

„Untersuchung zum Einsatz natürlicher und synthetischer Insektizide und zur Parasitierung von *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) im Tomatenanbau in Panama“

Juan A. BERNAL Vega

**Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Versuchsstation, Alter Steinbacher Weg 44
D-35394 Gießen**

**Untersuchung zum Einsatz natürlicher und synthetischer Insektizide
und zur Parasitierung von *Bemisia tabaci* (Gennadius)
(Homoptera: Aleyrodidae) im Tomatenanbau in Panama**

Inaugural - Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades
Beim Fachbereich 08 (Biologie, Chemie und Geowissenschaften)
- Biologie -
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Vorgelegt von
Juan A. Bernal Vega, M.Sc.
Aus Los Santos, Panama

Gießen, März 2001

Dekan:	Prof. Dr. R. Renkawitz
1. Gutachter:	Prof. Dr. C. Kunze
2. Gutachter:	Prof. Dr. T. Basedow
Prüfer	Prof. Dr. M. Trenczek

Tag der mündlichen Prüfung 14.03.2001

„Gedruckt mit Unterstützung des Deutschen Akademischen Austauschdienstes“

meinen Eltern

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Statistische Auswertung	4
3. Die Wirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf <i>Trialeurodes vaporariorum</i> an verschiedenen Wirtspflanzen unter Laborbedingungen	5
3.1. Biologie von <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood.....	5
3.2. Material und Methoden.....	6
3.2.1. Insektenmaterial und Laborbedingungen.....	6
3.2.2. Verwendete Produkte	6
3.2.3. Wirkungsgrad gegen Adulte von <i>T. vaporariorum</i>	7
3.2.4. Wirkungsgrad gegen die Larven (L2-L3) von <i>T. vaporariorum</i>	7
3.2.5. Wirkung von Niemprodukten und Confidor 70® WG auf den Eierschlupf von <i>T. vaporariorum</i>	8
3.2.6. Wirkung von <i>Encarsia formosa</i> Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) bei gleichzeitiger Einwirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf die Larven von <i>T. vaporariorum</i>	8
3.2.7. Versuchspflanzen.....	9
3.3. Ergebnisse	10
3.3.1. Wirkungsgrad gegen Adulte von <i>T. vaporariorum</i>	10
3.3.2. Wirkungsgrad gegen die Larven (L2-L3) von <i>T. vaporariorum</i>	10
3.3.3. Wirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf den Eierschlupf von <i>T. vaporariorum</i>	12
3.3.4. Wirkung von <i>Encarsia formosa</i> Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) bei gleichzeitiger Einwirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf die Larven von <i>T. vaporariorum</i>	12
3.4. Diskussion.....	14
3.4.1. Wirkungsgrad gegen Larvenstadien und Adulte von <i>T. vaporariorum</i> an zwei Wirtspflanzen	14
3.4.2. Wirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf den Eierschlupf von <i>T. vaporariorum</i>	14
3.4.3. Wirkung von <i>Encarsia formosa</i> Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) bei gleichzeitiger Einwirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf die Larven von <i>T. vaporariorum</i>	15
4. Untersuchung in Panama	17
4.1. Standortbeschreibung.....	17
4.2. Tomatenproduktion in Mittelamerika und Panama	19
4.2.1. Wirtschaftliche Bedeutung	19
4.2.2. Tomatenkulturen in Panama.....	20
4.3. Kürbis in Panama.....	23
4.4. Die Hauptschädlinge	24
4.4.1. <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius).....	24
4.4.1.1. Biologie	24
4.4.1.2. Reproduktion.....	25
4.4.1.3. Wirtspflanzen	27

4.4.1.4. <i>B. tabaci</i> als Virusvektor im Tomatenanbau in Panama	28
4.4.1.5. Wirtschaftliche Bedeutung	28
4.4.1.6. Natürliche Feinde	29
4.4.2. <i>Diaphania hyalinata</i> L.....	29
4.4.2.1. Biologie	29
4.4.2.2. Reproduktion	29
4.4.2.3. Wirtspflanzen	30
4.4.2.4. Wirtschaftliche Bedeutung	30
4.4.2.5. Natürliche Feinde	30
4.4.3. <i>Aphis gossypii</i> Glover.....	31
4.4.3.1. Biologie	31
4.4.3.2. Reproduktion	31
4.4.3.3. Wirtspflanzen	31
4.4.3.4. Wirtschaftliche Bedeutung	32
4.4.3.5. Natürliche Feinde	32
4.5. Die Unkrautflora auf Tomatenfeldern in Panama	32
5. Wirkung von natürlichen und synthetischen Insektiziden auf <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) und andere Schädlinge sowie Viruskrankheiten an Tomaten- und Kürbispflanzen in Panama.....	33
5.1. Material und Methoden.....	33
5.1.1. Verwendete Produkte und andere Auskünfte über die Feldversuche	33
5.1.2. Wirkung von Insektiziden auf <i>B. tabaci</i> an Tomatenpflanzen	35
5.1.3. Sortenversuche.....	36
5.1.4. Wirkung von vier Insektiziden auf <i>B. tabaci</i> und andere Schädlinge an Kürbispflanzen	36
5.2. Ergebnisse	38
5.2.1. Wirkung von Insektiziden auf <i>B. tabaci</i> an Tomatenpflanzen	38
5.2.1.1. Versuch Tom-1	38
5.2.1.2. Versuch Tom-2.....	39
5.2.1.3. Versuch Tom-3.....	41
5.2.1.4. Sortenversuche	43
5.2.2. Wirkung von vier Insektiziden auf <i>B. tabaci</i> und andere Schädlinge an Kürbispflanzen	45
5.2.2.1. <i>B. tabaci</i>	45
5.2.2.2. <i>D. hyalinata</i>	45
5.2.2.3. <i>A. gossypii</i>	47
5.3. Diskussion.....	49
5.3.1. Versuche an Tomatenpflanzen	49
5.3.2. Sortenversuche.....	53
5.3.3. Wirkung von vier Insektiziden auf <i>B. tabaci</i> und andere Schädlinge an Kürbispflanzen	54
5.3.4. Die Unkrautflora auf Tomatenfeldern in Panama	55
6. Parasitoidenartenspektrum von <i>B. tabaci</i> (Gennadius) in Panama	56
6.1. Probenahmeorte	56
6.2. Material und Methoden.....	56
6.2.1. Parasitoidenartenspektrum von <i>B. tabaci</i>	56

6.2.2. Parasitierungsgrad.....	57
6.3. Ergebnisse	58
6.3.1. Parasitoidenartenspektrum von <i>B. tabaci</i>	58
6.3.2. Parasitierungsgrad.....	61
6.4. Diskussion.....	62
6.4.1. Parasitoidenartenspektrum von <i>B. tabaci</i>	62
6.4.2. Parasitierungsgrad.....	65
6.4.3. Zur Bedeutung der Unkräuter	65
7. Rückstände von Imidacloprid (Confidor® 70 WG) im Boden und in Tomatenpflanzen (Blätter und Früchte) in Panama.....	67
7.1. Entnahme der Proben	67
7.2. Material und Methoden.....	67
7.2.1. Extraktion	67
7.2.2. Flüssig-flüssig-Verteilung	68
7.2.3. Säulenchromatografie an Florisil.....	68
7.2.4. Verwendete Geräte	69
7.2.5. Analyse-Bedingungen.....	69
7.3. Ergebnisse	70
7.3.1. Rückstände im Boden.....	70
7.3.2. Rückstände in Blättern und Früchten	70
7.4. Diskussion.....	72
7.4.1. Rückstände im Boden.....	72
7.4.2. Rückstände in Blättern und Früchten	72
8. Schlußfolgerungen	77
9. Zusammenfassung.....	79
9.1. Die Wirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood an verschiedenen Wirtspflanzen unter Laborbedingungen	79
9.2. Wirkung von natürlichen und synthetischen Insektiziden auf <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) und andere Schädlinge sowie Virenkrankheiten an Tomaten- und Kürbispflanzen in Panama.....	79
9.3. Parasitoidenartenspektrum von <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) in Panama.....	80
9.4. Rückstände von Imidacloprid (Confidor® 70 WG) im Boden und in Tomatenpflanzen (Blätter und Früchte) in Panama	80
9. Summary	81
9.1. The effects of neem products and Confidor® 70 WG against <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood on different host plants under laboratory conditions.....	81
9.2. Effects of natural and synthetic insecticides on <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius), other insects pests, and on virus diseases of tomato and pumpkin in Panama.....	81
9.3. Spectrum of the species of parasitoids of <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) in Panama	82
9.4. Residues of imidacloprid (Confidor® 70 WG) in soil and tomato plants (leaflets and fruits) in Panama.....	82

9. Resumen	83
9.1. Efectos de productos derivados del Niem y Confidor® 70 WG contra <i>Trialeurodes vaporariorum</i> Westwood sobre diferentes plantas hospedantes, bajo condiciones de laboratorio.....	83
9.2. Efecto de insecticidas de origen natural y sintéticos sobre <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius), otros insectos plagas y virosis en tomate y zapallo en Panamá.....	83
9.3. Espectro de las especies de parasitoides de <i>Bemisia tabaci</i> (Gennadius) en Panamá.....	84
9.4. Residuos de imidacloprid (Confidor® 70 WG) en el suelo y en plantas de tomate (hojas y frutos) en Panamá.....	85
10. Literaturverzeichnis	86

Anhang

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Statistische Daten über den Tomaten-Ertrag in Panama	20
Tab. 2:	Namen, Dosierungen, Wirkstoffe und andere Spezifikationen zu den verwendeten Produkten in Versuch Tom-1, Tom-2, Tom-3 und Kür-1	33
Tab. 3:	Schema der Klasseneinteilung zur Auszählung der Blattläuse am Kürbis	37
Tab. 4:	Gezüchtete Parasitoiden von <i>B. tabaci</i> an Tomaten, Paprika, Bohnen und vier Unkrautarten in drei Gebieten Panamas, 1998-1999	59
Tab. 5:	Anwesenheit der Parasitoiden von <i>B. tabaci</i> an Tomaten (T), Paprika (P) und an vier Unkrautarten (U) in drei Gebieten Panamas, Mai 1998-April 1999.....	60
Tab. 6:	Verwendete Probenmengen (g) von den Bodenproben und Tomatenpflanzen (Blätter und Früchte) für die Imidacloprid-Rückstandsanalyse	69
Tab. 7:	Gefundene Rückstandskonzentrationen ($\mu\text{g/g}$) von Imidacloprid im Boden und an Tomatenpflanzen aus Los Santos, Panama, 1999.....	71

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Einfluß von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf die Adultstadien von <i>T. vaporariorum</i> an zwei Tomatensorten und an Kohlpflanzen.....	11
Abb. 2: Mortalität und Wirkungsgrad von Niemprodukten und Confidor® 70 WG bei Larven (L2-L3) von <i>T. vaporariorum</i> an Tomatenpflanzen	11
Abb. 3: Einfluß von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf den Eierschlupf von <i>T. vaporariorum</i> an Tomaten- (Sorte: <i>Tip-Top</i>) und an Kohlpflanzen.....	12
Abb. 4: Wirkung von <i>Encarsia formosa</i> Gahan bei gleichzeitiger Einwirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf die Larven von <i>T. vaporariorum</i> an Tomaten- (Sorte: <i>Tip-Top</i>) und an Kohlpflanzen.....	13
Abb. 5: Republik Panama	17
Abb. 6: Klimadaten des Versuchsstandortes in Los Santos, Panama. Quelle: Wetterstation der Firma Nestlé S.A., April.1998-April.1999.....	18
Abb. 7: Lebenszyklus von <i>B. tabaci</i>	26
Abb. 8: Versuchsanlage in den vollständig randomisierten Blöcken am Beispiel des Versuches Tom-2	35
Abb. 9: Wirkung von drei Insektiziden auf <i>B. tabaci</i> (L+E=Larven+Eier, Mittelwert) an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998.....	39
Abb. 10: Prozentsatz von Pflanzen mit virotischen Symptomen (PVS; VB: vor der Blütezeit, NB: nach der Blütezeit) und der Ertrag (kg/ha) der mit verschiedenen Insektiziden behandelten Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998.....	39
Abb. 11: Wirkung von NeemAzal-T/S® und Imidacloprid auf <i>B. tabaci</i> (L+E=Larven+Eier, Mittelwert) an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998-1999	40
Abb. 12: Wirkung von NeemAzal-T/S® und Imidacloprid auf <i>B. tabaci</i> (Adulte, Mittelwert) an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998-1999.....	41
Abb. 13: Ertrag (kg/ha) von Tomatenpflanzen nach Behandlungen mit NeemAzal-T/S® und Imidacloprid in Los Santos, Panama, 1998-1999.....	41
Abb. 14: Populationsdichte von <i>B. tabaci</i> (L+E=Larven+Eier, Mittelwert) nach Behandlung mit zwei Chloronicotinyl-Insektiziden an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998-1999.....	42

Abb. 15: Populationsdichte von <i>B. tabaci</i> (Adulte/Blatt, Mittelwert) nach Behandlung mit zwei Chloronicotinyl-Insektiziden an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998-1999.....	42
Abb. 16: Ertrag (kg/ha) von Tomatenpflanzen nach Behandlung der Schädlinge mit zwei Chloronicotinyl-Insektiziden in Los Santos, Panama, 1998-1999	43
Abb. 17: Ertrag (kg/ha) von vier Tomatensorten nach Behandlung der Schädlinge mit Confidor® 70 WG in Los Santos, Panama, 1999.....	44
Abb. 18: Populationsdichte von <i>B. tabaci</i> (L+E=Larven+Eier, Mittelwert) an vier mit Confidor® 70 WG behandelten Tomatensorten in Los Santos, Panama, 1999.....	44
Abb. 19: Populationsdichte von <i>B. tabaci</i> (Adulten, Mittelwert) an vier mit Confidor® 70 WG behandelten Tomatensorten in Los Santos, Panama, 1999	45
Abb. 20: Anzahl von <i>B. tabaci</i> (Adulte, Mittelwert) nach verschiedenen Insektizidbehandlungen an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998	46
Abb. 21: Prozentsatz der Pflanzen (Mittelwert) mit „Silver-leaf“ Symptom (SLS) nach Behandlung der Schädlinge mit verschiedenen Insektiziden an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998	46
Abb. 22: Anzahl von <i>Diaphania hyalinata</i> (Larven, Mittelwert,) nach Behandlungen mit verschiedenen Insektiziden an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998	46
Abb. 23: Anzahl von <i>Aphis gossypii</i> (Mittelwert) nach verschiedenen Insektizidbehandlungen an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998	47
Abb. 24: Ertrag (kg/ha) von Kürbispflanzen nach Behandlung der Schädlinge mit vier Insektiziden in Los Santos, Panama, 1998.....	48
Abb. 25: Republik Panama mit den Standorten der Parasitoiden-Artenbestandsaufnahme von <i>B. tabaci</i>	56
Abb. 26: Parasitierungsgrad (%) von <i>B. tabaci</i> an Tomaten- und Paprikakulturen sowie vier Unkrautarten in drei Gebieten Panamas	59
Abb. 27: Parasitoidenarten von <i>B. tabaci</i> in Panama und ihr Hyperparasitoid	60
Abb. 28: Parasitierungsgrad (%) und Populationsdichte von <i>B. tabaci</i> -Larven und ihrer Parasitoiden an Tomatenpflanzen in Los Angeles, Los Santos, Panama, 20.06-3.09.1998	61

Abb. 29: Darstellung des zeitlichen Verlaufes des Abbaues der Rückstandsmengen von Imidacloprid (Confidor 70 [®] WG) in Erdproben aus dem Tomatenfeld in Los Santos, Panama, 1998-1999	71
Abb. 30: Chromatogramme der Imidacloprid-Rückstände in Los Santos, Panama.....	74
Abb. 31: Chromatogramme der Imidacloprid-Rückstände des Bodens in Los Santos, Panama.....	75
Abb. 32: Chromatogramme der Imidacloprid-Rückstände an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama.....	76

Abkürzungen

a.i.	active ingredient (Wirkstoff)
gl.	3,79 l
Max.	Maximum
Min.	Minimum
MW	Mittelwert(e)
qq	Quintal (=45,4 kg)
r.F.	relative Feuchtigkeit
SA	Standardabweichung
Std.	Stunde
C70 WG	Confidor [®] 70 WG
GBarrier	Garlic Barrier (Knoblauch-Extrakt)
Kont	Kontrolle
NAzal T/S	NeemAzal-T/S [®]
NPK-Extrakt	Niempreßkuchen-Extrakt
Re + Öl	Rescate [®] + Öl
Re	Rescate [®]
Th	Thiodan
HPLC	Hochleistungs-Flüssig-Chromatographie
IDIAP	Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá
L2-L3	Zweites bzw. Drittes Larvensstadium
Lv	Laborversuch

1. Einleitung

Bisher sind weltweit ca. 1200 Arten der Weißen Fliegen (Homoptera: Aleyrodidae) beschrieben worden (BINK-MOENEN & MOUND 1990), von denen sich mehr als 60 % in den tropischen Gebieten befinden. Drei Arten der Weißen Fliegen sind bereits als Viren-Überträger bekannt (COSTA *et al.* 1992). Hierbei ist *Bemisia tabaci* (Gennadius) weltweit als wichtiger Viren-Überträger an kultivierten Pflanzen am meisten verbreitet und als schädigend zu betrachten (BINK-MOENEN & MOUND 1990, BROWN & BIRD 1992, BROWN 1993). *B. tabaci* ist in fast allen tropischen und subtropischen Ländern sowie an der Grenze der gemäßigten Klimazonen verbreitet (BIRD & MARAMOROSCH 1978, MOUND 1983, BRUNT 1986, BROWN 1990). Seit etwa 1960 wurde *B. tabaci* als wichtiger Schädling an Baumwolle und Bohnen in Mittelamerika dokumentiert (KRAEMER 1966, GAMEZ 1971). Die stärksten Schäden verursacht *B. tabaci* durch die Viren-Übertragung. Sie überträgt Geminiviren und andere Virengruppen. Durch die Viren-Übertragung kann ein Ertragsverlust von 20 % bis 100 % entstehen (BROWN & BIRD 1992, POLSTON & ANDERSON 1997). In einigen Orten Mittelamerikas können die Bauern deswegen einige Kulturen (z.B. Bohnen, Tomaten und Paprika) nicht mehr anbauen (SALGUERO 1993).

