

Environnement et développement

RÔLE DES INSECTES DANS L'ALIMENTATION EN FORÊT TROPICALE

Julieta RAMOS-ELORDUY

Introduction

Les insectes jouent un rôle important dans les régimes alimentaires des peuples du monde entier, particulièrement dans les régions tropicales et subtropicales. Les insectes comestibles représentent en effet une source de nourriture acceptable, particulièrement intéressante pour les populations rurales vivant en autosubsistance, dans la mesure où ils peuvent être trouvés en abondance et sont faciles à récolter. Ces insectes sont riches à la fois en protéines et en lipides, ces derniers améliorant sensiblement la qualité du régime alimentaire (Ramos-Elorduy, 1982, 1984a). Ils apportent également des vitamines du groupe B qui font souvent défaut dans les régions tropicales (Ramos-Elorduy, Morales *et al.*, 1988, Ramos-Elorduy et Pino, 1990). La consommation des insectes représente une valeur tout aussi importante du point de vue culturel que nutritionnel, car elle joue un rôle dans les croyances religieuses et mystiques (Sahagun, 1980), dans la médecine traditionnelle (Ramos-Elorduy et Pino, 1988 ; Ramos-Elorduy, 1991), et dans certains rituels (Posey, 1980, 1985). Les insectes sont d'ailleurs utilisés comme modèles des comportements humains, par exemple chez les Tzetzales et les Tzotziles, à Chiapas au Mexique (Hunn, 1982). Enfin, dans l'ancien Mexique, les insectes étaient aussi utilisés comme offrandes dans les festivités religieuses (Ramos-Elorduy et Pino, 1989b).

Le choix de ces insectes et la façon de les préparer et de les consommer, varient selon les préférences et les habitudes alimentaires de chaque société, ainsi qu'en fonction de la disponibilité des ressources dans leur écosystème. La plupart des populations forestières tropicales perçoivent les nombreuses espèces d'insectes en tant que ressources naturelles renouvelables ; elles en ont une connaissance suffisante pour savoir quand et où les récolter et comment les exploiter sans les détruire.



Figure 21.1 ,
Chenilles séchées et
fumées, commercialisées
sur un marché local de
République Centrafricaine
(Ngotto, Décembre 1994).
Photo C.M. Hladik.

La récolte des insectes comestibles constitue une activité économique et quelques espèces sont commercialisées (figure 21.1). Il existe une grande diversité de méthodes de récolte, de préparation et de stockage permettant une utilisation prolongée de la denrée sur des périodes de l'année où les ressources sont rares (Ramos-Elorduy, 1987).

Les résultats présentés dans ce chapitre concernent principalement le Mexique et l'Amérique centrale avec des comparaisons pour les autres continents.

Diversité des insectes comestibles

Les insectes constituent au moins les 4/5 des espèces du règne animal et ont colonisé tous les milieux – à l'exception des océans – (Borror *et al.*, 1976). Leur très large distribution résulte de plusieurs facteurs dont leur nombre extraordinairement élevé d'espèces, leur adaptabilité, leur aptitude à voler et donc à envahir de larges espaces, leur capacité de produire des races résistantes à divers produits chimiques et enfin leur taux de reproduction élevé.

Une revue de la bibliographie, nous a permis de recenser à cette date, 1383 espèces d'insectes comestibles dans le monde. Quelques espèces sont cosmopolites, mais la grande majorité est très localisée et spécifique de zones particulières. Par continent, elles se répartissent ainsi : 38 % en Afrique, 37 % en Amérique, 17 % en Asie, 6 % en Australie et 2 % en Europe. Notons que 63,6 % de ces espèces sont tropicales.

Les insectes les plus consommés dans le monde se répartissent dans 9 ordres incluant 11 genres aquatiques. Ils peuvent être consommés à différents stades de développement, sous forme d'œufs, de larves, de nymphes, de pupes et d'adultes. Si certaines espèces sont consommées à tous les stades, d'autres le sont seulement à certains ; mais 80 % d'entre elles sont consommées à l'état immature (Ramos-Elorduy, 1984a, 1984b).

