual collection feasible, backed up by light trapping.

RESUMEN

***Augosoma centaurus,* Fabricius (Coleoptera Scarabeidae), importante plaga del cocotero en el África. Descripción, biología, método de control.**

P. VENARD-COMBES, D. MARIAU, *Oléagineux,* 1983, **38,** N° 12, p. 651-657.

Descripciones morfológicas de todos los estados de desarrollo del insecto. Estudio pormenorizado del ciclo de desarrollo que se realiza a través de más de dos años. Datos sobre la importancia de los daños, los hábitos ambulatorios y la dinámica poblacional de los adultos que sólo se desplazan en las primeras horas de la noche durante el período lluvioso. Las poblaciones pueden ser muy importantes (hasta casi 2 000/ha/mes), pero se hallan muy concentradas en el espacio y en el tiempo, lo cual permite practicar una recogida manual de insectos junto con un sistema de trampas luminosas.

Augosoma centaurus Fabricius (Coleoptera Scarabeidae) a serious pest of coconut in Africa

Descriptions, biology, method of control

P. VENARD-COMBES (1) and D. MARIAU (2)

I. — INTRODUCTION

Augosoma centaurus is the largest known African *Dynastinae* [Janssens, 1933-35]. This insect has been the subject of many systematic studies, including those of Drury [1770] and Fabricius [1775]. A detailed morphological study of the adult has been made [Aouti and Johnson, 1967], as well as an anatomical description of its nervous system [Johnson and Aouti, 1966] ; however, data on the insect's biology are almost non-existant.

II. — DESCRIPTIONS OF THE INSECT

When it is laid, the egg is a bright yellow colour ; it is 3.4 mm long by 2.8 mm wide. During its development it increases in size and weight, and becomes lighter in colour.

The neonatal larva is a uniform yellowish colour, and already shows the cylindrical shape and strongly curved position characteristic of dynastid larvae. Throughout its development, the larva's body is covered in short, dark red bristles. At the beginning of its development, the body of the larva is yellowish white, becoming greyish later. The head is dark brown and very sclerosed, and is armed with two strong mandibles. On the sides of the first thoracic segment, a chitinized plate is observed. There are 8 pairs of stigmata on the thorax and the abdomen (Fig. 1).

All data regarding size and weight during the three larval stages are summarized in Table I. These values were obtained from about 10 individuals for larval stage 1, and from about 20 for the other two stages.

The pre-pupa is characterized by a withering of the end of the abdomen, forming flaccid longitudinal rolls, and a considerable shortening of the body, which now measures no more than 5.7 cm in length. The integument takes on a dirty greyish colour.

Just after pupal moulting, the pupa is a dark cream colour. It rapidly becomes brown, then reddish, and at the end of its development it is dark brick-red. The integument is matt and covered in hairs, giving it a velvety appearance, especially on the head and thorax (Fig. 2).

Just after imaginal moulting, the adult is yellowish. It then becomes rapidly darker to become brick-red 4-5 days later, then blackish-brown. The body is shiny, as if it were varnished. The length of the insect varies from 45-65 mm. The male has two large horns : one cephalic, curved, and pointing backwards, reaching a length of 3 cm with an internal protuberance towards its distal part, the other thoracic, pointing forwards, bifid at the apex, and with two lateral excrescences at the base (Fig. 3). The total length of an adult may reach 85 mm. In small individuals, these horns may be extremely small (4 mm for the cephalic horn) and single.

III. — STUDY OF THE DEVELOPMENT CYCLE

Breeding technique.

The adults are placed under shelter in breeding trays of galvanized metal sheeting, 95 cm long, 45 cm wide, and 25 cm deep. These trays are covered with a fitting lid made of 5 mm wire mesh. The interior of the trays is filled with earth and rotting vegetable matter collected from the larvae's natural environment. This substrate is constantly maintained at suitable humidity.

The adults are fed on ripe bananas, which are replenished every two days. Pieces of young oil palm stems are also placed inside the trays. These are torn up by the insects, and represent an additional food supply.

The contents of the tray are sorted carefully each day, and the eggs collected and placed in small boxes containing the same substrate. In this way, their individual development may be observed daily.