Außer der Viren-Übertragung schädigt *B. tabaci* die Wirtspflanzen auf die zwei folgenden Arten: 1) Sie schädigt die Pflanzen direkt, indem sie die Mundwerkzeuge in das Pflanzengewebe einsticht und so große Mengen des Pflanzensaftes des Phloems saugt. Wenn die Populationsdichte sehr hoch ist, führt dies zu einer Senkung des Ertrages (BYRNE 1990). Hohe Populationsdichten dieser Schädlinge kommen normalerweise an Baumwolle vor (DITTRICH *et al.* 1990a, WATSON *et al.* 1992). 2) Sie scheidet zuckerhaltige Stoffe aus, welche zu einer Behinderung der Photosynthese führen, denn diese fördern das Wachstum von Schwärzepilzen (VAN LENTEREN & NOLDUS 1990).

Die Vielgestaltigkeit des Problems steht im Zusammenhang mit den Eigenschaften der Weißen Fliege. *B. tabaci* besitzt folgende Merkmale: 1) Eine große genetische Plastizität. a) Larven an der gleichen Pflanze zeigen verschiedene morphologische Merkmale. Das hängt davon ab, ob sie sich an der Blattunterseite oder an der Blattoberseite entwickeln (MOUND 1983). b) Sie besitzt die Fähigkeit, schnell eine Insektizid-Resistenz zu entwickeln. Eine Resistenz von *B. tabaci* gegen Organophosphorsäureester, Pyrethroide,

Carbamate und neuerdings auch Imidacloprid (Chloronikotinyne) ist bereits dokumentiert worden (PRABHAKER, *et al.* 1985, 1997, DITTRICH *et al.* 1990a, b, CAHILL *et al.* 1996b, DEVINE *et al.* 1999, HOROWITZ *et al.* 1999). c) Die Existenz von Biotypen mit spezifischen Wirten. Sieben Biotypen von *B. tabaci* an verschiedenen Wirtspflanzen nach Esterase-Analyse sind in Nord-, Lateinamerika und in der Karibik dokumentiert worden (BROWN 1993).

2) Eine andere Eigenschaft von *B. tabaci* ist, daß sie ein breites Spektrum von Wirten hat. Sie sind polyphag, d.h. daß die Larven und Adulten sich von vielen Kulturen verschiedener Pflanzenfamilien ernähren (BYRNE *et al.* 1990, HILJE 1996). GREATHEAD (1986) hat dokumentiert, daß *B. tabaci* sich an über 500 Pflanzenarten aus 74 Familien ernähren kann. In Lateinamerika und in der Karibik wurde sie an 71 Pflanzenarten gefunden, von denen 17 Arten Kulturen sind und 54 Arten Wildpflanzen. *B. tabaci* verursacht in diesen Kulturen als direkter Schädling oder als Virenüberträger Probleme (BROWN 1990, HILJE & ARBOLEDA 1993, LOURENÇAO & NAGAI 1994, CABALLERO & PITY 1995).

Die Gründe für die Änderung des Status von *B. tabaci* von einer unwichtigen Art zu einem großen, primären Schädlinge und als Viren-Überträger sind noch unklar. Folgende Punkte sind Faktoren, die in Zusammenhang mit den Eigenschaften der Weißen Fliege sehr wahrscheinlich zu einer Verschlimmerung des Problems geführt haben: a) Änderung der lokalen und regionalen agronomischen Verfahren. b) Verbreitung der Monokultur mit Bewässerung von Gemüse und anderen Kulturen. c) Verlängerung der Kultivierungszeit aufgrund der Verfügbarkeit von verbesserten Sorten. d) Einführung und Resistenzentwicklung von Populationen von Weißen Fliegen gegen neue Insektizide (DITTRICH *et al.* 1990a, BYRNE & DEVONSHIRE 1991), und e) Erhöhung des weltweiten Pflanzen- und Gemüse-Transportes (BROWN 1993).

Seit 1986 hat *B. tabaci* in Mittelamerika und in der Karibik ein hohes Populationsniveau erreicht. Das führte zu einem großen Verlust in verschiedenen Kulturen der Region (HILJE & ARBOLEDA 1993, POLSTON & ANDERSON 1997). Ein breiter Überblick über der ökonomische Wirkung des Komplexes Weiße Fliegen-Geminiviren auf die Tomatenproduktion in Süd-, Nord-, Mittelamerika und in der Karibik ist von POLSTON

& ANDERSON (1997) dokumentiert. In Panama hat sich das Problem seit 1991 verstärkt (ZACHRISSON & POVEDA 1993). Beispielsweise gab es 1997 auf der Halbinsel Azuero Verluste von 2500 Tonnen in der Industrietomaten-Produktion (ca. 250.000 US\$) aufgrund der Weißen Fliege und der Geminiviren (J.C. CEDENÑO, Firma Nestlé S.A. - Panama, pers. Mitt.).

Als Bekämpfungsmaßnahmen der Weißen Fliege kamen verschiedene Methoden zum Einsatz, z.B.: biologische Kontrolle (Parasitoiden, Prädatoren und Entomophage Pilze; COCK 1986, LÓPEZ-AVILA 1986, FRANSEN 1990, GERLING 1990, PARRELLA *et al.* 1992); Kulturelle Maßnahmen (Pflanzen-Barrieren, Änderung des Aussaat-Datums, hohe Aussaat-Dichte, Zerstörung der mit Viren befallenen Unkräuter, assoziierte Kulturen, Fruchtwechsel, etc.), die Nutzung von Insektiziden und resistenter Sorten (COCK 1986, SALGUERO 1993). Obwohl verschiedene Bekämpfungsmaßnahmen angewendet werden, ist *B. tabaci* noch ein wichtiger Schädling. Deswegen werden aktuell neue chemische Produkte bewertet, eine von denen ist den Confidor® 70 WG (Wirkstoff: Imidacloprid). Dieses systemische Insektizid gehört zu den Chloronikotinylen und wird für die Bekämpfung der Weißen Fliegen und anderer Schadinsekten empfohlen. Mit diesem Produkt sind gute Ergebnisse erzielt worden, und aus diesen Grund wird es sehr oft angewendet. Trotzdem ist es unbekannt, ob sich Rückstände dieses Produktes in dem Landökosystem unter tropische Bedingungen bilden.

Die Ziele der vorliegende Arbeit waren: 1) die Bestimmung des Wirkungsgrades von natürlichen und synthetischen Insektiziden zunächst auf *Trialeurodes vaporariorum* Westwood an verschiedenen Wirtspflanzen unter Laborbedingungen, sowie auf *B. tabaci* und andere Schädlinge an Tomaten- und an Kürbispflanzen unter Feldbedingungen in Panama, 2) die Bestimmung des Ertrages von verschiedenen Tomatensorten bei Behandlung des Schädlings mit Confidor® 70 WG in Panama, 3) die Bestimmung des Parasitierungsgrades und des Parasitoidenartenspektrums von *B. tabaci* an Tomaten-, Paprikapflanzen sowie an vier Unkrautarten in drei Gebieten Panamas, und 4) die Bestimmung der Rückstände von Imidacloprid (Confidor® 70 WG) in einem Tomatenfeld (im Pflanzen und im Boden) in Panama.

2. Statistische Auswertung

Die Auswertung der Daten wurde mit Hilfe des Statistikprogrammes SPSS (Statistical Package for the social Sciences, Version 9.0.1, Microsoft[®]) vorgenommen. Bei Feldversuchen wurde bei gegebener Varianzhomogenität ($P=0,05$) und Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstest, $P=0,05$) eine Varianzanalyse (F-Test) als parametrisches Testverfahren durchgeführt. Bei vollständig randomisierten Versuchsanlagen wurde eine ANOVA („Analysis of Variance“, Einweg-VA) angewandt. Anderenfalls wurde zur Berechnung der Rangvarianzanalyse (Prozedur Kruskal-Wallis) der nicht-parametrische H-Test verwendet. Wenn die Voraussetzungen zur Anwendung des parametrischen Testes nicht erfüllt wurden, d.h. keine Normalverteilung und keine Varianzhomogenität gegeben waren, wurde die Quadrat-Wurzel-Transformation oder die Arcussinus-Transformation für die untersuchte Datei (Prozentsatz), vorgenommen (SOKAL & ROHLF 1979). Als *a posteriori* (Anschlußtest) Test nach dem F- bzw. H-Test wurden der Tukey-Test bzw. der Nemenyi-Test (KÖHLER *et al.* 1996) angewandt, abgesichert mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % ($P=0,05$). Signifikante Unterschiede sind in den dargestellten Graphiken unter der Markierung der betreffenden Spalten mit Sternchen kenntlich gemacht worden (*: $P=0,05$; **: $P=0,01$; ***: $P=0,001$).

3. Die Wirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf *Trialeurodes vaporariorum* an verschiedenen Wirtspflanzen unter Laborbedingungen

3.1. Biologie von *Trialeurodes vaporariorum* Westwood

Taxonomische Einordnung nach BORROR *et al.* (1989) ist wie folgt:

Ordnung: Homoptera

Unterordnung: Sternorrhyncha

Überfamilie: Aleyrodoidea

Familie: Aleyrodidae

Unterfamilie: Aleyrodinae

Der Lebenszyklus von *T. vaporariorum* ist stark von der Temperatur und den Wirtspflanzen beeinflusst. Unter optimalen Entwicklungstemperaturen und relativer Luftfeuchtigkeit (zwischen 21-24°C und r.L.: 70-75 %) dauert das Eierstadium zwischen 7 und 9 Tage, die L₁ zwischen 5 und 7 Tage, die L₂ 2 Tage, die L₃ 3 Tage und das Puparium zwischen 8 und 10 Tage, d.h. daß der ganzen Zyklus zwischen 25 und 31 Tage dauert. *T. vaporariorum* kann sich, wie *B. tabaci*, durch Parthenogenese oder sexuell vermehren. Eine Weibchen kann bis 400 Eier ablegen. Das Verhältnis Männchen-Weibchen ist 1:1 (SPONAGEL 1999).

T. vaporariorum ist in den Tropen ein Bewohner des Hochlands (FRERES 1996). In Panama kommt *T. vaporariorum* sowie *Aleurothrixus* sp. im Hochland von Chiriquí vor (ZACHRISSON & POVEDA 1993). Diese Autoren dokumentierten *Cucumis sativus* L. (Gurken), Tomaten und Bohnen (*Phaseolus*) als Wirtspflanzen von *T. vaporariorum*.

Bezüglich der natürlichen Feinde von *T. vaporariorum* hat SPONAGEL (1999) eine zahlreiche Liste von Prädatoren, Parasitoiden und entomopathogenen Pilzen aufgestellt, wobei folgende Familien beschrieben werden: Prädatoren: Chrysopidae, Coccinellidae, Anthocoridae und Miridae, Phytoseiidae und Syrphidae, Parasitoiden: Aphelinidae und Platygasteridae. Unter den entomopathogen Pilzen werden *Verticillium* spp., *Aschersonia* spp., *Paecilomyces* spp. und *Beauveria bassiana* Vuill. als wichtige Antagonisten von *B. tabaci* und *T. vaporariorum* unter feuchten Bedingungen betrachtet (FRANSEN 1990).

3.2. Material und Methoden

3.2.1. Insektenmaterial und Laborbedingungen

Die Versuche wurden unter Laborbedingungen (Temperatur: $18,0 \pm 2,5$ °C; r.F.: $41,1 \pm 4,3$; künstliches Licht: 16 Stunden pro Tag) durchgeführt. Alle Laborversuche (Lv) wurden mit *Trialeurodes vaporariorum* [Eier, Larven (L2-L3) und Adulte], die im Labor auf getopften Kohlpflanzen gezüchtet wurden, durchgeführt. Die Parasitoiden (*Encarsia formosa* Gahan, Hymenoptera: Aphelinidae), die in den Versuchen Lv9 und Lv10 eingesetzt wurden, wurden im Labor auf *T. vaporariorum* gezüchtet.

3.2.2. Verwendete Produkte

Niem-Präparate, deren Wirkstoffe bei Insekten als „Antihormon“ auszusehen sind (SCHMUTTERER 1995), wurden verwendet, und ein synthetisches Chloronikotinyl-Insektizid, das von den Pflanzen gut aufgenommen und in ihnen transportiert wird („systemisch“); der Wirkmechanismus der Chloronikotinyne ist die Blockierung des Acetylcholin-Rezeptors in den Synapsen des Nervensystems (BAI *et al.* 1991, zit. in NAUEN *et al.* 1998). Bei allen Versuchen wurde NeemAzal-T/S[®] (Hauptwirkstoff: Azadirachtin A, 1 %, KLEEBERG & ZEBITZ 1996) und Niempfeßkuchen-Extrakt (NPK-Extrakt) in Konzentrationen von jeweils 2,0 l/ha und 50 g/l, gespritzt. Als synthetisches Insektizid wurde Confidor[®] 70 WG (Wirkstoff: Imidacloprid, 700 g a.i./l), das auf dem Boden angewendet wurde, in einer Konzentration von 30 mg a.i./l Erde verwendet. Die Kontrollen wurden mit Wasser behandelt.

Zur Herstellung des Niempfeßkuchen-Extrakt wurden die gemahlene Samen des Niembaumes, *Azadirachta indica* A. Juss. (Meliaceae), in Wasser gegeben, und dann wurde diese Lösung für sechs Stunden gerührt. Danach wurde die Lösung durch Filterpapier filtriert und das Filtrat verwendet. Die Konzentration betrug 3,5 g Azadirachtin A/l (0,35 %). NeemAzal-T/S[®], Niempfeßkuchen-Extrakt und das Wasser (Kontrolle) wurden entweder auf die ganze Pflanze (Versuche Lv1 bis Lv5) oder an die Blattunterseite (Versuche Lv6 bis Lv10) mit Hilfe eines kompressorbetriebenen Farbsprüngerätes gespritzt.

3.2.3. Wirkungsgrad gegen Adulte von *T. vaporariorum*.

Zur Ermittlung des Wirkungsgrades der verschiedenen Insektizide gegen Adulte von *T. vaporariorum* wurden fünf Versuche unter Laborbedingungen vorgenommen. Die Versuche wurden an Tomatenpflanzen der Sorte *Tip-Top*, *Moneymaker* und *Roma*, an Bohnen und an Kohl durchgeführt. Während der Versuche befanden sich die getopften (Durchmesser: 10 cm) Bohnen und Tomatenpflanzen in Schiebewandkäfigen (25×25×30 cm). Diese Käfige hatten zwei Wände mit feinmaschiger Gaze (1 mm), zwei Plexiglaswände und einen Glasdeckel.

Jede Behandlung wurde mit vier Wiederholungen an vier Pflanzen durchgeführt. Nach dem Spritzen der Produkte wurde eine halbe Stunde gewartet, bis das Insektizid auf der Pflanze getrocknet war. Danach wurden vorsichtig 20 Adulte von *T. vaporariorum* in einem Schiebewandkäfig, in dem sich die behandelte Pflanze befand, mit Hilfe eines Saugers freigelassen. Im Versuch Lv2 wurden nur 10 Adulte pro Käfig freigelassen. Die Weißen Fliegen wurden ohne Berücksichtigung des Geschlechtes, der Kraft und des Alters ausgewählt. Die Schädlinge wurden vier bis sechs Tage danach ausgezählt. Die Daten wurden mit Hilfe der Formel nach HENDERSON und TILTON (PÜNTENER 1981) berechnet:

$$\%Wirkung = \{1 - [(Td / Cd) \times (Ca / Ta)]\} \times 100$$

Wobei Ta = Befall der behandelten Parzelle vor der Applikation

Td = Befall der behandelten Parzelle nach der Applikation

Ca = Befall der Kontrollparzelle vor der Applikation

Cd = Befall der Kontrollparzelle nach der Applikation

3.2.4. Wirkungsgrad gegen die Larven (L2-L3) von *T. vaporariorum*.

Alle Versuche zur Ermittlung des Wirkungsgrades der verschiedenen Insektizide gegen Larven (L2-L3) von *T. vaporariorum* wurden an Tomatenpflanzen der Sorte *Tip-Top* durchgeführt. Jede Behandlung wurde an einer Pflanze mit fünf Wiederholungen durchgeführt. Die Kontrollen wurden mit Wasser behandelt. Die Insektizide (NeemAzal-T/S[®] und Niempreßkuchen-Extrakt) und die Kontrollen wurden nach der bereits beschriebenen Methode, an die Blattunterseite gespritzt (s.o. Kapitel 3.2.2).

Zur Bonitur wurden mit wenigen Ausnahmen acht Blätter pro Pflanze gesammelt und die Larven an der ganzen Blattunterseite ausgezählt. Berücksichtigt wurden die toten und die lebenden Larven, deren Summe als Ausgangspopulation für die Berechnung des Prozentsatzes der Mortalität genommen wurde.

$$\%Mortalität = \frac{\#toteLarven}{tote + lebendeLarven} \times 100$$

Der Wirkungsgrad wurde unter Berücksichtigung der Mortalität in der Kontrolle nach der Formel von Sun-Shepard (PÜNTENER 1981) berechnet:

$$\%Wirkungsgrad = \frac{(\%MortalitätBehandlung - \%MortalitätKontrolle)}{(100 - \%MortalitätKontrolle)} \times 100$$

3.2.5. Wirkung von Niemprodukten und Confidor 70[®] WG auf den Eierschlupf von *T. vaporariorum*

Zur Ermittlung des Wirkungsgrades von Niemprodukten und Confidor[®] 70 WG auf den Eierschlupf von *T. vaporariorum* wurden zwei Versuche durchgeführt. Die Versuche wurden an Tomaten- der Sorte *Tip-Top* (Lv7), und an Kohlpflanzen (Lv8) vorgenommen. Der Versuch an Tomaten wurde zwei mal wiederholt. Es wurde gestattet, daß die Eiablage der Weißen Fliegen an den Versuchspflanzen nur drei Tage gedauert hat, was bedeutet, daß das Alter der verwendeten Eiern vor den Behandlungen zwischen 0-3 Tage war. Während der Versuche befanden sich die Wirtspflanzen in Schiebewandkäfigen (25×25×30 cm). Jede Behandlung wurde mit vier Wiederholungen an vier Pflanze durchgeführt. Die mit Eiern befallenen Pflanzen wurden mit den gleichen Insektiziden, Konzentrationen und Anwendungsmethoden, wie im Kapitel 3.2.2 beschrieben wurde, eingesetzt. Der Eierschlupf wurde an den gesamten Blattunterseiten aller Blätter gezählt.