Une grande diversité d'insectes est consommée de par le monde (Bergier, 1941 ; Bodenheimer, 1951 ; Ramos-Elorduy, 1982 ; Ramos-Elorduy et Conconi, 1994), incluant des chenilles de papillons diurnes et nocturnes, des larves et des adultes de coléoptères, des abeilles (espèces avec ou sans aiguillon), des guêpes, des bourdons, des fourmis, des cigales, des punaises, des criquets et des sauterelles (Tettigonidae et Acrididae), des Membracidae et même les poux que l'on trouve dans la chevelure des autres. En provenance du milieu aquatique, sont également consommables des libellules, plusieurs espèces de mouches et de coléoptères, des punaises et des mécoptères.

Les insectes les plus gros sont les plus appréciés notamment les chenilles de papillons nocturnes comme ceux de la famille des Noctuidae, Saturniidae et Sphingidae, les larves des scarabées de la famille des Cerambycidae (dans les genres *Batocera*, *Cerambyx*, *Callipogon*, et *Petrognatha*) et des Scarabaeidae (genres *Goliathus*, *Megasoma* et *Oryctes*) et dans la famille des Curculionidae, le genre *Rhyncophorus*. Parmi les Orthoptères, les genres les plus importants sont : *Locusta*, *Schistocera*, et *Nomadactris* (famille des Acrididae), *Ruspolia* et *Homocoryphus* (famille des Tettigonidae), ainsi que, chez les Gryllidae, le grillon, *Brachytrupes portentosus* (DeFoliart, 1989).

D'autres espèces, plus petites, peuvent être trouvées en très grande quantité ; elles sont faciles à récolter et sont très recherchées, comme par exemple les sauterelle du genre *Sphenarium* (Serrano et Ramos-Elorduy, 1989), les pu-

naises « *jumiles* » du genre *Euschistus* (Pentatomidae) et les punaises aquatiques des familles Notonectidae et Corixidae, ou bien encore les mouches de maï (les éphémères). En ce qui concerne les guêpes, les abeilles et les bourdons, on récolte le miel, le pollen et le couvain. Dans le cas des guêpes ne produisant pas de miel, le nid entier est pris avec larves et adultes à l'intérieur.

Il arrive que les populations nomades se déplacent en fonction de la présence et de l'abondance des espèces d'insectes comestibles. On peut citer, par exemple, le cas des déplacements des populations Guayaqui, qui suivent les abeilles et les guêpes vers les forêts du haut Parana, au Paraguay, (Velard, 1954). Dans le cas des termites et des fourmis, les individus reproducteurs sont capturés lors de leur vol nuptial, ou directement, après ouverture du nid ; dans ce cas le couvain et les ouvrières sont également récoltés. La reine des termites est également très appréciée.

Élevage et commercialisation

De nombreuses espèces d'insectes comestibles sont mises en élevage à petite échelle, certaines étant même destinées à être commercialisées. *Apis mellifera* et beaucoup d'espèces de la tribu des Meliponini (genres *Trigona* et *Melipona* comme *Melipona beechei*) sont élevées pour leur miel et leur cire qui sont vendus sur les marchés, tandis que le couvain est consommé localement. Selon les pays et les groupes ethniques, les insectes sont généralement vendus selon leurs différentes tailles. Actuellement, plusieurs espèces sont même exportées vers les grandes capitales du monde où elles sont servies comme plats de gourmets (Taylor, 1979).

Les abeilles sont généralement élevées dans les troncs creux de certains arbres. Les ouvertures distales sont obturées avec de la boue ou des excréments de vaches – ou encore avec des cuticules de feuilles d'Agavaceae qui permettent à l'air de circuler. Une grosse pierre – ou bien une feuille d'aluminium – est déposée sur les troncs pour éviter l'excès d'humidité et accroître la température. Certains élevages se pratiquent également dans de grandes corbeilles cylindriques faites de tiges de plantes variées, dont les ouvertures sont couvertes comme dans le cas précédent (Darchen, 1974 ; Weaver et Weaver, 1981). Les abeilles du genre *Trigona*, dépourvues d'aiguillon, sont élevées dans des pots de terre cuite, installés sur des étagères de bois contre le mur de la maison, ou juste à côté (figure 21.2). Les guêpes peuvent être aussi « mises en culture » de façon rudimentaire. Lors de la fondation d'une nouvelle colonie de guêpes, avec une ou plusieurs reines, on transporte chez soi le nouveau nid et on le laisse se développer jusqu'à ce qu'il ait atteint une taille exploitable (figure 21.3) pour le consommer ou le vendre (Ramos-Elorduy, 1982). À Ocotlán, dans l'État d'Oaxaca (Mexique), nous avons rencontré un paysan qui avait ainsi suspendu 80 nids de guêpes au plafond de sa maison.