The larvae are raised in a large tray similar to the one described above. Regular checks are made so as not to miss the different larval moults.

Results.

The results obtained are summarized in Table II.

The preoviposition period is unknown, but it must last about a month. The total length of the cycle is more than 2 years ; it is therefore much longer than that of African species of *Oryctes* (*O. monoceros* and *boas*, 4.5-5 months) and longer even than that of the large South American species *Strategus aloeus* (11 months) [Hurpin and Mariau, 1966].

IV. — BEHAVIOURAL DATA

1. — Larval burrows.

These mainly consist of rotten raphia stems (*Raphia hookeri*). This marshy raphia-containing habitat is extremely common in the coastal areas of the Ivory Coast.

However, *Augosoma* larvae have also been observed in coconut stems covered with earth during windrowing in an old plantation, but never in uncovered oil palm or coconut stems. A few have also been discovered in clumps of humus-rich flowers close to a light source (cf. section 2a). Eggs are not laid in clusters like those of *O. monoceros*, or placed in a small chamber. In order to survive, the larvae need a constantly humid medium during a 2-year period, and this is provided by these raphia breeding sites.

2. — Adult behaviour.

a) Movements.

The adult moves only at night, and is strongly attracted by light, especially when it is ultra-violet-enriched. The results of trapping were obtained using a 250-W Osram mercury vapour lamp placed at a height of 2.5 m in an open space near an oil palm nursery. To facilitate collection of insects, a white plastic sheet is spread under the lamp. The trap operates from 19 h-23 h.

Table III gives some results of trapping.

It has been observed that the insects move mainly during the first hours of darkness (more than 80 p. 100 before 21 h). Comparable results were obtained with species of *Oryctes monoceros* and *boas* [Mariau, 1968]. After heavy rain early in the night, the insects continue coming out a little later. It was noted that 71 p. 100 of insects captured were females.

b) Damage : Size of populations.

Augosoma attack mainly coconuts. Damage may occur on coconuts of all ages, although the trees are naturally more vulnerable when young. Attacks have also been observed on oil palms in the nursery, but to our knowledge no important damage has been reported in oil palm plantations.

Like *Oryctes*, *Augosoma* penetrates the plant by supporting itself on the base of the leaves (Fig. 4). However, the attack may occur much lower down in the crown, and, when populations are large, *Augosoma* may attack the nuts or even the stem.

(1) Technician at the Agricultural Entomology Laboratory, ORSTOM Centre, Adiopodoumé (Ivory Coast).

(2) Director, Entomology Department, I.R.H.O., 07 B.P. 13, Abidjan 07 (Ivory Coast).

With a view to studying population dynamics of the insect, a young 80-ha plantation of Dwarf and West African Tall coconuts, aged 3-5 years, at Dabou (Ivory Coast), was observed for two consecutive years [I.R.H.O., 1981-82]. Insects were collected every week during the entire period. At times when populations were large, it was possible to collect them even more frequently.

The graph in Figure 5 shows the population curve in numbers of individuals per ha, month by month. For comparison, we have also included the size of *O. monoceros* populations. Monthly rainfall is also recorded.

It was observed that fluctuations in *Augosoma* populations are closely linked to rainfall. Adults emerge only during the two rainy seasons in May-June and in October-November. Populations of *O. monoceros,* on the contrary, vary little with rainfall, and adult *O. boas* emerge mainly during the dry season [Mariau, 1967].

Populations also vary greatly in space. In October 1981, an average of 94 *Augosoma*/ha was counted, but with very great variability from one plot to another, even when the plots were very close together. As shown in Table IV, a plot that is very severely infested at one period may not be infested at all at another. In this example, each plot has a surface area of about 6 ha.

It therefore appears that a spatial regrouping of the insects takes place.