3.2.6. Wirkung von *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) bei gleichzeitiger Einwirkung von Niemprodukten und Confidor[®] 70 WG auf die Larven von *T. vaporariorum*

Zur Ermittlung der Wirkung von *E. formosa* bei gleichzeitiger Einwirkung von Niemprodukten und Confidor[®] 70 WG gegen Larven von *T. vaporariorum* wurden zwei

Versuche vorgenommen. Die Versuche wurden an Tomatenpflanzen der Sorte *Tip-Top* und an Kohlpflanzen durchgeführt. Während der Versuche befanden sich die befallenen Tomatenpflanzen, die in Töpfen (Durchmesser: 10 cm) ausgesät wurden, im Käfig (90×50×50 cm). Der Versuch mit Kohlpflanzen wurde in einem kleineren Käfig (50×50×50 cm) vorgenommen. Jede Behandlung wurde an einer Pflanze mit je vier Wiederholungen durchgeführt. Die gleichen Insektizide, Konzentrationen und Anwendungsmethoden, wie im Kapitel 3.2.2 beschrieben wurde, wurden eingesetzt. Die Parasitoiden wurden vorsichtig mit einem Sauger freigelassen. In Versuch Lv9 und Lv10 wurden jeweils 267 und 224 Parasitoiden eingesetzt. Der Parasitierungsgrad wurde 20 Tage danach ausgezählt. Es wurde gewartet, bis die Parasitoiden sich zur Imago entwickelt hatten.

3.2.7. Versuchspflanzen

Die Laborversuche fanden an folgenden Wirtspflanzen von *T. vaporariorum* statt.

- 1.- Tomate [*Lycopersicon esculentum* Miller, =*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karst. ex Farw.], Sorten: *Tip-Top*, *Moneymaker* und *Roma*.
- 2.- Kohl (*Brassica oleracea* L.), Markstammkohl, Sorte: *Grüner Ring*.
- 3.- Bohnen (*Phaseolus vulgaris* L.), Buschbohnen, Sorte: *Saxa*.

3.3. Ergebnisse

3.3.1. Wirkungsgrad gegen Adulte von *T. vaporariorum*

Der Wirkungsgrad der Insektizide war in den ersten zwei Versuchen (Lv1 an Tomatenpflanzen der Sorte *Tip-Top* und Lv2 mit Bohnen) schwierig zu beobachten, da nicht nur in den Behandlungen eine hohe Mortalität festgestellt wurde, sondern auch bei der Kontrolle. Confidor® 70 WG verursachte eine höhere Mortalität bei den Adulten beider Wirtspflanzen als die anderen Behandlungen. Es wurde beobachtet, daß viele Weiße Fliegen an den Blättern der Sorte *Tip-Top* und an den Bohnen abgestorben waren. Dies deutet darauf hin, daß die Behaarung der Wirtspflanzen, unter anderen Faktoren, eine große Rolle für die Mortalität der Weiße Fliegen spielt. Die Ergebnisse der Versuche Lv1 und Lv2 mit statistischer Auswertung sind in der Tab. R (Anhang) aufgeführt.

Die Ergebnisse der Versuche Lv3, Lv4 und Lv5 mit statistischer Auswertung sind in der Tab. R (Anhang) dargestellt. Abb. 1 faßt diese Daten zusammen. Confidor® 70 WG verursachte auf die Adulten signifikant höhere Mortalität nebst Wirkungsgrad, der an beiden Tomatensorten und Kohlpflanzen mehr als 95 % betrug (Lv1 und Lv2) im Vergleich zu den Niemprodukten und der Kontrolle. Die Niemprodukte verursachten bei Adulten an Tomatenpflanzen eine Mortalität zwischen 53 % und 79 %, die sich nicht signifikant von der Kontrolle unterschied. Im Durchschnitt erzeugte NeemAzal-T/S® bessere Ergebnisse als Niempreßkuchen-Extrakt. Die Effektivität der Niemprodukte auf die adulten Stadien war jedoch bei Kohl- deutlich niedriger als bei Tomatenpflanzen (Tab. R, Anhang).

3.3.2. Wirkungsgrad gegen die Larven (L2-L3) von *T. vaporariorum*

Die Ergebnisse der Versuche Lv6 mit statistischer Auswertung sind in der Tab. S (Anhang) aufgeführt. Abb. 2 faßt diese Daten zusammen. Confidor® 70 WG und NeemAzal-T/S® brachten gute Ergebnisse, im Vergleich zu der Kontrolle und zum Niempreßkuchen-Extrakt. Beide Insektizide verursachten hohe Mortalität sowie hohe Wirkungsgrade, die mehr als 95 % betrug. Obwohl der Niempreßkuchen-Extrakt eine Mortalität von ca. 63 % verursachte, war die Mortalität signifikant unterschieden von Confidor® 70 WG.

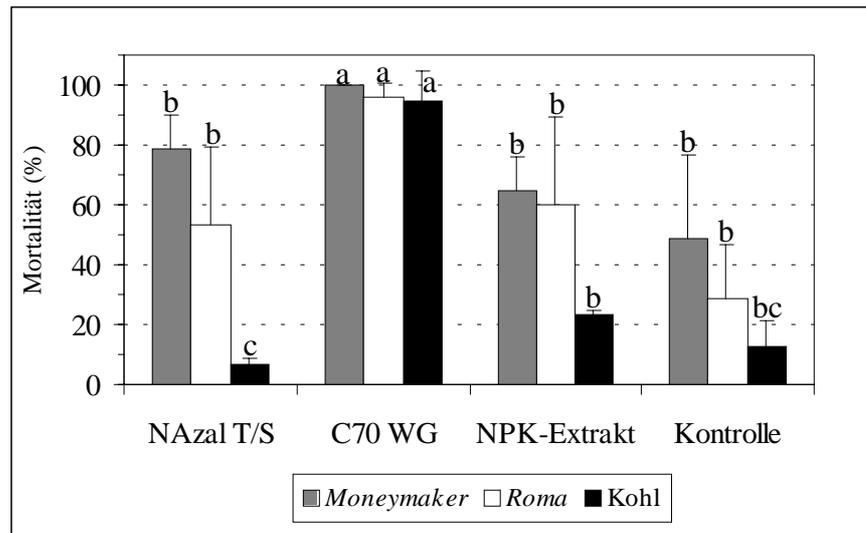


Abb. 1: Einfluß von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf die Adultstadien von *T. vaporariorum* an zwei Tomatensorten und an Kohlpflanzen. Säulen mit gleicher Buchstabenbezeichnung der gleichen Wirtspflanze sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test). Die Standardabweichungen sind oberhalb der Balken aufgetragen.

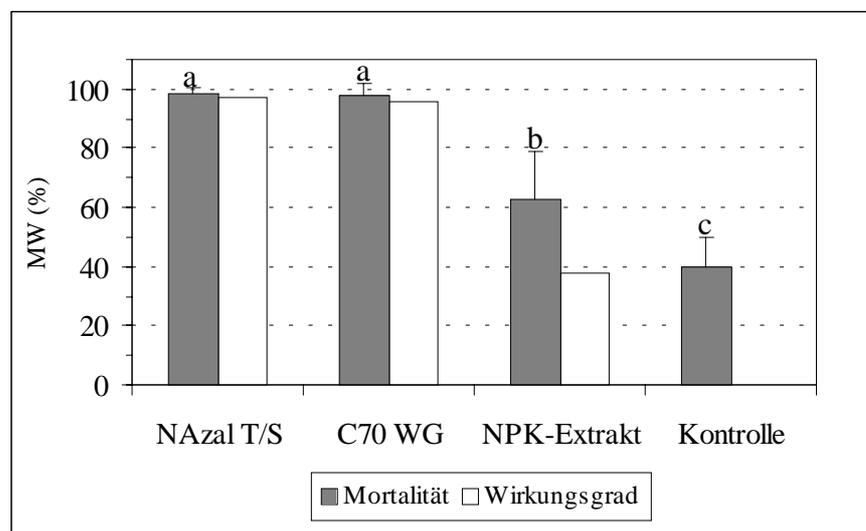


Abb. 2: Mortalität und Wirkungsgrad von Niemprodukten und Confidor® 70 WG bei Larven (L2-L3) von *T. vaporariorum* an Tomatenpflanzen. Säulen mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test). Die Standardabweichungen sind oberhalb der Balken aufgetragen.

3.3.3. Wirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf den Eierschlupf von *T. vaporariorum*

Es wurden insgesamt zwei Versuche an Tomaten- und an Kohlpflanzen durchgeführt. Abb. 3 faßt die Ergebnisse zusammen. Es wurde ein unerwartetes Ergebnis erzielt. Der Niempreßkuchen-Extrakt verursachte bei den Eiern der Weißen Fliegen die höchste Mortalität (signifikanter Unterschied zur Kontrolle, Confidor® 70 WG und NeemAzal-T/S®). Es ist aber darauf zu achten, daß die mit Niempreßkuchen-Extrakt behandelten Pflanzen während dieses Versuches phytotoxische Symptome zeigten. Der höchste Wirkungsgrad auf Eierschlupf wurde mit Niempreßkuchen-Extrakt an beiden Wirtspflanzen erzielt (Tab. T, Anhang).

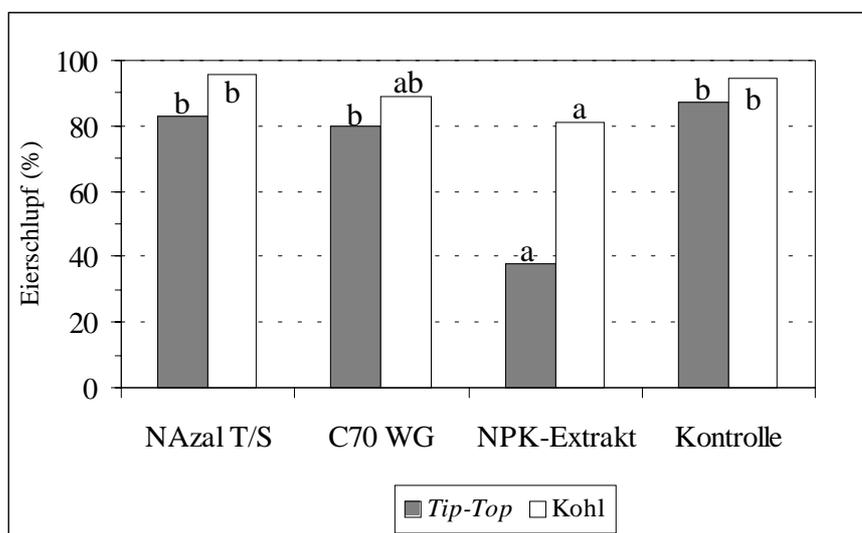


Abb. 3: Einfluß von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf den Eierschlupf von *T. vaporariorum* an Tomaten- (Sorte: *Tip-Top*) und an Kohlpflanzen. Säulen mit gleicher Buchstabenbezeichnung der gleichen Wirtspflanze sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$; Tukey-Test, MW = Mittelwert).

3.3.4. Wirkung von *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) bei gleichzeitiger Einwirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf die Larven von *T. vaporariorum*

Die Ergebnisse der Versuche Lv9 und Lv10 mit statistischer Auswertung sind in Tabelle U (Anhang) aufgeführt. Bei Tomaten und bei Kohl wurde eine hohe Mortalität der Larven erzielt, welche zwischen 82 % und 100 % betrug. Parasitierung kam bei den mit Niemprodukten behandelten Larven und der Kontrolle vor. Bei den mit Confidor® 70 WG behandelten Larven betrug der Parasitierungsgrad beinahe 0 %. Der Parasitierungsgrad der behandelten Larven an beiden Wirtspflanzen war relativ niedriger (<23 %) als in der

Kontrolle (Abb. 4). Der Parasitierungsgrad der Kontroll-Larven war an Tomatenpflanzen (27,7 %) niedriger als an Kohlpflanzen (80,4 %). Dies deutet darauf hin, daß sowohl die getesteten Produkte als auch die Wirtspflanzen einen Einfluß auf die Entwicklung der Parasitoiden hatten. Es ist auch anzunehmen, daß bei den Behandlungen den Parasitoiden nicht genug Larven (Wirte) zur Verfügung standen. Es wurde festgestellt, daß sich die meisten Parasitoiden auf behandelten Larven am Ende des Versuches sich noch im Larvenstadien befanden, während die Parasitoiden auf den Kontroll-Larven bereits geschlüpft waren. Es wurde auch beobachtet, daß sich die Parasitoiden auf den behandelten Larven nicht bis zur Imago entwickeln konnten. Der Parasitierungsgrad der Kontrolle an Tomaten war niedriger als der bei Kohlpflanzen (Abb. 4).

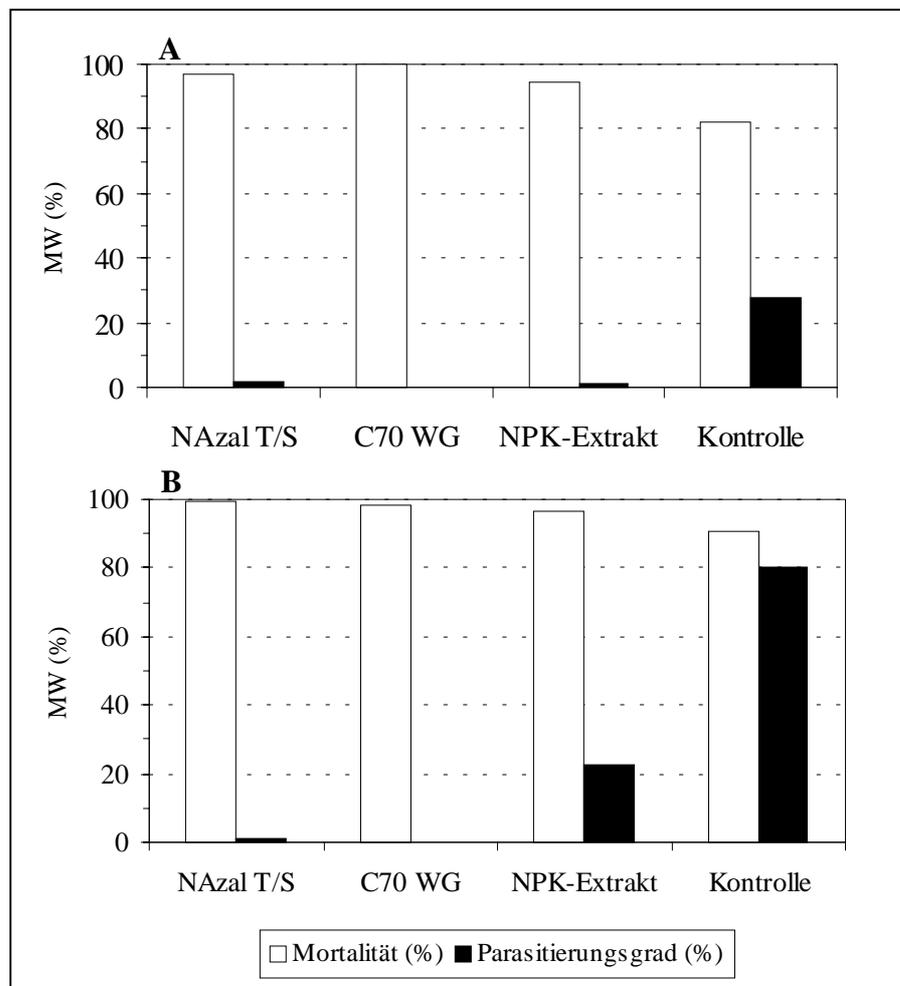


Abb. 4: Wirkung von *Encarsia formosa* Gahan bei gleichzeitiger Einwirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf die Larven von *T. vaporariorum* an Tomaten- (A, Sorte: *Tip-Top*) und Kohlpflanzen (B).

3.4. Diskussion

3.4.1. Wirkungsgrad gegen Larvenstadien und Adulte von *T. vaporariorum* an zwei Wirtspflanzen

Unsere Laborversuche zeigten, daß Confidor[®] 70 WG die besten Ergebnisse bezüglich der Mortalität der Larvenstadien (L₂ und L₃) und der Adulte von *T. vaporariorum* an Tomatenpflanzen zeigte. Hohe Mortalität wurde mit Confidor[®] 70 WG bei Adulten dieser Schädlinge auch an Kohlpflanzen festgestellt. BETHKE & REDAK (1997) dokumentierten, daß Imidacloprid (0,09, 0,04 und 0,02 g a.i./Liter) bei Larvenstadien von *B. argentifolii* an Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima* Willdenow ex Klotzsch) am 19. Tag eine Mortalität höher als 97 % verursachte. Die gleichen Autoren dokumentierten eine signifikant höhere Mortalität (>79 %) bei Adulten von *B. argentifolii* an Poinsettia 150 Tage nach einer einzigen Behandlung mit Imidacloprid (0,09 und 0,02 g a.i./Liter) als in der Kontrolle. Eine exzellent translaminare und systemische Wirkung sowie lange Wirkungsdauer sind von Imidacloprid dokumentiert worden (ELBERT *et al.* 1990, TAKAHASHI *et al.* 1992, in HOROWITZ 1998). Mit diesen positiven Ergebnissen und der schon dokumentierten langen Wirkungsdauer und systemischen Wirkung läßt für dieses Produkt gute Einsatzmöglichkeiten gegen beide Schädlinge solcher Kulturen zu.

Die besten Ergebnisse der zwei getesteten Niemprodukte auf die Adulten von *T. vaporariorum* an Tomatenpflanzen wurde mit NeemAzal-T/S[®] erzielt. Bei adulten Stadien dieser Schädlinge an Kohlpflanzen verursachten die Niemprodukte keine signifikante Wirkung im Vergleich zu der Kontrolle. Eine mögliche Erklärung dafür ist, daß die Kohlpflanzen eine Wachsschicht besitzen, welche vermeiden könnte, daß die Produkte gut an den Pflanzen haften. Um bessere Ergebnisse an Kohlpflanzen zu erreichen, ist es zu empfehlen, daß dieses Produkt mit einem Netzmittel gemischt werden muß. Nach unseren Ergebnissen der Laborbedingungen ist es anzunehmen, daß NeemAzal-T/S[®] gute Einsatzmöglichkeiten bei Gewächshaus-Kulturen bietet, wobei keine virologischen Probleme gegeben sind und die Witterungsbedingungen nicht extrem schwanken.