Figure 21.2 ,
Élevage rustique des abeilles sans aiguillon
Scaptotrigona mexicana (photo Ramos-Elorduy).



Figure 21.3 ,
Vente des gros nids de guêpe *Brachygastra*
mellifica sur le marché de Xalpa, au
Mexique (photo Ramos-Elorduy).



Figure 21.4 ,
Vente du ver rouge de l'agave, *Cossus*
redtembacheri, à Pachuca, Mexique
(photo Ramos-Elorduy).



Figure 21.5 ,
Vente des punaises « jumiles » (*Euschistus* spp.)
à Otumba, Mexique (photo Ramos-Elorduy).

Les punaises aquatiques (Corixidae et Notonectidae) qui se développent dans des lacs alcalins comme celui du Tchad, en Afrique, ou celui de Texcoco, au Mexique, sont également mises en élevage, et, dans ce dernier cas, depuis l'époque préhispanique. Des brassées de graminées sèches sont ramassées et attachées avec un fil de fer, puis trempées dans l'eau ; une extrémité du fil de fer est reliée à une pierre envoyée au fond du lac pour éviter le déplacement de l'amas d'herbes. Les punaises déposent leurs oeufs sur les tiges. Au bout d'un certain temps, on sort le tout de l'eau ; les tiges sont secouées et les oeufs sont recueillis sur un tissu, tandis que les adultes sont capturés au filet (Fernandez, 1987).

Les chenilles comestibles du papillon *Eucheira socialis* sont grégaires et font l'objet de soins particuliers. Dans chaque cocon de soie, il y a de 300 à 600 individus, d'un seul sexe, et les ramasseurs font attention de pas utiliser tous les cocons : ils en suspendent deux ou trois dans des arbres à côté de leur maison dans le but de s'assurer une part de nourriture pour des périodes de disette mais également pour assurer la reproduction de l'espèce et pouvoir ainsi continuer d'exploiter cette ressource (Ramos-Elorduy, 1982).

Tableau 21.1 Composition biochimique des insectes du Mexique (pourcentage du poids sec)