Swarms may be extremely large ; in a young plantation of Dwarf × Tall hybrids at Nerc in the South-West Ivory Coast 138,000 adults were collected in one month over a surface area of 75 ha, making a total of 1,840/ha or 13 per coconut. It is obvious that, in the face of attacks of this size, damage can be considerable unless energetic measures are rapidly taken (cf. method of control). For example, on a 6-year-old plantation in Cameroon, 20 p. 100 of coconuts were found to have been killed, either directly by *Augosoma,* or indirectly by *Rhynchophorus,* which take advantage of wounds made by *Augosoma* to lay their eggs. It is known that the larvae of this insect develop in the living tissues of the plant.

In a 20,000-plant oil palm nursery at La Mé (Ivory Coast), 18,000 individuals were collected in two and a half months. On this occasion, the insects were enumerated by sex, and it was remarked that the sex ratio was the opposite of that observed when adults were captured by light trapping, i.e., 60-65 p. 100 males. Females appear more attracted by light than males.

V. — METHODS OF CONTROL

It is known to be possible to control *O. monoceros* preventively by destroying potential larval shelters, or by making them unsuitable for laying by covering them rapidly with a cover plant [Julia and Mariau, 1976]. In the majority of cases, this method cannot be considered for *Augosoma,* since raphia beds cannot be destroyed, and larvicide treatments cannot be performed in them.

Similarly, chemical control, perfected for *Oryctes* [Mariau, 1967b], cannot be used for *Augosoma* for the following reasons : the adult can attack the coconut at all levels, and since the insect only moves during the rains, the pesticide is rapidly leached out. Also, it is only effective for a few days, at doses four times higher than those normally recommended for *Oryctes.* However, two methods of control may be envisaged :

1. — Manual collection of adults.

The frequency of collection is obviously linked to the size of populations and the age of the coconuts : e.g., on young plants less than 4 years old a twice-weekly check will be necessary if more than 20 insects/ha/month are counted. If this figure reaches 60, daily checks are essential. This is generally possible, since, although attacks can be extremely violent, the surfaces affected are usually small, and swarms do not last long. One man can check about 15 ha per day. However, these collections do not stop attacks beginning. For preventive or curative control of *Rhynchophorus* at the beginning of its development, wounds must be sprayed liberally with a monocrotophos or dimethoate solution (60 g active ingredient/hl water).

2. — Light trapping.

It has been shown that a light trap with an ultra-violet enriched bulb (Osram 250-W mercury vapour bulb) enables a large number of individuals to be captured. During manual collection of 18,000 individuals in 2.5 months in the above-mentioned nursery, 2,763 adults were captured in only 4 nights of trapping, representing a large proportion of the total number of insects collected manually in young palms.

In another location, in 9 nights of trapping, 26-97 insects were captured per night. By counting the insects found the next morning on the coconuts around the trap, over a 50-ha surface area, the effectiveness of the trap was found to vary from 80-95 p. 100 [Julia, 1980]. In fact, captures can vary very greatly from night to night. In other circumstances, no insects at all were captured for two consecutive nights, whereas 1,200 individuals were taken on the 3rd night. It has been noticed that periods with a full moon and a clear sky are most unfavourable for trapping, as are periods of very heavy rains. However, a trap set up on a very dark night may enable large numbers of insects to be captured.

In open country, one trap may drain insects from about a 50-ha area. However, this area also depends on the distances of the larval refuges from the plantation : several peripheral sites, or only one.

The method of control consists of combining collection of adults from the crown and light trapping.

CONCLUSION

On account of the large swarms and the size of the insect, *Augosoma* can rapidly cause serious damage to coconuts. It has been noted that a plantation that has been very seriously attacked one year may escape damage or be only slightly attacked in subsequent years. The present state of our knowledge of the biology of this insect does not enable us to predict the seriousness of an attack. To do this, it would be necessary to collect regularly from larval sites, and perform studies on the insect's reproduction.

The pest's « weak spots » are, firstly, having closely concentrated swarms in both time and space, and, secondly, being attracted to light, especially when it is ultra-violet enriched. A trap of this kind only works under specific climatic conditions, but has the advantage of draining insects from large surface areas (about 50 ha). By paying attention to swarming times, it is possible to combine the two methods of control (light trapping and manual collection), thus ensuring satisfactory protection of the plantation. However, it is possible that, in certain places, where raphia beds are particularly abundant, *Augosoma* may be a limiting factor for coconut cultivation.