3.4.2. Wirkung von Niemprodukten und Confidor[®] 70 WG auf den Eierschlupf von *T. vaporariorum*

Eine Hemmung des Eierschlupfes von *T. vaporariorum* verursachte nur der Niempreßkuchen-Extrakt an Tomatenpflanzen. COUDRIET *et al.* (1985)

dokumentierten, daß flüssige Lösung von Niemsamenextrakten zu einer Senkung der Lebensfähigkeit der Eier und der Eiablage von *B. tabaci* an Baumwolle unter Labor- und Gewächshausbedingungen führte. Die Wirkung auf die Eier liegt wahrscheinlich in dem Ölgehalt des Niempfeßkuchens begründet (H. SCHMUTTERER, mündl. Mitt.). Aufgrund der verursachten phytotoxischen Wirkung bei unseren Versuchen läßt der Niempfeßkuchen-Extrakt an Tomatenpflanzen aber keine gute Einsatzmöglichkeit zu.

3.4.3. Wirkung von *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) bei gleichzeitiger Einwirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf die Larven von *T. vaporariorum*

Die drei getesteten Behandlungen verursachten eine hohe Mortalität bei den Larven von *T. vaporariorum* an Tomaten- und Kohlpflanzen. Hier läßt wieder Confidor® 70 WG, wie bereits mehrfach erwähnt, die höchste Effektivität gegen die Weiße Fliegen erkennen. Der Parasitierungsgrad der behandelten Larven an beiden Wirtspflanzen war, wie erwähnt, relativ niedriger (<23 %) als bei der Kontrolle (Abb. 4). Solche niedrigen Parasitierungsgrade bei den behandelten Larven deutet darauf hin, daß die getesteten Produkte einen negativen Einfluß auf die Parasitoiden hatten. Eine mögliche Erklärung dafür ist, daß die Parasitoiden aufgrund der durch die Insektizide verursachte hohen Mortalität nicht genug Larven (Wirte) zur Verfügung hatten. BETHKE & REDAK (1997) fanden bei den mit Imidacloprid behandelten Larven von *B. argentifolii* an Poinsettia einen Parasitierungsgrad unter 10 %. Im Gegensatz zu unseren Ergebnissen legen diese Autoren nahe, daß die Nutzung von Imidacloprid und *E. formosa* für die Bekämpfung der Weißen Fliegen relativ kompatibel ist. Nach unseren Ergebnissen gibt es keine Kompatibilität für die Nutzung von Confidor® 70 WG und *E. formosa* gegen die Weißen Fliegen.

Der Parasitierungsgrad der Kontrollarven war an Tomatenpflanzen (27,7 %) niedriger als an Kohlpflanzen (80,4 %). Eine mögliche Erklärung dafür steht im Zusammenhang damit die Behaarung der Blätter. Die Blätter der Tomatenpflanzen (Sorte: *Tip-Top*) besitzen viele Haare, was die Effektivität der Suche der Parasitoiden nach einem Wirt behindern kann. Bei unbehaarten Blättern, wie es bei Kohlpflanzen der Fall ist, ist es für einige Parasitoidenarten leichter, den Wirt zu finden. Es ist bekannt, daß kleine Parasitoiden, wie *E. formosa*, eine geringen Effizienz an behaarten Blättern als an unbehaarten haben (HUA *et al.* 1987, VAN LENTEREN *et al.* 1995). Diese Autoren haben

zusammengefasst, daß *E. formosa* an unbehaarten Gurkenpflanzen schneller und mehr Larven von *T. vaporariorum* per Zeitraum finden und parasitieren kann. McAUSLANE *et al.* (1995) dokumentierten, daß *Encarsia nigricephala* Dozier und *Encarsia transvena* Timberlake (Hymenoptera: Aphelinidae) öfter Larven von *B. argentifolii* an unbehaarten Blättern von Sojabohnen (*Glycine max* L.) und Erdnüssen (*Arachis hypogaea* L.) parasitierten als an behaarten Sojabohnen-Genotypen. *Encarsia pergandiella* Howard und *Eretmocerus* nr. *californicus* jedoch bevorzugten Larven an behaarten Sojabohnen-Genotypen (McAUSLANE *et al.* 1995).

Der Niempreßkuchen-Extrakt zeigte eine bessere Kompatibilität mit *E. formosa*, zumindest bei Kohlpflanzen, hier betrug der Parasitierungsgrad 27,7 %. SCHMUTTERER (1992) zeigte, daß alkoholische Niemsamenextrakte und formulierte Extrakte, welche Wirksamkeit gegen Schadinsekten der Ordnung Lepidoptera zeigten, keinen negativen Einfluß unter Laborbedingungen auf Verpuppung, Schlupf und Imagines der Kohlweißlingsbrackwespe *Apanteles glomeratus* (L.) (Hymenoptera: Braconidae) hatte. In den vorliegenden Versuchen war aber die Wirkung des Niempreßkuchen-Extraktes auf die Wirtstiere recht gering.

4. Untersuchung in Panama

4.1. Standortbeschreibung

Panama liegt im tropischen Bereich der nördlichen Halbkugel, zwischen 8° - 10° nördlicher Breite und 78° - 82° westlicher Länge. Das tropische Klima Panamas ist charakterisiert durch das warme, feuchte und wolkige Wetter. Nach dem Bevölkerungszensus (Juli 1999) leben in Panama auf einer Fläche von 75,990 km² 2,778,526 Millionen Einwohner (36,6 Einwohner/km²). Das Land grenzt nördlich an das karibische Meer, südlich an den Pazifik, östlich an Kolumbien und westlich an Costa Rica (Abb. 5). Aufgrund der wichtigsten geographischen Position ist die Ökonomie Panamas auf Dienstleistung (Banken, Geschäfte, Tourismus, etc.) begründet, die 74 % des Bruttosozialprodukt entspricht. Als wirtschaftliche Basis Panamas ist der Agrarsektor nur mit 8 % (1997) an der Entstehung des Bruttosozialprodukts beteiligt. Nach den Ergebnissen des Agrarzensus (1997) besteht die gesamte Oberfläche des Landes zu 7 % aus Ackerbau, 2 % aus permanenten Kulturen, 20 % aus permanenter Weide, 44 % aus Wäldern und Gehölz.

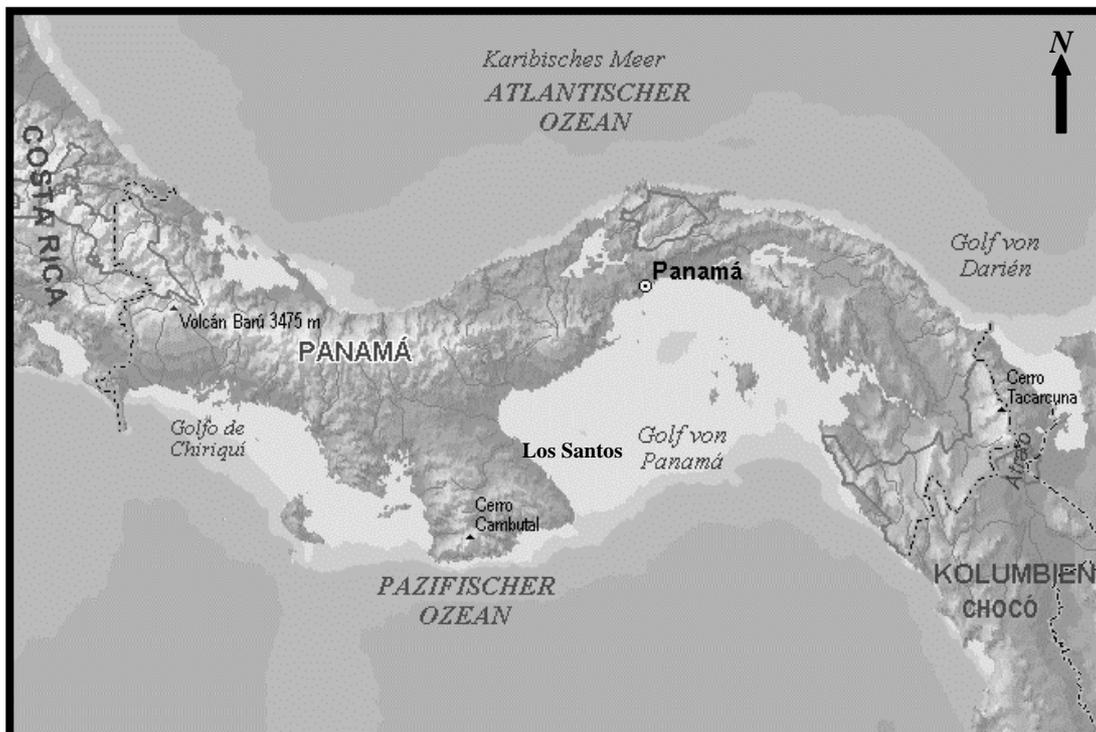


Abb. 5: Republik Panama.

Die wichtigen landwirtschaftlichen Exportprodukte, die nach USA, andere Länder Mittelamerikas und die Karibik ausgeführt werden, sind Bananen (43 %), Zuckerrohr (4 %) und Kaffee (2 %). Für den nationalen Konsum sind auch Reis, Mais, Tomaten, Zwiebeln und andere Gemüse wichtige Produkte.

Das tropische Klima wird gewöhnlich durch den Wechsel einer Trockenzeit (Dezember - Mai) mit einer Regenzeit (Mai - November) bestimmt (Abb. 6). Im Dezember 1998 gab es jedoch aufgrund des sogenannten „La Niña“ Phänomens und auch als Folge des Hurrikans „Mitch“ ungewöhnlich viel Regen (Abb. 6), der zu schlechten Folgen für die Landwirtschaft sowie für andere Aktivitäten führte. Die Temperatur ist in Los Santos (Halbinsel Azuero) während des ganzen Jahres mit Werten zwischen $24,1 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ (minimal) und $34,2 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ (maximal) sehr stabil (Quelle: Wetterstation der Firma Nestlé S.A., Los Santos). Die Provinz Los Santos besitzt eine hohe relative Luftfeuchtigkeit, die wenig schwankt, mit einem jährlichen Mittelwert von $86,0 \pm 5,1 \%$. Der Regen ist auf die Monate Juli und September/Oktober konzentriert. In Abb. 6 ist der Verlauf der Temperaturen, Niederschläge und der relativen Luftfeuchtigkeit während der durchgeführten Versuche dargestellt.

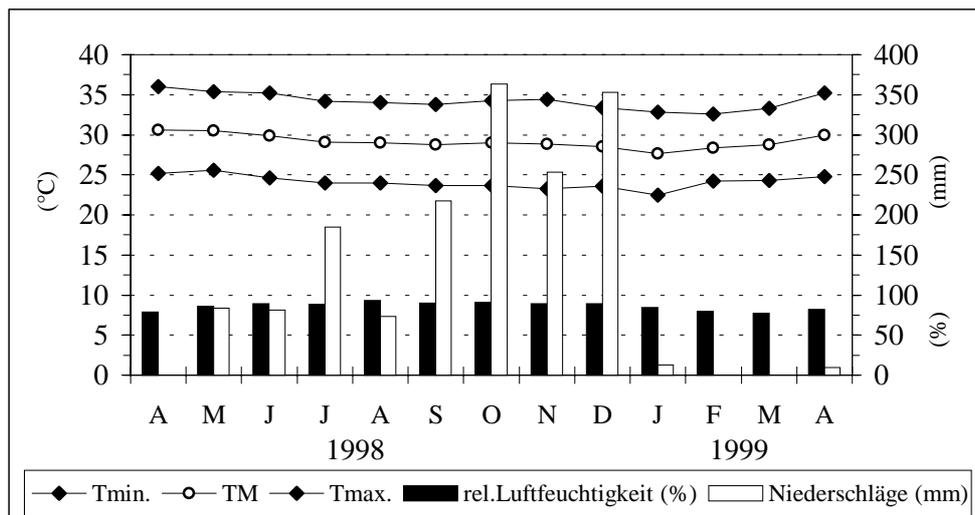


Abb. 6: Klimadaten des Versuchsstandortes in Los Santos, Panama. Quelle: Wetterstation der Firma Nestlé S.A., April.1998 - April.1999. (TM = durchschnittliche Temperaturen, °C).

4.2. Tomatenproduktion in Mittelamerika und Panama

4.2.1. Wirtschaftliche Bedeutung

Von der großen Vielfalt der Gemüse, die in Mittelamerika angebaut werden, ist der Tomatenanbau (*Lycopersicon esculentum*) am bedeutsamsten, nicht nur für die Erntefläche (21000 ha/Jahr), sondern auch für den ökonomischen Produktionswert (50 Millionen US\$, CATIE 1990). Die Tomatenproduktion hat eine hohe ökonomische Bedeutung, insbesondere für Guatemala und Panama, durch die Arbeitskräfte in der Produktion, Vermarktung und in der Agro-Industrie. Tomaten stellen eine wichtige Mineralien- und Vitaminquelle für die Bevölkerung Mittelamerikas dar. Der tägliche Konsum beträgt 30g pro Person (CATIE 1990).

Obwohl die Nutzung der Tomaten sehr intensiv und etwas technifiziert ist, sind die Erträge in Mittelamerika (12,8 Tonnen/ha) niedriger im Vergleich zu den USA oder Europa (25,0 Tonnen/ha). Einige der wichtigen Gründe dieses niedrigen Ertrages ist die hohe Auswirkung von Schädlingen, die in den letzten Jahren zu 20- bis 100 % Ertragsverlust geführt haben. Dies wirkt sich negativ auf die wirtschaftliche Aktivität aus (SALGUERO 1993, POLSTON & ANDERSON 1997).

Tomaten werden in Mittelamerika vor allem als Gemüse konsumiert, in den letzten Jahren spielen aber auch Industrietomaten eine zunehmend wichtige Rolle. Eine statistische Übersicht der Produktion der Gemüse- und der Industrietomate in Panama in zwei Perioden (1980-81 und 1990-91) ist in Tab. 1 beschrieben. Diese Tabelle erlaubt einen Vergleich der angebauten Fläche, Erträge, und der ökonomischen Werte der Industrie- und der Gemüsetomate. Das Produktionsgebiet der Industrietomate in Panama konzentriert sich zu 98 % auf die Halbinsel-Azuero (Los Santos, Herrera und die Provinz Coclé). In den Jahren 1995/1996 wurde ein hoher durchschnittlicher Ertrag von 25,7 Tonnen/ha geerntet (J.C. CEDEÑO, Firma Nestlé S.A. - Panama, pers. Mitt.), was einen Betrag von 2,51 Millionen US\$ entspricht und 157,680 Arbeitsplätzen (HIM 1997).

Außer den klimatischen Faktoren, spielt auch die Auswirkung der Schädlinge und Krankheiten eine wichtiger Rolle in der Senkung des Ertrages. Aus den ca. 1200 beschriebenen Arten von Weißen Fliegen der Familie Aleyrodidae, ist *B. tabaci* der

wichtigste Schädling in Mittelamerika und in der Karibik. Das Populationsniveau der Weißen Fliege in Mittelamerika hat sich nach 1985 erhöht (HILJE & ARBOLEDA 1993).

Tab. 1: Statistische Daten über den Tomaten-Ertrag in Panama (nach DELGADO 1994).

Zeitraum	Angebaute Fläche (ha)	Ertrag (qq) [†]	Preis (B./qq) [‡]	Produktionswert (B./.)	Verkauf (%)
Industrietomate					
1980-1981	878,4	594,400	18,00	10,699,200	66,0
1990-1991	848,2	489,481	16,64	8,144,964	62,0
Gemüsetomate					
1980-1981	239,6	58,342	12,56	732,775	57,5
1990-1991	502,4	136,110	18,24	2,469,035	59,0

[†] 1 qq (=Quintal) entspricht 45,4 kg

[‡] 1,00 B/. (=Balboa) entspricht 1,00 US\$

4.2.2. Tomatenkulturen in Panama

Die Hauptproduktion an Industrietomaten in Panama ist in den Zentralen Provinzen konzentriert, welche 98 % der gesamten angebauten Oberfläche des Landes entspricht. Im folgenden ist die klassische Anbauweise für Tomaten nach HIM (1997) beschrieben:

- **Pflanzschule:** Zunächst wird der Boden bearbeitet. Als nächstes werden Saatbeete (10 m lang X 1 m breit), welche in 20 cm Höhe angebaut werden, vorbereitet und mit Basamid[®] (40 g/m², Fungizid) oder mit einer Mischung von Ridomil[®] + Captan[®] (5 g/gl., Fungizide) desinfiziert. 10 Tage nach der Keimung wird 10 g/m² Harnstoff als Düngemittel angewendet. Um ein Schädlingsaufkommen zu vermeiden, ist es empfehlenswert, in der Umgebung der Saatbeete 20 Tage vorher eine Reihe von Sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Mönch) oder Mais (*Zea mays* L.) anzubauen. Für eine Bestandesdichte von ca. 33,400 Tomatenpflanzen/ha benötigt man 64 bis 80 g Saatgut. Um die kleinen Pflanzen nach der Keimung zu schützen, werden Fungizide und Insektizide angewendet. Die Tomatenpflanzen werden in den Saatbeeten mit NPK (12-24-12 oder 15-30-8) versorgt. Eine direkte Aussaat kommt nicht vor. Im Alter von ca. 21 bis 25 Tagen (vier bis sechs voll ausgebildete Blätter) wird an den endgültigen Standort verpflanzt.

- **Bodenbearbeitung:** Der Boden wird zunächst mit einer Wendepflug bearbeitet, danach wird das Feld bis zu zwei mal mit einer Scheibenegge in unterschiedlicher Richtung nachbearbeitet. Als nächstes werden die Bewässerungsfurchen in 1,25 m Abstand voneinander mit einem Grabenpflug gezogen. Um einen guten Ertrag (>1000 qq/ha.) der Sorte *IDIAP-T7* zu garantieren, ist es empfehlenswert, 33400 Pflanzen/ha anzubauen, welche mit 1,3 m Furchen-Abstand und 23 cm Pflanzen-Abstand voneinander oder mit 1,25 m Furchen-Abstand und 24 cm Pflanzen-Abstand von einander anzulegen sind.