Ordres et espèces	Protéines	Lipides	Minéraux	Glucides	
				structuraux	autres
ODONATES					
<i>Anax</i> sp.	56,2	22,2	4,2	6,5	10,8
ORTHOPTÈRES					
<i>Melanoplus mexicanus</i>	71,4	6,5	2,4	11,6	8,1
<i>Arphia falax</i>	75,3	5,8	2,3	11,4	5,2
<i>Sphenarium histrio</i>	77,1	4,2	2,4	12,2	4,0
<i>Sphenarium purpurascens</i>	66,2	10,8	3,0	9,4	10,7
<i>Sphenarium magnum</i>	62,1	10,8	1,3	4,1	21,6
HÉMIPTÈRES					
<i>Euschistus strennus</i>	37,0	44,7	4,0	14,0	0,3
<i>Pachilis gigas</i> (larves)	63,0	26,3	3,8	4,6	2,3
<i>Pachilis gigas</i> (adultes)	65,4	19,4	3,3	9,6	2,3
<i>Abedus ovatus</i>	67,7	6,2	3,1	16,4	6,6
HOMOPTÈRES					
<i>Hoplophorion monogramma</i>	55,2	17,1	2,9	19,9	4,8
<i>Umbonia reclinata</i>	29,0	33,4	11,0	13,3	13,3
<i>Tibicen pruinosus</i>	73,5	14,6	3,2	8,9	0,4
<i>Proarna</i> sp.	72,0	4,4	2,9	2,3	18,3
COLEOPTÈRES					
<i>Arthropalus rusticus</i>	20,1	56,1	1,7	5,1	17,0
<i>Aplagiognathus spinosus</i>	25,8	36,4	3,3	15,1	19,5
<i>Aplagiognathus</i> sp.	28,5	41,2	2,7	22,0	5,7
<i>Passalus</i> af. <i>punctiger</i>	26,4	44,3	2,5	14,9	11,9
<i>Callipogon barbatum</i>	40,6	34,3	1,7	22,7	0,7
<i>Phyllophaga</i> sp.	42,6	5,6	24,0	12,4	15,4
LEPIDOPTÈRES					
<i>Danaus plexippus</i>	53,4	34,6	3,5	7,6	1,0
<i>Laniifera cyclades</i>	45,8	30,3	4,6	5,0	14,2
<i>Phasus triangularis</i>	15,2	77,2	2,4	3,6	1,7
<i>Phasus trajesa</i>	35,7	51,6	1,8	4,1	6,8
<i>Ascalapha odorata</i>	50,4	21,6	3,3	19,0	5,8
<i>Eucheira socialis</i>	47,2	18,3	5,4	7,7	21,4
<i>Catacticta teutila</i>	59,8	19,1	7,1	7,3	6,7
<i>Arsenura armida</i>	51,8	7,6	8,2	12,3	20,1
<i>Hylesia frigida</i>	41,9	9,1	7,0	12,4	29,6
<i>Latebraria amphipyrioides</i>	57,2	6,8	6,1	29,1	0,8
HYMENOPTÈRES					
<i>Atta mexicana</i>	45,7	30,3	2,6	9,0	12,5
<i>Atta cephalotes</i>	60,6	10,6	5,4	10,2	13,3
<i>Atta</i> sp.	42,6	31,1	2,4	9,9	14,0
<i>Apis mellifera</i>	49,3	20,2	3,6	2,7	24,3
<i>Melipona beeckei</i>	29,0	41,3	3,1	6,2	20,5
<i>Brachygastra mellifica</i>	52,8	29,7	3,4	3,0	11,0
<i>Polybia parvulina</i>	59,9	18,9	3,6	4,4	13,1
<i>Polybia occidentalis bohemani</i>	61,6	18,7	3,5	3,5	12,7
<i>Polybia occidentalis nigratella</i>	59,6	18,2	4,2	7,3	10,8
<i>Polybia scrobalis</i>	62,9	12,5	6,1	14,5	4,1
<i>Polybia scutellaris</i>	51,5	19,9	2,9	1,2	24,5
<i>Polybia</i> sp.	63,0	18,6	2,6	2,3	13,6
<i>Polistes instabilis</i>	31,1	61,5	1,9	3,7	1,8
<i>Vespula squamosa</i>	48,6	26,7	2,8	3,9	18,0
<i>Mischocyttarus basimacula</i>	57,3	24,3	4,2	7,8	6,4
<i>Neodiprion guilletei</i>	55,3	35,6	2,9	2,2	4,1
<i>Zadiprion vallicale</i>	56,0	15,1	5,5	6,1	17,4

Tableau 21.2, Digestibilité *in vitro* des insectes comestibles des forêts tropicales du Mexique. Les œufs (Ahuahutle) et les larves et adultes (Axayacatl) sont des mélanges d'insectes aquatiques (*Krizousacorixa azteca*, *K. mexicana*, *Corisella mercenaria*, *C. edulis*, *Notonecta unifasciata*) appartenant aux familles Corixidae and Notonectidae.

	Pourcentage de protéines	Digestibilité des protéines	Digestibilité totale
Ahuahutle (œufs)	71,5	63,9	89,3
<i>Euschistus taxcoensis</i>	70,3	54,7	77,9
<i>Comadia redtembacheri</i>	67,3	62,2	92,4
Axayacatl (larves et adultes)	63,2	62,0	98,0
<i>Sphenarium histrio</i>	62,9	53,9	85,6
<i>Polybia parvulina</i>	61,4	53,1	86,4
<i>Atta mexicana</i>	58,3	51,1	87,6
<i>Brachygastera mellifica</i>	52,8	45,0	85,2
<i>Eucheira socialis</i>	50,9	47,6	93,5
<i>Laniifera cyclades</i>	45,8	45,3	98,9

Consommation et valeur nutritive

Au Mexique, la consommation des insectes varie considérablement dans les différentes zones géographiques, selon les villages, les saisons et les fluctuations des populations des diverses espèces (figures 21.4 et 21.5) et bien évidemment aussi en fonction du nombre de personnes qui en effectuent le ramassage.