- **Aussaatzeit:** In den zentralen Provinzen werden das ganze Jahr über Tomaten angebaut. Während der Regenzeit sind die Kulturen stark von Krankheiten befallen, was die Produktionskosten erhöht. Während der Trockenzeit sind die Wetterbedingungen geeignet, um eine gute Fruchtqualität und gute Erträge zu erhalten. Die Düngung wird nach einer Bodenanalyse der Felder durchgeführt. Auf Böden mit einer hohen bis mittleren Fruchtbarkeit ist es zu empfehlen, daß nach der Verpflanzung oder fünf bis sechs Tagen nach der Häufeln mit 15- bis 20 qq von 15-30-8 (NPK) gedüngt werden soll. Zwei Harnstoff-Anwendungen (3 qq/ha) werden während des Zyklus angewendet, wobei die erste Anwendung 25 Tage nach der Aussaat und die zweite 35 bis 40 Tage nach der Aussaat durchgeführt werden soll. In der Regel werden die Pflanzschulen der Industrietomaten von November bis zur ersten Dezemberwoche angelegt. Die Pflanzen werden von der letzten Novemberwoche bis zur ersten Januarwoche verpflanzt. Die Erntezeit liegt zwischen Februar und Mitte April.

- **Bewässerung:** Einer der entscheidenden Punkte, um hohe Erträge zu bekommen, ist die Sicherstellung einer geeigneten Bewässerung. Die Bewässerung ist schätzungsweise zu 30 % für den Ertrag verantwortlich. In Panama wird normalerweise durch Furchen bewässert, erst in den letzten Jahren wird die Tropfbewässerung eingeführt. Bei der Furchenbewässerung muß vor und nach dem Verpflanzen bewässert werden. Zwischen dem Verpflanzen und dem Blühbeginn wird jeden 6. Tag, insgesamt vier bis fünf mal, bewässert. Zwischen der Blütezeit und der Ernte wird jeden 3. - 4. Tag, insgesamt zwischen 10 und 12 mal, bewässert.

-
- Blühbeginn ist ca. 4-6 Wochen, die erste Ernte ca. 75-80 Tage nach dem Verpflanzen zu erwarten. Die Anwesenheit von Früchten unterschiedlicher Größe und Reifestadien zeigt den Bauern, daß in dem Feld weitere phytosanitäre Bekämpfungsmaßnahmen und Bewässerung durchgeführt werden müssen. In der Regel wird das Feld 3 bis 5 mal geerntet. Um eine Verschlechterung der Fruchtqualität zu verhindern, wird empfohlen, die Früchte in Plastikkisten einzupacken.

4.3. Kürbis in Panama

Traditionell wird der Kürbis [*Cucurbita moschata* (Duchesne Ex Lam.)] in Panama nur für den nationalen Konsum angebaut. Kürbis wurde immer als eine Sekundär-Kultur betrachtet. Auf diesen Grund wird wenig oder fast keine Technologie dafür angewendet (DE GRACIA 1997). Seit 1986 wurden die ersten Kürbisse in die USA exportiert. In den letzten fünf Jahren ist diese Kultur sehr wichtig geworden. 1995 wurden 1000 ha angebaut, von denen 8,8 Tonnen exportiert wurden, mit einem durchschnittlichen Ertrag von ca. 350 qq/ha (DE GRACIA & GUERRA 1997).

Für die Senkung des Ertrages spielen außer klimatischen Bedingungen auch Schädlinge, insbesondere die Weißen Fliegen (*B. tabaci*), die Blattläuse (*Aphis gossypii* Glover, Homoptera: Aphididae) und der sogenannte „Melonwurm“ [*Diaphania hyalinata* (L.); Lepidoptera: Pyralidae] eine große Rolle. Der Hauptschaden von *B. tabaci* an Kürbis besteht in der Übertragung von Viren, die für die „Silver-leaf-disorder“ verantwortlich sind, welche zu einem Entfärben der Blätter und der Früchte führen (BROWN 1990).

Adultstadien und Larven von Blattläusen (*A. gossypii*) saugen an Blättern von Kürbis, anderen Cucurbitaceae sowie anderen Wirtspflanzen. Durch den Speichel, der toxische Stoffe für die Pflanzen enthält, wird ein Einrollen und Entfärben der Blätter verursacht, was die Pflanzen vorzeitig entlauben kann (KING & SAUNDERS 1984). Cucurbitaceae können durch Blattläuse auch mit virotischen Krankheiten befallen werden (SCHMUTTERER 1990a).

Die Larven von *D. hyalinata* ernähren sich von Blättern oder Blüten und bohren auch in Stengeln und Früchten von Kürbis sowie von anderen Cucurbitaceae (z.B. Moschuskürbis, Gurke und Riesenkürbis). Hierdurch können sie eine Entlaubung der Pflanze, den Ausfall von Blüten oder das Verfaulen der Früchte verursachen (KING & SAUNDERS 1984, SCHMUTTERER 1990a).

4.4. Die Hauptschädlinge

4.4.1. *Bemisia tabaci* (Gennadius)

4.4.1.1. Biologie

Taxonomische Einordnung nach WOODWARD *et al.* (1970), RICHARDS & DAVIS (1977, in LOPEZ-AVILA 1986) ist wie folgt:

Ordnung: Hemiptera

Unterordnung: Homoptera

Überfamilie: Aleyrodoidea

Familie: Aleyrodidae

Unterfamilie: Aleyrodinae

oder nach BORROR *et al.* (1989):

Ordnung: Homoptera

Unterordnung: Sternorrhyncha

Überfamilie: Aleyrodoidea

Familie: Aleyrodidae

Unterfamilie: Aleyrodinae

Obwohl Schlüssel für die Klassifizierung der Aleyrodidae bis zur Unterfamilie und Gattung nach morphologischen Merkmalen der Adulten zu Verfügung stehen, können die meisten Arten der Weißen Fliege nicht nach Adulten-Merkmalen bestimmt werden. Die Gattungen und Arten werden über das vierte Larvenstadium, das in seiner Spätphase auch als „Puparium“ oder „Pupal-cases“ bezeichnet wird, bestimmt (MOUND & HALSEY 1978, GILL 1990). Bei polyphagen Arten, wie *B. tabaci* und *T. vaporariorum*, variiert selbst das Aussehen des Pupariums je nach Wirtspflanzen (MOUND 1963, RUSSELL 1948, zit. in MOUND 1983). *B. tabaci* wurde zuerst als *Aleurodes tabaci* in Griechenland beschrieben (GENNADIUS 1899, zit. in BROWN *et al.* 1995). Die morphologischen Varianten verbunden mit den Wirtspflanzen und die Polyphagie führten zu einer Liste von *Bemisia* Arten, welche 1957 zu einem einzigen Taxon (*Bemisia tabaci*) synonymisiert wurde (RUSSELL 1957, zit. in BROWN *et al.* 1995). Die Herkunft von *B. tabaci* ist unklar. LEON (pers. Mitt., zit. in HIDALGO 1975) vermutet den Ursprung von *B. tabaci* in Afrika, nach MOUND (1983) jedoch kommt *B. tabaci* aus den orientalischen Regionen und wurde durch den Menschen von Indien nach Amerika und Afrika verschleppt. Heute ist sie über den gesamten subtropischen, tropischen Raum und an der Grenze der gemäßigten Klimazonen verbreitet.

Seit etwa 1990 sind von *B. tabaci* Biotypen dokumentiert worden, die morphologisch schwer zu trennen sind. Nach den Wirtspflanzen und der Markierung unspezifischer

Esterasen werden in Mittelamerika und in der Karibik die Biotypen A, A₁, B, C, D, F und N identifiziert (BROWN 1993). In Panama kommen die Biotypen A und B vor. Dem B-Typ wird eine höhere Fertilität und phytotoxische Wirkung auf Cucurbitaceae und Tomatenpflanzen nachgesagt (BROWN 1990, 1993, COSTA & BROWN 1991, BETHKE *et al.* 1991). Nach den biologischen Unterschieden und dem Verhalten des B-Types gehen PERRING *et al.* (1993) davon aus, daß es sich bei dem B-Typ um eine eigene Art handelt, die *B. argentifolii* oder die „Silverleaf whitefly“ genannt wurde. Über die Bezeichnung des B-Types als neue Art gibt es aber noch Diskussion (BROWN *et al.* 1995).

4.4.1.2. Reproduktion

Begattete Weibchen von *B. tabaci* können männlichen und weiblichen Nachwuchs erzeugen. Sie haben alternativ die Fähigkeit, sich durch Parthenogenese (Typ: Arrhenotokie) zu vermehren, wobei hier der Nachwuchs nur männlich ist (BYRNE & BELLOWS 1991).

B. tabaci durchläuft folgende Stadien: Eier, Larven, Puparium und Adultstadium (Abb. 7). Nach den ersten 24 Stunden oder einige Tage nach dem Schlupf sind die Weißen Fliegen fähig, Eier abzulegen (SHARAF & BATTA 1985, LOPEZ-AVILA 1986). Die Eier werden fast immer an der Blattunterseite einzeln oder in kleinen Gruppen abgelegt. Die Menge abgelegter Eier/Weibchen ist von Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Wirtspflanzen und sogar von dem Biotyp beeinflusst, und sie schwankt stark zwischen den Autoren (GERLING *et al.* 1986). Die Angaben reichen von >70 bis zu 309 Eier pro Weibchen (BUTLER *et al.* 1983, EICHELKRAUT & CARDONA 1989). Die Inkubationszeit variiert abhängig von der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit und beträgt 3 bis 29 Tage unter Feldbedingungen (Temperatur: je 28,4 °C und 14,2 °C) (AZAB *et al.* 1972, zit. in LOPEZ-AVILA 1986).

Das erste Larvensstadium (L₁), der sogenannte „Crawler“, sucht einen geeigneten Platz um sich festzusetzen und die Nahrungsaufnahme zu beginnen. Die dorsale Oberfläche des Crawlers ist konvex, die Unterseite ist flach. Die Dauer des Stadiums liegt zwischen zwei und sechs Tagen. Die Beine sind in diesem Stadium gut entwickelt.

Zwischen dem zweiten und vierten Larvensstadium (L₂-L₄) finden hauptsächlich Änderungen in der Größe statt. Alle diese Stadien sind sessil und haben keine Beine. Die torakalen- und abdominalen Segmente sowie die T-förmige Schlupföffnung sind nicht sichtbar. Zwischen jedem Stadium findet eine Häutung statt und jedes Stadium dauert zwischen zwei und sieben Tagen.

Zwischen dem vierten Larvensstadium und dem Puparium findet keine Häutung statt. Es gibt einige Unterschiede in der Morphologie. Hier sind die Augen deutlich entwickelt und die torakalen- und abdominalen Segmente sowie die T-förmige Schlupföffnung sind deutlich zu sehen.

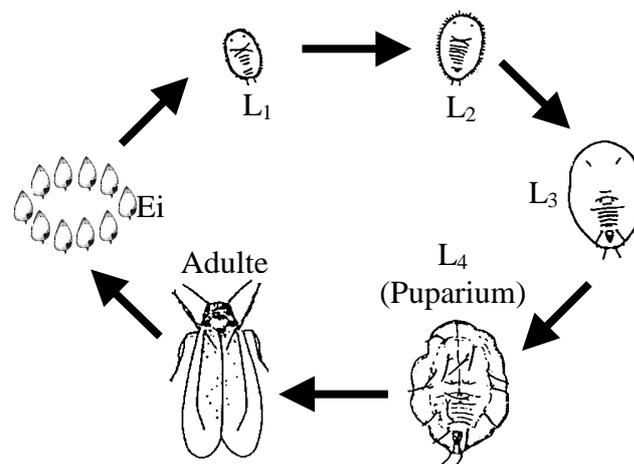


Abb. 7: Lebenszyklus von *B. tabaci* (verändert nach SPONAGEL 1999).

Unter Feldbedingungen in Ägypten dauert der Zyklus zwischen 14 und 60 Tagen, wobei die kürzesten Zeiten für den Sommer berichtet wurden (AZAB *et al.* 1972, zit. in LOPEZ-AVILA 1986). LOPEZ-AVILA (1986) hat berichtet, daß die Zeit seit Anfang der Eiablage bis zum Schlüpfen der Adulten für Tomaten: 23,5 Tage, Bohnen: 21,5 Tage, Tabak: 22,4 Tage, Baumwolle: 23,0 Tage und Lantana (*Lantana camara* L.): 25,4 Tage beträgt. Unter optimalen tropischen Bedingungen ist dokumentiert worden, daß das Lebenszyklus oft weniger als drei Wochen dauert (MOUND 1983, EICHELKRAUT & CARDONA 1989).

Nach dem Schlüpfen, das meist in den ersten Morgenstunden stattfindet, ist der Körper der Adulten weich und weißlich-gelb. Nach einigen Stunden wechselt die Farbe aufgrund

von Wachsablagerung an dem Körper und an den Flügeln, zu Weiß. Die Antennen sind lang, filiform und bestehen aus sieben Segmenten. Die Mundwerkzeuge sind dem Typ nach stechend-saugend. Die Weibchen leben länger als die Männchen. Nach AZAB *et al.* (1972, zit. in LOPEZ-AVILA 1986) schwankt die Lebensdauer der Männchen in Ägypten zwischen 2 und 17 Tagen, die der Weibchen zwischen 8 und 60 Tagen. LOPEZ-AVILA (1986) dokumentierte unter Laborbedingungen, daß die Männchen zwischen 5 und 15 Tagen, also im Durchschnitt 8,7 Tage, die Weibchen zwischen 5 und 32 Tage, im Durchschnitt also 19,8 Tage, leben.

Hinsichtlich des Verhältnisses Männchen-Weibchen ist dokumentiert worden, daß eine Abnahme der Temperatur von 25°C bis zu 14°C zu einer prozentualen Zunahme der Weibchen führt (SHARAF & BATTI 1985). Die Autoren haben für solche Temperaturen ein Verhältnis von je 1:1,18 und 1:1,31 (Männchen:Weibchen) festgestellt. Nach LOPEZ-AVILA (1986) beträgt das Verhältnis Männchen-Weibchen an Bohnen bei 25°C 1:2,15. Die Anzahl von Generationen pro Jahr unter tropischen Feldbedingungen schwankt zwischen 11 und 15 (HUSAIN 1931, AVIDOV 1956, AZAB *et al.* 1972, zit. in LOPEZ-AVILA 1986).

4.4.1.3. Wirtspflanzen

B. tabaci hat ein breites Spektrum von Wirten. Die Larven und Adulten ernähren sich von vielen Kulturen verschiedener Pflanzenfamilien (z.B. Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Fabaceae, Malvaceae und Solanaceae) (BYRNE *et al.* 1990, HILJE *et al.* 1993). GREATHEAD (1986) dokumentierte, daß *B. tabaci* sich an über 500 Pflanzenarten aus 74 Familien ernähren kann. In Lateinamerika und der Karibik wurde sie an 71 Pflanzenarten gefunden, von denen 17 Arten Kulturen sind und 54 Arten Wildpflanzen. *B. tabaci* verursacht Probleme als direkter Schädling oder als Virenüberträger an den unten genannten Kulturen (BROWN 1990, HILJE & ARBOLEDA 1993, LOURENÇAO & NAGAI 1994, CABALLERO & PITY 1995). Bei den betroffenen Kulturen Lateinamerikas und in der Karibik handelt es sich um: *Ipomoea batatas* (L.) Lam. (Batata), *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai (Wassermelone), *Cucumis melo* L. (Melone), *Cucumis sativus* L. (Gurke), *Cucurbita maxima* Duchesne (Riesenkürbis), *Cucurbita mixta* Pang. (Ayote), *Cucurbita moschata* Duchesne (Moschuskürbis), *Glycine max* (L.) Merrill (Soya), *Phaseolus vulgaris* L. (Buschbohne), *Gossypium hirsutum* L.

(Baumwolle), *Hibiscus esculentus* L. (Okra), *Capsicum annum* L. (Paprika), *Lycopersicon esculentum* (Tomaten), *Nicotiana tabacum* L. (Tabak), *Solanum melongena* L. (Aubergine), *Solanum tuberosum* L. (Kartoffel) und *Sesamum indicum* L. (Sesam). Zusätzlich zu den obengenannten Kulturen sind in Panama weitere Wirtspflanzen von *B. tabaci*, wie *Brassica oleracea* L. (Kohl) und *Persea americana* Miller (Avocado), dokumentiert worden (ZACHRISSON & POVEDA 1993).

4.4.1.4. *B. tabaci* als Virusvektor in Tomatenanbau in Panama

B. tabaci ist sowohl einer der häufigsten als auch der wichtigste Viren-Überträger des Gemüseanbaus (z.B. Tomaten, Bohnen sowie Cucurbitaceae) in der tropischen und subtropischen westlichen Halbkugel (BROWN 1990, POLSTON & ANDERSON 1997). Die Viren-Übertragung ist persistent und zirkulativ, wie bei vielen anderen Viren (BROWN 1990). In Panama sind aufgrund der Weißen Fliege und der Geminiviren auf der Halbinsel Azuero 1997, wie bereits in der Einleitung erwähnt, Verluste von 2500 Tonnen in der Tomatenindustrieproduktion (ca. 250.000 US\$) berichtet worden (J.C. CEDEÑO, Firma Nestlé S.A. - Panama, pers. Mitt.).

4.4.1.5. Wirtschaftliche Bedeutung

Eine geeignete Schätzung über die wirtschaftliche Bedeutung von *B. tabaci* zu treffen, ist sehr schwer. Einigen Daten geben eine Vorstellung über die Größe des Problems in Mittelamerika und der Karibik. In der Tomatenproduktion Panamas wurden während der Produktionsperiode 1997/1998 Verluste von ca. 55 % in Vergleich zu der Periode 1995/1996 berichtet (J.C. CEDEÑO, Firma Nestlé S.A.-Panama, pers. Mitt.). In Costa Rica sanken die Erträge von 35 bis zu 21 Tonnen/ha (HILJE 1996). In Honduras wurden 1992 4,6 Millionen US\$ Verlust in die Tomatenproduktion dokumentiert (CABALLERO & RUEDA 1993). In der Dominikanischen Republik entstanden 1993-1994 Verluste bis zu 80 % und in Guatemala 1992 bis zu 60 % (P. MAXWELL 1995, pers. Mitt., zit. in HILJE 1996). In Nicaragua sank die Bohnenproduktion von 3,2 bis zu 0,7 Tonnen/ha (COMISION NACIONAL DE MOSCA BLANCA 1993). In den USA (Arizona, Kalifornien, Florida und Texas) wurden 1991 und 1992 Verluste von je 200 Millionen US\$ und 500 Millionen US\$ geschätzt. In Kalifornien („Imperial Valley“) sind zwischen 1991 und 1995 jährliche Verluste von 100 Millionen US\$ dokumentiert worden (HENNEBERRY *et al.* 1996, zit. in HILJE 1996). Wie bereits in der Einleitung erwähnt,

setzen sich die durch *B. tabaci* verursachten Schäden aus direkten Saugschäden mit Honigtauabgabe zusammen und aus den Schäden durch die Übertragung von Geminiviren.