En Afrique, il existe peu d'études quantitatives publiées sur les consommations d'insectes; cependant, des travaux réalisés au Zaïre montraient que, selon les villages, 54 à 81 % des protéines animales provenaient des insectes (Gomez, 1973). Certaines espèces d'insectes, comme les chenilles, sont disponibles de manière saisonnière, avec des périodes de fortes disponibilités au cours des saisons des pluies (Bahuchet, 1988; Pagezy, 1989).

En effet, beaucoup des espèces comestibles sont riches en protéines (tableau 21.1), certaines étant même plus riches que des viandes (Ramos-Elorduy et Bourges, 1977; Ramos-Elorduy et Pino, 1981, 1989a; Ramos-Elorduy *et al.*, 1982a; Ramos-Elorduy *et al.*, 1987).

Si l'on compare la composition des insectes comestibles utilisés dans le Monde, on constate que la teneur en protéines – toujours très élevée – peut être très variable. Les « vers du bois », par exemple, contiennent environ 30 % de protéines tandis que la plus forte teneur se rencontre chez une guêpe du genre *Polybia* d'Uruguay. Le taux de protéines des sauterelles varie de 51,5 % à 77,1 %, celui des punaises de 36,8 à 71,5 %, celui des scarabées de 21,3 à 66,9 %, celui des abeilles de 29,9 à 43,7 %, celui des guêpes de 51,5 à 81,7 %, celui des mouches et des moustiques de 35,9 à 61,5 %, celui des Homoptères de 32,7 à 72,0 % (Ramos-Elorduy, 1984a).

La qualité de ces protéines est généralement bonne (Landry *et al.*, 1979; Ramos-Elorduy *et al.*, 1982b; Conconi, 1993; Ladron *et al.*, 1995). Les protéines de la plupart des insectes comestibles analysés ont des proportions d'acides aminés essentiels bien équilibrées, si l'on se réfère aux standards des

Tableau 21.3 , Digestibilité *in vivo* des insectes comestibles des forêts tropicales du Mexique.

	Nombre de tests	PER $\pm \sigma$	% PER/C	NPU $\pm \sigma$	% NPU/C	D $\pm \sigma$	% D/C
<i>Apis mellifera</i>	10	2,13 \pm 0,24	64,0	40,8 \pm 6,2	71,7	85,5 \pm 3,4	90,0
Caséine	6	3,33 \pm 0,14	–	56,9 \pm 2,5	–	95,1 \pm 0,9	–
<i>Sphenarium purpurascens</i>	9	1,11 \pm 0,31	43,0	30,1 \pm 4,4	57,4	77,7 \pm 2,7	83,7
Caséine	8	2,58 \pm 0,25	–	52,5 \pm 6,2	–	92,9 \pm 0,9	–

PER (protein efficiency ratio) = coefficient d'efficacité des protéines ;

% PER/C = pourcentage d'efficacité rapporté à celui de la caséine ;

NPU (net protein utilization) = coefficient net d'utilisation des protéines ;

D = digestibilité.

% D/C = Pourcentage de digestibilité des protéines des insectes par rapport à celui de la caséine.

tables de la FAO/WHO (1973) qui définissent les qualités des protéines, notamment en lysine, valine, leucine, thréonine, isoleucine, phénylalanine, tyrosine, méthionine et cystéine. En ce qui concerne le tryptophane, les taux sont légèrement plus bas.

Les insectes les plus riches en graisses sont les larves des coléoptères et certaines chenilles, avec un taux avoisinant les 30 %, ainsi que certaines punaises (Pentatomidae) avec 36 %. Ces teneurs élevées en lipides peuvent jouer un rôle important dans la nutrition, particulièrement en milieu rural dans

Tableau 21.4 , Teneurs en vitamines du groupe B chez des insectes des forêts tropicales du Mexique (mg/1000 kcal)

Espèces	Thiamine	Riboflavine	Niacine
<i>Sphenarium purpurascens</i>	6,110	1,320	3,512
<i>Sphenarium histrio</i>	1,345	1,775	13,561
<i>Sphenarium magnum</i>	1,430	2,250	7,050
<i>Pachilis gigas</i>	0,643	0,990	4,475
<i>Phasus triangularis</i>	1,650	3,230	20,101
<i>Aplagiognathus spinosus</i>	0,157	0,355	0,820
<i>Atta mexicana</i>	0,370	0,050	6,150
<i>Atta cephalotes</i>	1,050	1,700	2,230
<i>Brachygastra mellifica</i>	0,210	0,350	0,470
<i>Vespula squamosa</i>	0,350	0,670	12,400
<i>Polybia occidentalis bohemani</i>	0,500	0,810	2,300
<i>Polybia parvulina</i>	0,940	0,830	5,310

les pays en voie de développement où les produits alimentaires riches en graisses font défaut. Les graisses des insectes sont formées généralement de lipides insaturés, comparables à ceux de l'huile de tournesol, l'huile d'olive, l'huile de « cartalo » et l'huile de foie de morue (Dufour 1981).

Les teneurs en glucides des insectes comestibles sont généralement faibles, autour de 3 % à 4 %, parce que la plupart sont consommés aux stades immatures, alors que, chez les adultes, la teneur des glucides structuraux atteint approximativement 15 %.

La digestibilité des insectes comestibles est très élevée (tableaux 21.2 et 21.3), en raison de la faible teneur en glucides de constitution ainsi que de l'équilibre entre les taux d'acides aminés essentiels et ceux des lipides. Pour les espèces étudiées, la digestibilité *in vitro* varie de 33 % à 96 % (Ramos-Elorduy *et al.*, 1981) et le pourcentage de digestibilité oscille de 85,2 % à 98,9 % (Ramos-Elorduy et Pino, 1985).

La digestibilité *in vivo* des sauterelles, *Sphenarium purpurascens* et des larves d'abeilles *Apis mellifera*, étudiée sur des rats de laboratoire (de race Wistar) a été comparée à celle de la caséine, qui est la protéine la plus digeste. Les valeurs de digestibilité apparente étaient respectivement de 90,0 % et 83,7 %, et les taux d'efficacité protéique (PER = *protein efficiency ratio*) de 64,0 % et 43,0 %. En ce qui concerne l'utilisation nette de protéines (NPU = *net protein utilization*), les valeurs respectives sont de 71,7 % et de 57,4 % (Martinez *et al.*, 1985).

Les insectes comestibles sont particulièrement riches en vitamines du groupe B (tableau 21.4), alors que ces vitamines font souvent défaut sous les Tropiques (Ramos-Elorduy *et al.*, 1988).

Conclusion

Les insectes comestibles sont une excellente source de protéines, de vitamines et d'énergie. Ils conjuguent à la fois une forte teneur en protéines et une digestibilité très élevée, avec une bonne efficacité de conversion en nutriments. Ils présentent aussi l'avantage de s'alimenter généralement sur des plantes qui ne sont pas utilisées par les populations locales.

Les insectes occupent effectivement une place importante dans les régimes alimentaires des peuples forestiers, tout particulièrement pour ceux vivant dans les régions les plus déshéritées. Les insectes sont récoltés et consommés sans autre dépense que l'effort nécessité par leur recherche. Leur vente donne aux paysans l'opportunité d'avoir une source de revenus pour acheter d'autres produits, notamment les objets manufacturés (casseroles, vêtements, chaussures, etc). Cette catégorie de ressources alimentaires a une valeur économique dans des pays en voie de développement, alors que les pays occidentaux ne les prennent pratiquement pas en compte.