4.4.1.6. Natürliche Feinde

LOPEZ-AVILA (1986) hat eine zahlreiche Liste von Prädatoren, einigen entomopathogenen Pilzen und Parasitoiden aufgeschrieben. Hierbei werden unter den Prädatoren die Familien Chrysopidae (Neuroptera), Anthocoridae (Hemiptera), Coccinellidae (Coleoptera), Phytoseiidae und Stigmaeidae (Acarina) genannt. GERLING (1990) dokumentierte fast die gleichen Prädatorenfamilien wie LOPEZ-AVILA (1986), zusätzlich wurden hier auch die Familien Miridae (Hemiptera), Empididae (Diptera) und Coniopterygidae (Neuroptera) aufgelistet. LOPEZ-AVILA (1986) beschreibt für die Parasitoiden die Gattungen *Aphelosoma*, *Encarsia*, *Eretmocerus*, *Pterotrix* (Hym.: Aphelinidae) und *Aphagnomus* (Hym.: Ceraphronidae). GERLING (1990) erwähnt die Gattungen *Azotus*, *Cales*, *Encarsia*, *Eretmocerus* (Hym.: Aphelinidae), *Amitus* (Hym.: Platygasteridae), und *Euderomphale* (Hym.: Chalcididae). Weltweit sind 28 Arten von Parasitoiden von *B. tabaci* dokumentiert worden, von denen anzunehmen ist, daß 8 Arten ihren Ursprung auf dem amerikanischen Kontinent nahmen (GERLING 1990, POLASZEK *et al.* 1992).

4.4.2. *Diaphania hyalinata* L.

4.4.2.1. Biologie

Die taxonomische Einordnung nach BORROR *et al.* (1989) ist:

Ordnung: Lepidoptera

Unterordnung: Ditrysia

Überfamilie: Pyraloidea

Familie: Pyralidae

Unterfamilie: Pyraustinae

4.4.2.2. Reproduktion

Die Eier werden einzeln oder in kleinen Gruppe an Blättern, Spitzen, Blüten oder an den Früchten abgelegt. Nach 4 oder 5 Tagen schlüpfen sie aus. Die Larven durchlaufen fünf Stadien, was zwischen 14 bis 21 Tage dauert. Wenn die Larven ausgewachsen sind, erreichen sie eine Länge bis zu 20 cm, sind hell-grünlich und erkennbar durch zwei weiße

Streifen auf der dorsalen Oberfläche. Die junge Larven ernähren sich hauptsächlich von Blättern, sie sind dunkler als die älteren Larven, die sich vom Minierfraß im Stamm oder in den Früchten ernähren (KING & SAUNDERS 1984, SCHMUTTERER 1990a). Die Puppe ist braun und in einem Kokon geschützt, welcher zwischen Blättern oder auf dem Boden gebaut wird. Dies Stadium dauert zwischen 5 und 10 Tagen. Die Adulten sind während des Tages aktiv und erkennbar durch ein schwarzes Band am Rand der Flügel, das sich mit Ausnahme der Innenseite der hinteren Flügel vollständig durchzieht und von einer schwarzen Haarbürste am letzten Abdominalsegment abgelöst wird. Wenn Cucurbitaceae im karibischen Raum ständig angebaut werden, kann *D. hyalinata* viele Generationen per Jahr erzeugen (KING & SAUNDERS 1984, SCHMUTTERER 1990a).

4.4.2.3. Wirtspflanzen

Die Larven ernähren sich von einem reichen Zahl von Cucurbitaceae. In der Dominikanischen Republik sind Melonen, Gurken, Kürbis, Wassermelonen und Chayote [*Sechium edule* (Jacq.) Sw.] als Wirtspflanzen von *D. hyalinata* dokumentiert worden (SCHMUTTERER 1990a).

4.4.2.4. Wirtschaftliche Bedeutung

Zur Zeit ist *D. hyalinata* in Nord-, Süd- und Mittelamerika sowie in der Karibik ein wichtiger Schädling und normalerweise mit *Diaphania nitidalis* (Stoll) verbunden (SCHMUTTERER 1990a).

4.4.2.5. Natürliche Feinde

KING & SAUNDERS (1984) geben für den karibischen und lateinamerikanischen Raum folgende Parasitoidenarten an: Larven Parasitoiden: *Apanteles* sp. (Hym.: Braconidae), *Polycyrtus semialbus* (Cress.), *Eiphosoma insularis* Vier. (Hym.: Ichneumonidae), *Brachymeria robustella* Wolcott, *Smiera* spp. (Hym.: Chalcididae), *Stomatodexia cotburnata* Wied., Larven/Puppen Parasitoiden: *Nemorilla maculosa* Meig., *N. floralis* (Fall.) (Dipt.: Tachinidae), *Sarcophaga lambens* Wied. (Dipt.: Sarcophagidae).

4.4.3. *Aphis gossypii* Glover

4.4.3.1. Biologie

Die taxonomische Einordnung nach BLACKMAN & EASTOP (1984) ist wie folgt:

Ordnung: Hemiptera

 Unterordnung: Homoptera

 Überfamilie: Aphidoidea

 Familie: Aphididae

 Unterfamilie: Aphidinae

oder nach BORROR *et al.* (1989):

Ordnung: Homoptera

 Unterordnung: Sternorrhyncha

 Überfamilie: Aphidoidea

 Familie: Aphididae

 Unterfamilie: Aphidinae

4.4.3.2. Reproduktion

A. gossypii vermehrt sich in warmem Klima nur durch Parthenogenese, in den gemäßigten Klimazonen kommt auch sexuelle Vermehrung vor. In den Tropen ist die Vermehrung von *A. gossypii* an Baumwolle ständig lebendgebärend, durch Parthenogenese. Lebenstabellen von *A. gossypii* sind unter Laborbedingungen an Baumwolle dokumentiert worden (XIA *et al.* 1999). Unter hohen Temperaturen wird eine Generation in wenigen Tagen erzeugt. Ein Weibchen legt zwischen 20 und 140 Larven des ersten Larvensstadiums ab. Alle Stadien sind hell-grünlich, gelb-grünlich bis schwarz-grün. Die Gelenke und die Syphonen sind dunkel, die Augen rot oder schwarz. Geflügelte und ungeflügelte Generationen kommen vor, was von der Ernährungsquelle abhängig ist. Normalerweise lebt *A. gossypii* in großen Kolonien an der Blattunterseite junger Blätter oder an den Stämmen der Wirtspflanzen (KING & SAUNDERS 1984, SCHMUTTERER 1990a).

4.4.3.3. Wirtspflanzen

A. gossypii sind polyphage Insekten und ernähren sich von folgenden Kulturen: Cucurbitaceae (Wassermelonen, Melonen, Gurken), Bohnen, Zuckerrüben (*Lactuca sativa* L.), Spinat (*Spinacia oleracea* L.), Karotten (*Daucus carota* L.), Kopfsalat (*Beta vulgaris* L.), Solanaceae (Tomaten, Paprika, Aubergine) und Baumwolle (KING & SAUNDERS 1984, SCHMUTTERER 1990a).

4.4.3.4. Wirtschaftliche Bedeutung

In allgemeinen ist *A. gossypii* kein großes Problem in Nahrungskulturen, sie können jedoch während der Trockenzeit ein potentiell Problem in Mittelamerika und in der Karibik bedeuten, da hohe Populationen in kurzer Zeit erreicht werden können. *A. gossypii* scheiden Zucker aus, wobei das Pilzwachstum gefördert ist. Indirekte Schäden kann *A. gossypii* durch die Virenübertragung in Gemüse verursachen. (KING & SAUNDERS 1984, SCHMUTTERER 1990a).

4.4.3.5. Natürliche Feinde

KING & SAUNDERS (1984) listen folgende Parasitoidenarten, Prädatoren und entomopathogenen Pilzen auf: Parasitoiden: *Aphidius* spp., *Lysiphlebus testaceipes* (Cress.) (Hym.: Braconidae), Prädatoren: *Ceratomegilla maculata* Deg., *Cycloneda sanguinea* (L.), *Hippodamia convergens* Guérin (Col.: Coccinellidae), *Allograpta obliqua* Say, *Baccha* spp. und anderen Syrphidae (Diptera), entomopathogene Pilze: *Verticillium lecanii* (Zimm.).

4.5. Die Unkrautflora auf Tomatenfeldern in Panama

Durch Bodenbearbeitungsmaßnahmen, insbesondere aber durch den regelmäßigen Gebrauch von Herbiziden, ist der Bestand der Ackerbegleitflora in den Tomatenfeldern Panamas stark reduziert. Daher wurde hier auch auf eine quantitative, flächenbezogene Bestandsaufnahme verzichtet. Es seien hier nur qualitativ die häufigsten Pflanzenarten aufgelistet. Die folgenden Unkrautarten wurden auf den untersuchten Tomatenfeldern gefunden: *Melampodium divaricatum* L. Rich. ex Pers. (Asteraceae), *Cleome viscosa* L. (Capparaceae), *Cyperus rotundus* L. (Cyperaceae), *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae), *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae), *Malachra alceifolia* Jacq. (Malvaceae) und *Physalis angulata* L. (Solanaceae). Es ist zu bemerken, daß an allen Unkrautarten mit Ausnahme von *C. rotundus*, unterschiedlichen Stadien von *B. tabaci* festgestellt wurden.

5. Wirkung von natürlichen und synthetischen Insektiziden auf *Bemisia tabaci* (Gennadius) und andere Schädlinge sowie Viruskrankheiten an Tomaten- und Kürbispflanzen in Panama

5.1. Material und Methoden

5.1.1. Verwendete Produkte und andere Auskünfte über die Feldversuche

Die Behandlungen, Dosierungen und andere Auskünfte über die verwendeten Produkte, die in den Versuchen Tom-1, Tom-2, Tom-3 und Kür-1 getestet wurden, sind in der Tab. 2 beschrieben. In dem Anhang (Tab. A, B und C) wurde Auskünfte über Standort, Muster, Größe der Parzelle, wichtige Termine, Versuchsanlage sowie das agronomische Verfahren gegeben, das von der Aussaat bis zu der Ernte der Tomaten und Kürbisse benutzt wurde.

Tab. 2: Namen, Dosierungen, Wirkstoffe und andere Spezifikationen zu den verwendeten Produkten in den Versuchen Tom-1, Tom-2, Tom-3 und Kür-1.

Kommerzieller Name	Wirkstoff	Dosierung	Häufigkeit
Tom-1			
NeemAzal-T/S®	Azadirachtin	3 l/ha	1. Jeden 6. Tag
Thiodan®	Endosulfan	1,5-2 l/ha	1. Jeden 7. – 8. Tag
Confidor® 70 WG	Imidacloprid	500 g/ha	1. Behandlung am Boden
		250 g/ha	2. An Blättern, jeden 20. Tag gespritzt nur 3 mal
Kontrolle	-----	-----	1. Ohne Behandlung
Tom-2			
NeemAzal-T/S®	Azadirachtin	3 l/ha	1. Jeden 6. Tag
(+Niemöl-Emulgator)		5 ml/1 l Wasser	2. Jeden 6. Tag ab 18.02.99
Confidor® 70 WG	Imidacloprid	13 g/9m ²	1. Behandlung am Boden der Pflanzschule
		500 g/ha	2. Nur 1 mal am Boden, 3-5 Tage nach dem Umpflanzen
Gaicho® FS 600 Rot (G1)	Imidacloprid	25 g a.i./kg Saatgut	1. Saatgut-Behandlung
Confidor® 70 WG		250 g/ha	2. Nur 1 mal am Boden, 3-5 Tage nach dem Umpflanzen

Tab. 2: Fortsetzung

Kommerzieller Name	Wirkstoff	Dosierung	Häufigkeit
Gaicho [®] FS 600 Rot (G2)	Imidacloprid	50 g a.i./kg Saatgut	1. Saatgut Behandlung
Confidor [®] 70 WG		500 g/ha	2. Nur 1 mal am Boden, 3-5 Tage nach dem Umpflanzen
Kontrolle	-----	-----	1. Ohne Behandlung
Tom-3			
Confidor [®] 70 WG	Imidacloprid	500 g/ha	1. Nur 1 mal am Boden, 3-5 Tage nach dem Umpflanzen
Rescate [®]	Acetamiprid	360 g/ha	1. Nur 1 mal am Boden, 2 Tage nach dem Umpflanzen
Rescate [®] +Agricola-Öl (Carrier 1 %)	Acetamiprid Agricola-Öl	360 g/ha 3 ml/1 l Wasser	1. Re: gespritzt 1mal am Boden, 2 Tage nach dem Umpflanzen 2. Öl: gespritzt auf die Blätter
Kontrolle	-----	-----	1. Ohne Behandlung
Kür-1			
NeemAzal-T/S [®]	Azadirachtin	3 l/ha	1. Jeden 5. Tag
Rescate [®]	Acetamiprid	80 g/ha	1. Nur eine Behandlung (auf die Blätter)
Confidor [®] 70 WG	Imidacloprid	500 g/ha 250 g/ha	1. Behandlung am Boden 2. Behandlung auf die Blätter (nur ein mal gespritzt)
Garlic-Barrier [®]	Knoblauch- Extrakt	4 l/ha	1. Jeden 5. Tag
Kontrolle	-----	-----	1. Ohne Behandlung

5.1.2. Wirkung von Insektiziden auf *B. tabaci* an Tomatenpflanzen

Um diese Wirkung zu ermitteln, wurden drei Versuche (Tom-1, Tom-2 und Tom-3) durchgeführt. Die Versuchsanlage folgt dem Prinzip der vollständig randomisierten Blöcken (Bsp.: Abb. 8). Jede Behandlung wurde vier mal wiederholt. Die verschiedenen Behandlungen wurden jeweils am Morgen (zwischen 8:00 und 11:00 Uhr) mit einer handbetriebenen Rückenspritze durchgeführt. Es wurde hierbei versucht, mit der Spritzbrühe möglichst die Blattunterseiten zu erreichen. Um die Wirkung der verschiedenen Behandlungen zu ermitteln, wurden pro Wiederholung 10 Blätter, d.h. 40 Blätter pro Behandlung, gesammelt. Die Proben wurden 2 - 4 Tage nach der Behandlung entnommen und die Larven und Eier von *B. tabaci*, die sich an der Blattunterseite befanden, unter einem Binokular-Mikroskop ausgezählt. Bei den Versuchen Tom-2 und Tom-3 wurde auch das Populationsniveau der Adulten an 10 Pflanzen/Wiederholung ausgezählt. Während des Kulturzyklus wurden 9 Proben (Tom-1 und Tom-2) bzw. 4 Proben (Tom-3) entnommen.

Bei Tom-1 wurde beobachtet, ob die Pflanzen virotische Symptome aufwiesen. Pflanzen mit virotischen Symptomen sind erkennbar an der Entfärbung und den eingerollten Blättern (LASTRA 1993). Es wurde bestimmt, ob die Symptome vor oder nach der Blütezeit auftraten. Am Ende jedes Versuches wurde die Ertrag (kg/ha) gemessen.

	Block A	Block B	Block C	Block D	Block E
Säule I	3	5	4	2	1
Säule II	3	4	1	2	5
Säule III	2	3	4	1	5
Säule IV	5	2	3	4	1

Abb. 8: Versuchsanlage in den vollständig randomisierten Blöcken am Beispiel des Versuches Tom-2.

Bei dem Versuch Tom-3 wurde kontrolliert, ob ein feinmaschiges Netz während der Wachstumsperiode in der Pflanzschule eine wichtige Rolle gegen die Weißen Fliegen

spielt. Für alle Versuche wurde die gleiche Methode benutzt. Die Versuche wurden in der Regenzeit (Tom-1) und in der Trockenzeit (Tom-2 und Tom-3) durchgeführt.

5.1.3. Sortenversuche

Bei den getesteten Tomatensorten handelt es sich um: *Entero grande*, *IDIAP T-7*, *Halcón* und *Hayslip*. In diesem Versuch wurden alle Sorten mit Confidor® 70 WG behandelt, da mit diesem Produkt vorher die besten Ergebnisse erzielt wurden. Zur Bestimmung des Befallensniveaus von *B. tabaci* an den vier Sorten wurden vier Bonituren von Eiern, Larven und Adulten durchgeführt. Die Entnahme der Proben erfolgte nach der unter Punkt 7.1.2. benutzten Methode. Am Ende des Versuches wurden die Erträge gemessen. Außerdem wurden auch physikalische Eigenschaften der Früchte gemessen: Brix (refractometrische Bestimmung des Zuckergehalts), pH und das Fruchtgewicht). Die Insektizid- und Fungizidbehandlungen, die Dosis und andere Auskünfte über Standort, Muster, Versuchsanlage und das agronomische Verfahren, die seit der Aussaat bis zu der Ernte benutzt wurden, sind in Tab. C (Anhang) beschrieben.

5.1.4. Wirkung von vier Insektiziden auf *B. tabaci* und anderen Schädlinge an Kürbispflanzen

Die Spritzungen von verschiedenen Behandlungen wurden am Morgen (zwischen 9:00 und 10:30 Uhr) mit einer handbetriebenen Rückenspritze durchgeführt. Es wurde versucht, möglichst die Blattunterseiten mit der Spritzbrühe zu erreichen. Um die Wirkung von verschiedenen Behandlungen auf *B. tabaci* und Blattläuse (*Aphis gossypii* Glover, Homoptera: Aphididae) zu ermitteln, wurden von 5 - 6 Pflanzen/Wiederholung, 10 - 20 Blätter pro Wiederholung, d.h. 40 - 100 Blätter pro Behandlung, kontrolliert. Die Anzahl der Blätter/Wiederholung war abhängig vom Alter der Pflanzen. Während des Kulturzyklus wurde einmal die Anwesenheit der sogenannten „Silver-leaf-disorder“ ausgezählt. Pflanzen mit dieser Krankheit erkennt man durch die gelbe Farbe der Blätter und das Entfärben der Früchte (BROWN 1990). Die für die Blattläuse benutzte Klasseneinteilung ist in Tab. 3 beschrieben.

Um *Diaphania hyalinata* L. (Lepidoptera: Pyralidae) auszuzählen, wurden nach 13 Tagen der Aussaat, 5 Spitzen pro Wiederholung kontrolliert, d.h. 20 Spitzen pro Behandlung. Die Anwesenheit von Larven und Adulten von *Cycloneda sanguinea* L. (Coleoptera: Coccinellidae) wurde registriert. Für die statistische Auswertung von Blattläusen wurden die Daten in Prozent berechnet.

Tab. 3: Schema der Klasseneinteilung zur Auszählung der Blattläuse am Kürbispflanzen.

Klasse	Blattläuse/Blatt
1	1 - 25
2	26 - 75
3	≥ 76

5.2. Ergebnisse

5.2.1. Wirkung von Insektiziden auf *B. tabaci* an Tomatenpflanzen

5.2.1.1. Versuch Tom-1 (Tab. G)

Die statistische Analyse hat signifikante Unterschiede zwischen den Behandlungen aller Bonituren ergeben (Anhang, Tab. G, $P < 0,05$, Tukey-Test). Im gesamten Zyklus hat Confidor® 70 WG bessere Ergebnisse als die anderen Behandlungen gezeigt. Hier wurde die niedrigste Populationsdichte (Larven+Eier/Blatt) von *B. tabaci* vorgefunden (Abb. 9). An der zweiten Stelle steht Thiodan®. Wenn man jedoch NeemAzal-T/S® mit der Kontrolle vergleicht, bemerkt man, daß NeemAzal-T/S® in den ersten zwei Bonituren einen signifikanten Unterschied und niedrigere Populationsdichte gezeigt hat, nach der zweiten Bonitur wurde hier jedoch kein signifikanter Unterschied mehr beobachtet. Bei allen Behandlungen erschienen die virotischen Symptome. Ein niedriger Prozentsatz der mit Confidor® 70 WG behandelten Pflanzen zeigte virotische Symptome vor der Blütezeit, im Vergleich zu den anderen Behandlungen. (Abb. 10, $P = 0,002$, Tukey-Test). Aber es wurde kein signifikanter Unterschied zwischen dem Prozentsatz der Pflanzen mit virotischen Symptomen nach der Blütezeit gefunden ($P = 0,27$, Tukey-Test). Obwohl Confidor® 70 WG einen signifikant höheren Prozentsatz an gesunden Pflanzen aufwies als die Kontrolle ($P = 0,047$, Tukey-Test), zeigte es keinen signifikanten Unterschied im Vergleich zu NeemAzal-T/S® und Thiodan®. NeemAzal-T/S® und Thiodan® zeigten keinen signifikanten Unterschiede mit der Kontrolle (Tab. G, Anhang).

Bei dem Ertrag (kg/ha) konnten signifikante Unterschiede nur zwischen Confidor® 70 WG und NeemAzal-T/S® abgesichert werden ($P = 0,01$ Tukey-Test, Abb. 10). Die Varianten mit der höchsten Populationsdichte (NeemAzal-T/S® und die Kontrolle) ergaben die niedrigsten Erträge. Der Ertrag von den mit Confidor® 70 WG behandelten Pflanzen, der 52,0 % höher als die Kontrolle war, zeigte keine statistischen Unterschiede mit den mit Thiodan® behandelten Pflanzen und mit der Kontrolle ($P > 0,05$, Tukey-Test). Die mit Thiodan® behandelten Pflanzen und die Kontrolle ergaben ähnliche Erträge. Der niedrigste Ertrag, der 33,7 % niedriger als die Kontrolle war, wurde bei der Behandlung mit NeemAzal-T/S® festgestellt (Tab. G, Anhang).

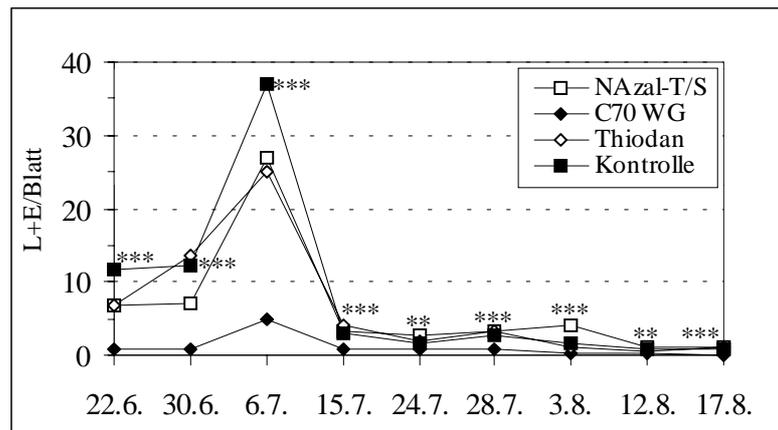


Abb. 9: Wirkung von drei Insektiziden auf *B. tabaci* (L+E=Larven+Eier, Mittelwert) an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998. ** ($P < 0,01$) und *** ($P < 0,001$).

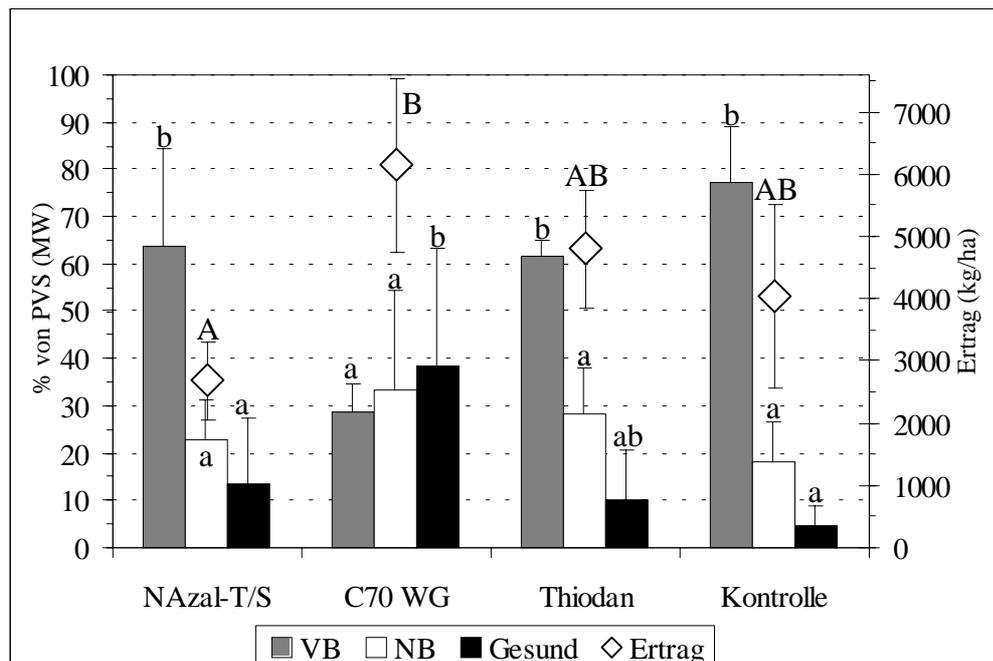


Abb. 10: Prozentsatz von Pflanzen mit virotischen Symptomen (PVS; VB: vor der Blütezeit, NB: nach der Blütezeit) und der Ertrag (kg/ha) der mit verschiedenen Insektiziden behandelten Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998. Mittelwerte (=MW) einer Säule mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test). Die Standardabweichungen sind oberhalb der Balken aufgetragen.

5.2.1.2. Versuch Tom-2 (Tab. H und I)

Die Populationsdichte der Schädlinge war während des gesamten Zyklus bei allen Varianten relativ niedrig, wenn man die Varianten mit Versuch Tom-1 vergleicht. Die

virotischen Symptome sind während dieses Versuches nicht erschienen. Die Populationsdichte von *B. tabaci* (Larven + Eier) war bei den Behandlungen niedriger als bei der Kontrolle. Die niedrigste Populationsdichte erschien an mit Confidor® 70 WG behandelten Pflanzen (Abb. 11). Diese Behandlung hat in zwei von neun Bonituren (7 und 9) signifikante Unterschiede ergeben ($P < 0,05$, Kruskal-Wallis, Tab. H, Anhang). Bemerkenswert ist, daß der Mittelwert von Confidor 70® WG und G2 (Saatgut Behandlung, empfohlene Dosierung) der gesamten Bonituren signifikant niedriger war als die Kontrolle und NeemAzal-T/S®. Dieses Ergebnis hat sich auch am Ende des Zyklus widerspiegelt, da die Behandlung mit Confidor 70® WG zu einer niedrigeren Anzahl von Larven+Eier/Blatt führte.

Bezüglich der Anzahl von Adulten/Blatt wurde beobachtet, daß das Populationsniveau der Schädlinge der mit Confidor® 70 WG behandelten Pflanzen in den letzten vier Bonituren signifikant niedriger als die Kontrolle war (Abb. 12). Der gesamte Mittelwert der vier Behandlungen war signifikant niedriger als die Kontrolle. Die niedrigsten Werte traten bei Confidor® 70 WG und NeemAzal-T/S® auf (Tab. I, Anhang). Der Ertrag, der mit Confidor® 70 WG behandelten Pflanzen, war 11,6 % höher (tendenziell) als der der Kontrolle (Abb. 13). Die Erträge bei den mit NeemAzal-T/S®, G1 und G2 behandelten Pflanzen erschienen etwas niedriger als die der Kontrolle (Tab. H, Anhang).

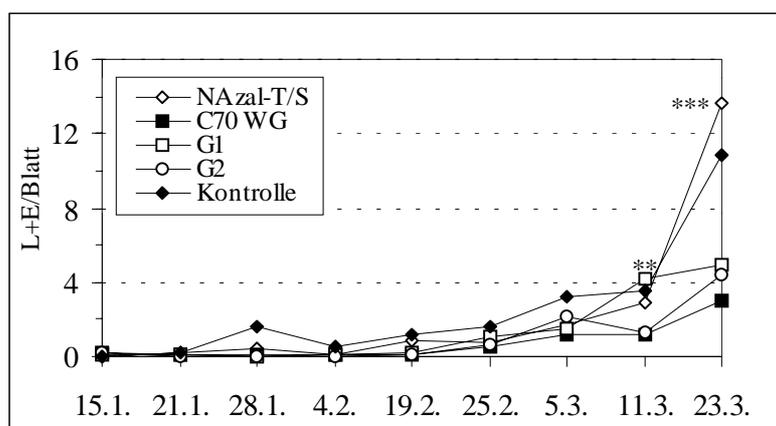


Abb. 11: Wirkung von NeemAzal-T/S® und Imidacloprid auf *B. tabaci* (L+E=Larven+Eier, Mittelwert) an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998-1999. ** ($P < 0,01$) und *** ($P < 0,001$).

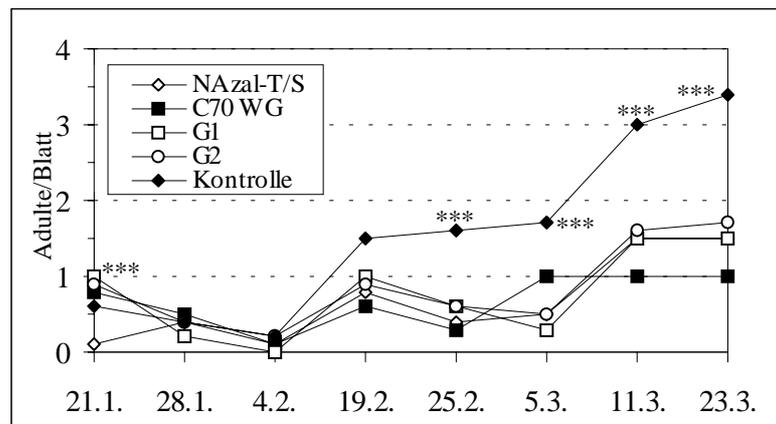


Abb. 12: Wirkung von NeemAzal-T/S[®] und Imidacloprid auf *B. tabaci* (Adulte, Mittelwert) an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998-1999. *** ($P < 0,001$).

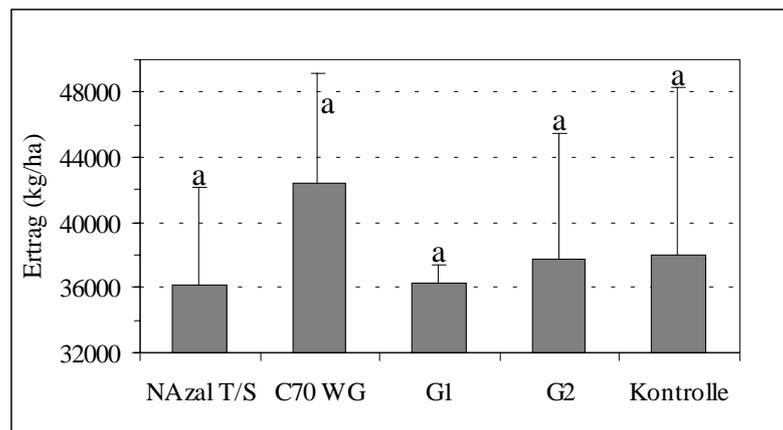


Abb. 13: Ertrag (kg/ha) von Tomatenpflanzen nach Behandlungen mit NeemAzal-T/S[®] und Imidacloprid in Los Santos, Panama, 1998-1999. Säule mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test). Die Standardabweichungen sind oberhalb der Balken aufgetragen.

5.2.1.3. Versuch Tom-3 (Tab. J)

Die Populationsdichte der Larven+Eier und Adulten war während dieses Versuches relativ niedrig (Abb. 14 und 15), wenn man sie mit den Ergebnissen der Versuche Tom-1 oder Tom-2 vergleicht. Nach der statistischen Auswertung der Larven+Eier sind nur in zwei von vier Bonituren signifikante Unterschiede vorhanden. Die besten Ergebnisse sind bei den mit Rescate[®]+Öl und Confidor[®] 70 WG behandelten Pflanzen festgestellt worden (Abb. 14). Bei den Adulten (Abb. 15) wurde nur bei einer von zehn Bonituren

signifikante Unterschiede festgestellt. Im allgemeinen bleibt die Tendenz, daß Confidor® 70 WG die niedrigste Populationsdichte verursacht hat. Bei Rescate® +Öl und wurde eine niedrigere Populationsdichte als bei Rescate® und der Kontrolle festgestellt (Tab. J, Anhang). Obwohl bei dem Ertrag keine signifikanten Unterschied festgestellt wurden, wurden bei den Behandlungen zwischen 25 % und 72 % höhere Erträge als bei der Kontrolle festgestellt (Tab. J, Anhang). Der höchste Ertrag wurde bei den mit Confidor® 70 WG behandelten Pflanzen gemessen (Abb. 16).

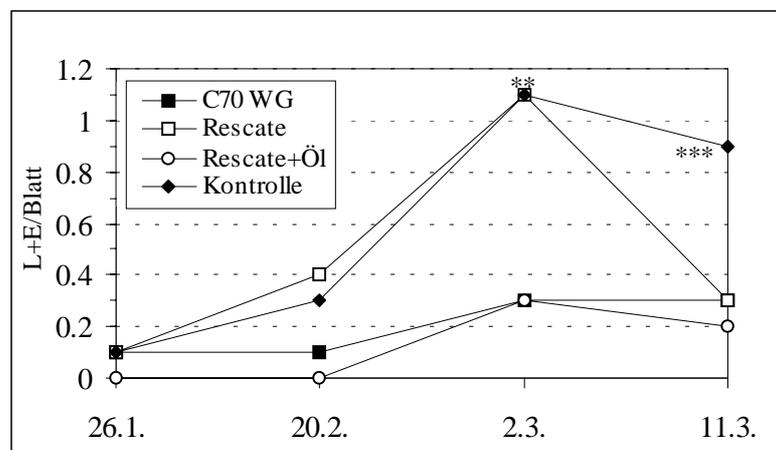


Abb. 14: Populationsdichte von *B. tabaci* (L+E=Larven+Eier, Mittelwert) nach Behandlung mit zwei Chloronicotinyl-Insektiziden an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998-1999. ** (P<0,01) und *** (P<0,001).

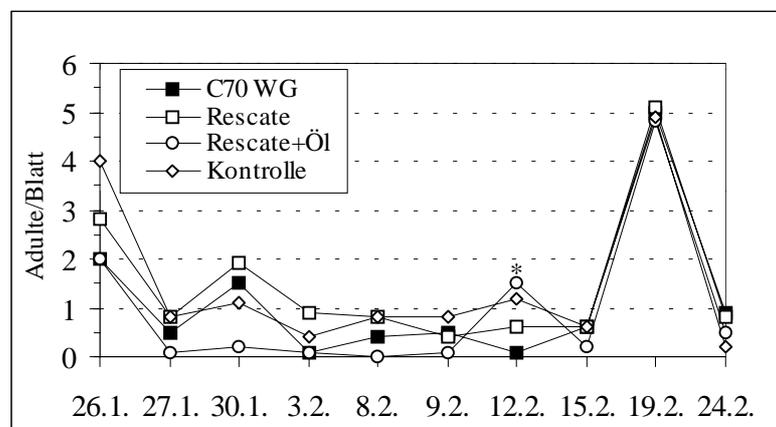


Abb. 15: Populationsdichte von *B. tabaci* (Adulte/Blatt, Mittelwert) nach Behandlung mit zwei Chloronicotinyl-Insektiziden an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998-1999. * (P<0,05).

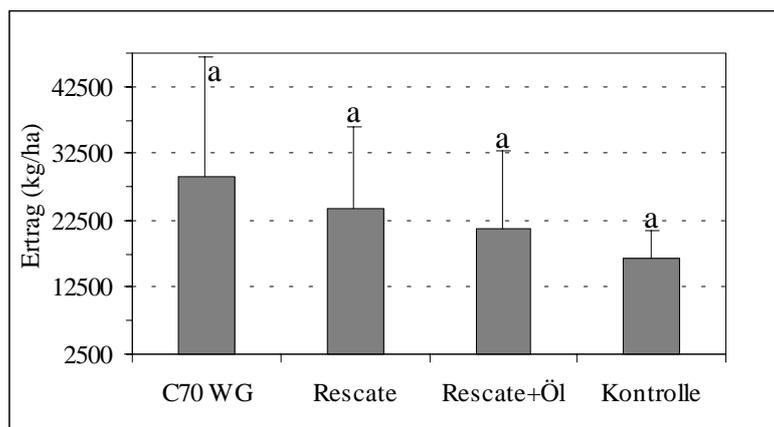


Abb. 16: Ertrag (kg/ha) von Tomatenpflanzen nach Behandlung der Schädlinge mit zwei Chloronicotinyl-Insektiziden in Los Santos, Panama, 1998-1999. Säulen mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test). Die Standardabweichungen sind oberhalb der Balken aufgetragen.