Il serait encore nécessaire de mener des études biologiques en relation avec la disponibilité saisonnière et la production de ces espèces comestibles et sur leur coût réel de production dans les zones où les populations en ont particulièrement besoin, afin d'obtenir des données fondamentales nécessaires au développement de certains programmes d'amélioration de la nutrition.

Références

- Bahuchet, S. (1988). Food supply uncertainty among the Aka pygmies (Lobaye, Central African Republic). In Garine, I. de et Harrison, G.A. (eds) *Coping with Uncertainty in Food Supply*, pp. 118–149 (Oxford: Clarendon Press)
- Bergier, E. (1941). *Insectes Comestibles. Peuples Entomophages* (Avignon: Rullière Frères)
- Bodenheimer, F.S. (1951). *Insects as Human Food* (The Hague: W. Junk)
- Borror, D.J., Delong, D.D. et Triplehorn, C. A. (1976). *An Introduction to the Study of Insects*. Fourth Edition (New York: Holt Rinehart Winston).
- Conconi, R.E.M. (1993). *Estudio comparativo de 42 especies de insectos comestiblevencionales en sus valores nutritivo, calórico, proteínico y de aminoácidos, haciendo énfasis en la aportación de los aminoácidos esenciales y su papel en el metabolismo humano*. Tesis Profesional (Biología) Universidad Nacional Autónoma de México, 71 p.
- Darchen, R. (1974). A Mucen Cab (La divine abeille rouge). *Revue Française d'Apiculture*, 231, 262–264
- Defoliart, R.G. (1989). The human use of insects as food and as animal feed. *Bulletin of the ESA*, 22–35
- Dufour, P. (1981). *Insects: A Nutritional Alternative* (Washington, D.C.: G. Washington Univ. Medical Center Ed. Department of Medical and Public Affairs, NASA Life Sciences Division)
- FAO (1973). *Los Bosques Tropicales del Mundo* (Rome: Food and Agriculture Organization)
- Fernández, V.G. (1987). *Evaluación de un recurso comestible autóctono propio de lagos alcalinos (Insecta-Hemiptera-Corixidae y Notonectidae)*. Tesis Profesional (Biología), Universidad Nacional Autónoma de México
- Gómez, E. (1973). Production des protéines animales au Congo Belge. *Ann. Soc. Agric. Tropical* 8, 69–93
- Hunn, E. (1982). *Tzeltal Folk Zoology: The Classification of Discontinuities in Nature* (New York: Academic Press)
- Ladron, de G.O., Padilla, P., García, L. Pino, M.J. et Ramos-Elorduy, J. (1995). Amino acid determination in some edible Mexican insects. *Amino acids* 9, 161–173
- Landry, S., Defoliart, G. et Finke, M. (1979). Larval protein quality of six species of Lepidoptera (Saturniidae, Sphingidae, Noctuidae). *J. Econ. Ent.* 79, 600–604

- Martínez, S.N., Ramos-Elorduy, et J., Pino M., J.M. (1985). Bioensayos REP y UNP en rata raza Wistar para estimar la calidad proteínica de tres insectos comestibles de México. *Res. XVI Cong. Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 20, 23–24
- Pagezy, H. (1989). Alimentation et saisonnalité dans la région du lac Tumba. In Hladik, C.M., Bahuchet, S. et Garine, I. de (eds) *Se nourrir en forêt équatoriale. Anthropologie alimentaire des populations de régions forestières humides d'Afrique*, pp. 36–42 (Paris: UNESCO/CNRS)
- Posey, D. (1980). Sobre los grupos amerindios *América Indígena*, 40, (1) 105–120
- Posey, D. (1985). Indigenous management of tropical forest ecosystems: The case of the Kayapó Indians of the Brazilian Amazon. *Agroforestry Systems*, 3, 139–158
- Ramos-Elorduy J. (1982). *Los insectos como una fuente de proteínas en el futuro*. 2nd edition (Mexico: Editorial Limusa)
- Ramos-Elorduy J. (1984a). Edible insects in Mexico and their protein content. *Journal of Ethnobiology*, 4, 61–72
- Ramos-Elorduy J. (1984b). Los insectos como un recurso actual y potencial. In: *Seminario sobre La Alimentación en México*, pp. 120–139 (Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México)
- Ramos-Elorduy J. (1987). Are insects edible?: Man's attitudes towards the eating of insects. *Food Deficiency Studies and Perspectives*, 20, 78–83 (UNESCO Principal Regional Office for Asia and the Pacific)
- Ramos-Elorduy, J. (1991). *Utilización de los insectos en la medicina pragmática en los antiguos mexicanos* (Mexico: A.G.T. Editorial).
- Ramos-Elorduy, J. et Bourges R., H. (1977). Valor nutritivo de algunos insectos comestibles de México y lista de algunos insectos comestibles del mundo. *An. Inst. de Biol. Univ. Nac. Autón. Mex. Ser. Zool.* 48, 167–186
- Ramos-Elorduy J., Bourges R., H. et Pino, J.M. (1982a). Cambios del valor nutritivo de *Liometopum apiculatum* y *Liometopum occidentale* var. *luctuosum* W. En los estados inmaduros de la casta obrera y de la reproductora. *Fol. Ent. Mex.*, 54, 118–120
- Ramos-Elorduy J., Bourges R., H. et Pino M., J.M. (1982b). Valor nutritivo y calidad de la proteína de algunos insectos comestibles en México. *Fol. Ent. Mex.*, 53, 111–118
- Ramos-Elorduy, J. et Conconi M. (1994). Edible insects of the world. *Res. Int. Ethnobiol.* Lucknow, India p. 311
- Ramos-Elorduy, J., Morales de L., J. Pino M., J.M. et Nieto, Z. (1988). Contenido de Tiamina, Riboflavina y Niacina en algunos insectos comestibles de México. *Res. XIX Cong. Nac. de Ciencia y Tecnología* 23
- Ramos-Elorduy J. et Pino, J.M. (1981). Valor nutritivo de algunos insectos comestibles en Oaxaca. *Fol. Ent. Mex.*, 54, 115–117
- Ramos-Elorduy J. et Pino M., J.M. (1985). Digestibilidad proteínica in vitro de tres especies de avispas comestibles de México. *Rev. Tec. Alim.*, 20, (4), 24
- Ramos-Elorduy, J. et Pino M., J.M. (1988). The utilization of insects in the empirical medicine of ancient mexicans. *Journal of Ethnobiology*, 8, 195–292

- Ramos-Elorduy, J. et Pino M., J.M. (1989a). Estudio de los insectos comestibles de Chiapas. *Res. XXIV Cong. Nac. de Ent.* pp. 313
- Ramos-Elorduy, J. et Pino M., J.M. (1989b). *Los Insectos Comestibles en el México Antiguo (Estudio Etnoentomológico)* (México: A.G.T. Editorial)
- Ramos-Elorduy, J. et Pino M., J.M. (1990). Contenido calórico de insectos comestibles de México (Caloric content of some edible insects in Mexico). *Rev. Soc. Quim. de Mex.*, 34, 56-68
- Ramos-Elorduy J., Pino, J.M. et González M., O. (1981). Digestibilidad in vitro de algunos insectos comestibles de México II. *Fol. Ent. Mex.*, 49, 141-154
- Ramos-Elorduy J., Villegas, J., Pino M., J.M. et Valdéz, S. (1987). Efficiency of insects (*Musca domestica*) for recycling organic wastes and their use in animal nutrition. *Biodeterioration*, 7, 805-810
- Sahagún, F.B. de (1980) *Codice Florentino* Facsimil III (Editorial Archivo General de la Nación)
- Serrano, L. G. et Ramos-Elorduy, J. (1989). Biología de *Sphenarium purpurascens* Ch. y algunos aspectos de su comportamiento. *An. Inst. de Biol. Univ. Nal. Autón. México Ser. Zool.*, 59, 139-152
- Taylor, R. (1979). *Butterflies in My Stomach or Insects in Human Nutrition* (Woodbridge Press)
- Velard, J. (1954). *Une Civilisation du Miel. Les indiens Guayakis du Paraguay* (Paris: Gallimard)
- Weaver, N. et Weaver, E.C. (1981). Beekeeping with the stingless bee *Melipona beecheii* by the Yucatan Maya. *Bee World*, 62, 7-19