5.2.1.4. Sortenversuche (Tab. K)

Die vier ausgewählten Sorten sind in zwei Gruppen einzuteilen: *Entero grande* und *IDIAP T-7* mit kleinen, und *Halcón* sowie *Hayslip* mit großen Früchten (Tab. K). Trotz dieser Unterschiede in der Fruchtgröße waren die Erträge der kleinfrüchtigen Sorten am höchsten. Die Sorte *IDIAP T-7* ergab den besten Ertrag, der zwischen 13 % und 27 % höher lag als bei den anderen drei Sorten (Abb. 17). Die statistische Auswertung hat jedoch nur signifikante Unterschiede zwischen *IDIAP T-7* und den Sorten *Halcón* und *Hayslip* ergeben ($P < 0,05$, Tukey-Test; Tab. K, Anhang). Die Sorte *Entero grande* zeigte keinen signifikanten Unterschied im Vergleich zu Sorte *IDIAP T-7* ($P > 0,05$, Tukey-Test).

Bezüglich der optimalen Parameter [pH: 4,0 - 4,5 (pH ideal: 4,0 - 4,2); Brix: $\geq 5,6$] haben die Sorten *Hayslip* und *Entero grande* gute Ergebnisse erzielt. Der pH-Wert aller Sorten war annehmbar. Die Sorten *Hayslip* und *Entero grande* ergaben die besseren Brix-Werte (Tab. K, Anhang). Die Sorten *Halcón* und *Hayslip* waren sehr empfindlich gegenüber Pilzkrankheiten. Nach CATIE (1990) werden Tomatenpflanzen mit „Marchitez fungosa“ (*Fusarium* spp.) in Panama befallen. Obwohl alle Varianten mit Busán (2 ml/l Wasser, 10 ml/Pflanze, 19.Jan.99; organische Fungizide) behandelt wurden, sind während des gesamten Zyklus 13,1 % bzw. 8,1 % bei *Halcón* und *Hayslip*, (d.h. jeweils 53 Pflanzen von 405 bzw. 32 Pflanzen von 393) abgestorben. Bei den Sorten *IDIAP T-7* und *Entero*

grande wurde ein Pflanzenverlust von jeweils 4,4 % bzw. 1,5 %, (d.h. jeweils 16 Pflanzen von 367 bzw. 6 Pflanzen von 404) festgestellt. Die Populationsdichte der Larven+Eier und Adulten von *B. tabaci* war insgesamt niedrig, im Vergleich zu dem Versuch Tom-1 (Abb. 18 und 19). Signifikante Unterschiede in der Populationsdichte der Weißen Fliege zwischen den Sorten wurden nur am letzten Bonitur-Termin abgesichert (Tab. K, Anhang).

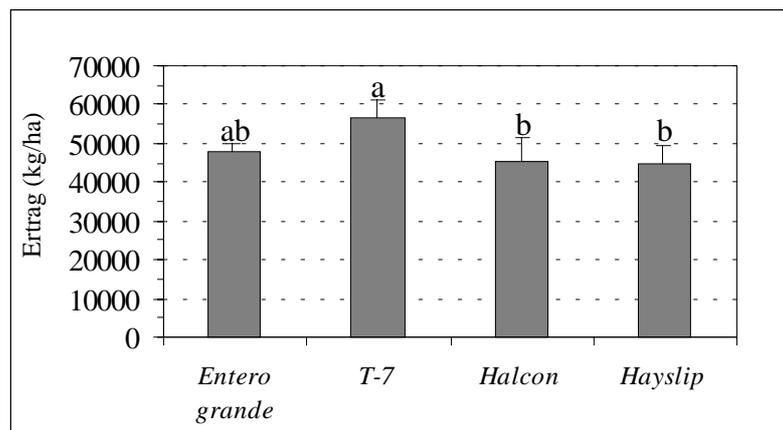


Abb. 17: Ertrag (kg/ha) von vier Tomatensorten nach Behandlung der Schädlinge mit Confidor[®] 70 WG in Los Santos, Panama, 1999. Säulen mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P < 0,05$, Tukey-Test). Die Standardabweichungen sind oberhalb der Balken aufgetragen.

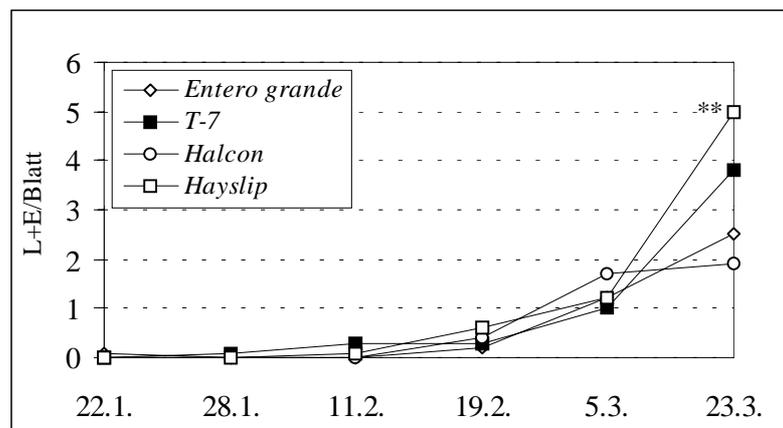


Abb. 18: Populationsdichte von *B. tabaci* (L+E=Larven+Eier, Mittelwert) an vier mit Confidor[®] 70 WG behandelten Tomatensorten in Los Santos, Panama, 1999. ** ($P < 0,01$).

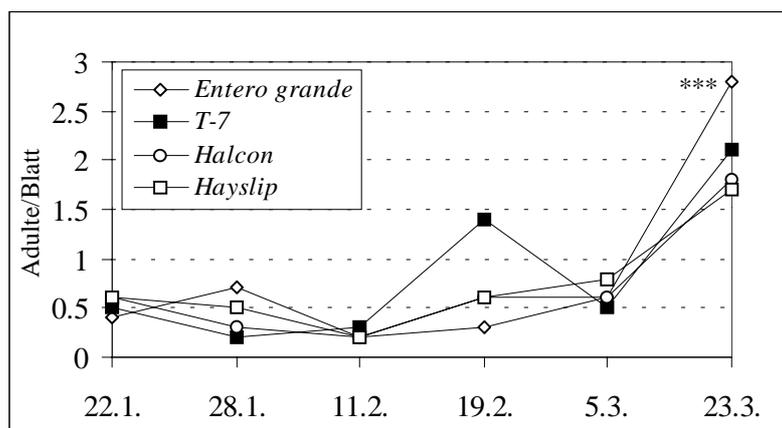


Abb. 19: Populationsdichte von *B. tabaci* (Adulte, Mittelwert) an vier mit Confidor® 70 WG behandelten Tomatensorten in Los Santos, Panama, 1999. *** ($P < 0,001$).

5.2.2. Wirkung von vier Insektiziden auf *B. tabaci* und andere Schädlinge an Kürbispflanzen

5.2.2.1. *B. tabaci* (Tab. L)

Bei allen Varianten wurde eine Woche nach der Aussaat eine hohe Populationsdichte von *B. tabaci* (Adulte) festgestellt. Eine Woche danach hatte sie stark abgenommen, auch in der Kontrolle. Am Ende des Versuches war die Populationsdichte relativ niedrig (Abb. 20). Während dieses Versuches wurden nur in einer von 12 Bonituren signifikante Unterschiede gefunden. Im Mittelwert der Populationsdichte der Varianten aller Bonituren sind keine signifikanten Unterschiede vorhanden (Tab. L, Anhang).

Bezüglich der „Silver-leaf“ Symptome, welche die Weißen Fliegen verursachten, kann man sagen, daß diese zu ca. 20 % bis 50 % erschienen sind (Abb. 21). Die statistische Auswertung ergab keine signifikante Unterschiede innerhalb der Varianten (Tab. P, Anhang).

5.2.2.2. *D. hyalinata* (Tab. M)

Bei diesem Schädling ergab sich kein signifikanter Unterschied bei den Bonituren und bei den Mittelwerten aller Bonituren (Tab. M, Anhang). Während des gesamten Versuches wurde ein hohes Populationsniveau zwischen der vierten und der neunten Woche festgestellt, die zwischen jeweils 5,0 und 5,2 Larven/5 Spitzen lag. Die höchste Populationsdichte zeigte die Behandlung mit Garlic Barrier® (Abb. 22).

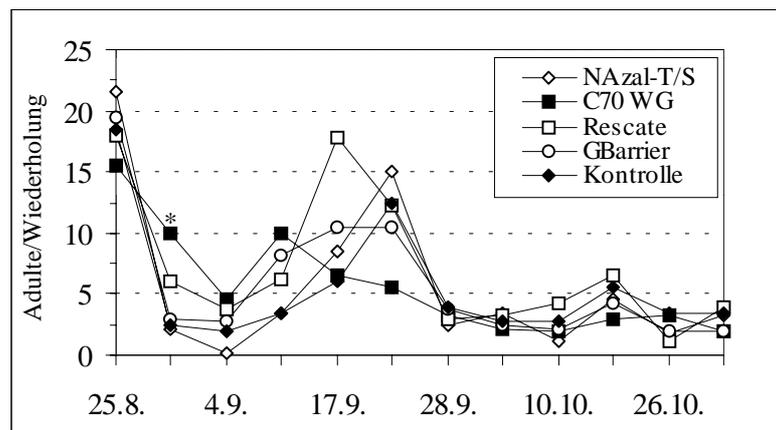


Abb. 20: Anzahl von *B. tabaci* (Adulte, Mittelwert) nach verschiedenen Insektizidbehandlungen an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998. * ($P < 0,05$).

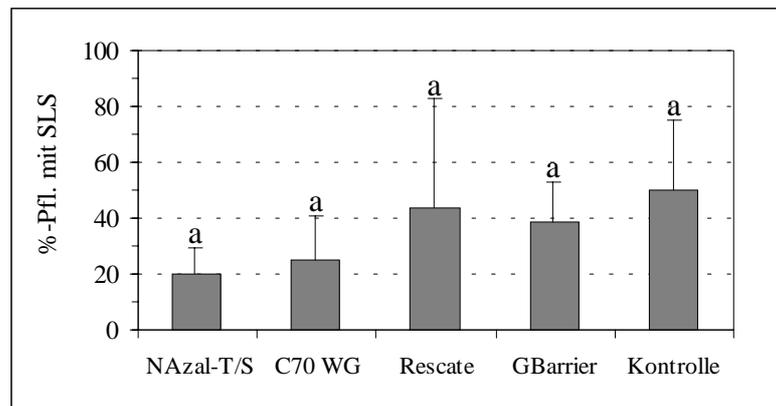


Abb. 21: Prozentsatz der Pflanzen (Mittelwert) mit „Silver-leaf“ Symptom (SLS) nach Behandlung der Schädlinge mit verschiedenen Insektiziden an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998. Säule mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test). Die Standardabweichungen sind oberhalb der Balken aufgetragen.

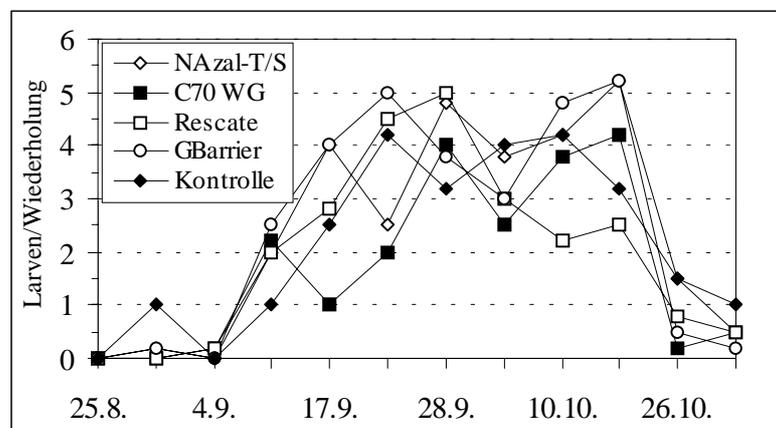


Abb. 22: Anzahl von *Diaphania hyalinata* (Larven, Mittelwert) nach Behandlung mit verschiedenen Insektiziden an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998.

5.2.2.3. *A. gossypii* (Blattläuse, Tab. N)

Das gefundene Populationsniveau fast aller Bonituren konnte der Kategorie 1 zugeteilt werden (d.h. zwischen 1 und 25 Blattläuse/Blatt). Bei den Behandlungen mit Rescate[®] und Confidor[®] 70 WG wurden nur zwei Fälle registriert, d.h. 10 % bei jedem Fall, bei dem das Befallniveau der Blattläuse Kategorie 2 (zwischen 26 und 75 Blattläuse/Blatt) war. In 6 von 12 Bonituren wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den Behandlungen und der Kontrolle festgestellt (Tab. N, Anhang). Im Durchschnitt haben Confidor[®] 70 WG und NeemAzal-T/S[®] die niedrigste Populationsdichten verursacht (Abb. 23). Beide Produkte zeigten signifikante Unterschiede mit der Kontrolle, die Behandlungen mit Rescate[®] und Garlic Barrier[®] waren im Vergleich zur Kontrolle nicht unterschiedlich.

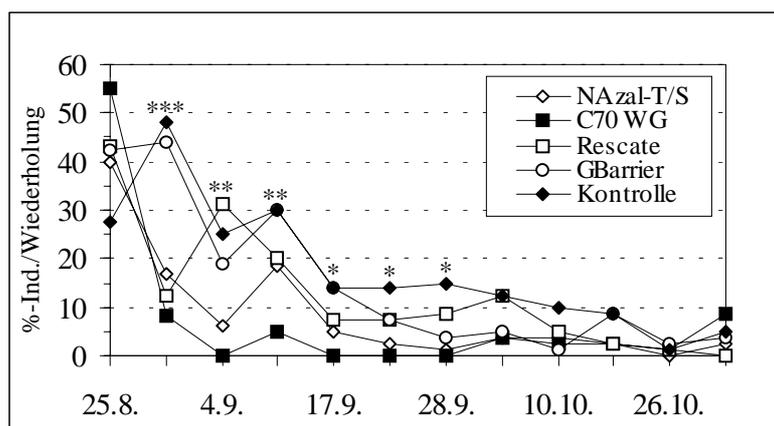


Abb. 23: Anzahl von *Aphis gossypii* (Mittelwert) nach verschiedenen Insektizidbehandlungen an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998. * ($P < 0,05$), ** ($P < 0,01$), *** ($P < 0,001$), gegenüber NAzal-T/S und C70 WG.

Der Ertrag der Varianten war bei einem Vergleich mit der Kontrolle nicht signifikant unterschiedlich. Betrachtet man jedoch den Ertrag als Prozentsatz, bemerkt man, daß Confidor[®] 70 WG einen um 35 % höheren Ertrag als die Kontrolle ergeben hat. Die Erträge von Rescate[®] und Garlic Barrier[®] sind vergleichbar mit der Kontrolle. NeemAzal-T/S[®] hat einen ca. 30 % niedrigeren Ertrag als die Kontrolle ergeben (Abb. 24, Tab. L, Anhang). Es ist darauf zu achten, daß NeemAzal-T/S[®] während dieses Versuches Symptome einer gewissen Phytotoxizität verursachte. Solch ein Effekt könnte einen negativen Einfluß auf die Entwicklung der Pflanze und schließlich auf den Ertrag nehmen. Pilze und Larven von *D. hyalinata* führten zu einem Ernteverlust von ca. 33 %

(Tab. O, Anhang). Als verantwortliche Pilze, welche die Früchte infiziert haben, wurden *Colletotrichum* sp. und *Cladosporium* sp. identifiziert (Ing. J. GUERRA, IDIAP).

Bezüglich *Cycloneda sanguinea* (Coleoptera: Coccinellidae) wurden nur in 12 (46,2 %) von 26 Bonituren, 66 Individuen (Larven oder Adulte), beobachtet. Für die statistische Auswertung wurden nur die Bonituren, bei den *C. sanguinea* beobachtet wurde, betrachtet. Nach dieser Auswertung sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Varianten abgesichert worden ($P > 0,05$, Tukey-Test; Tab. P, Anhang). Die Anwesenheit von *C. sanguinea* bei Rescate[®], Garlic Barrier[®] und die Kontrolle betrug jeweils 34,9 %, 22,7 % und 19,6 %. Weniger Individuen wurden bei NeemAzal-T/S[®] (12,2 %) und Confidor[®] 70 WG (10,5 %) gezählt.

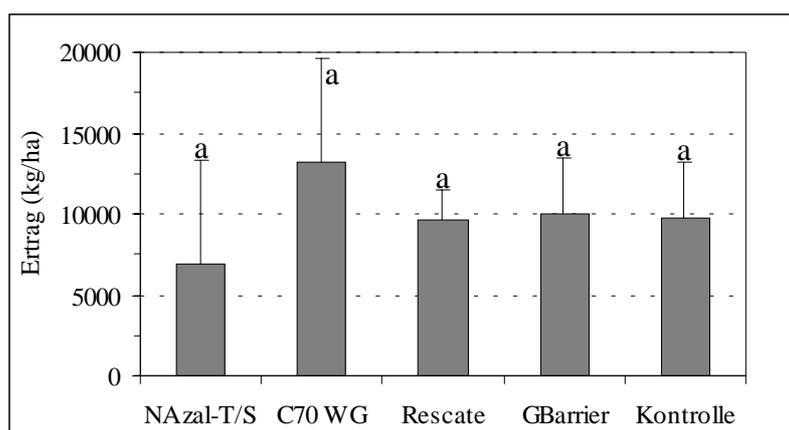


Abb. 24: Ertrag (kg/ha) von Kürbispflanzen nach Behandlung der Schädlinge mit vier Insektiziden in Los Santos, Panama, 1998. Säule mit gleichen Buchstaben sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test). Die Standardabweichungen sind oberhalb der Balken aufgetragen.

5.3. Diskussion

5.3.1. Versuche an Tomatenpflanzen (Tom-1, Tom-2, Tom-3)

Wenn man die Ergebnisse analysiert, läßt das Produkt Confidor® 70 WG (Imidacloprid) sehr gute Einsatzmöglichkeiten erkennen. Confidor® 70 WG hat eine signifikante Wirkung auf die Populationen von Weißen Fliegen in den an Tomatenpflanzen durchgeführten Versuchen verursacht. Dieses Produkt bewirkte im Durchschnitt während des gesamten Zyklus in den drei Versuchen eine statistisch abgesicherte Reduktion der Larven+Eier von *B. tabaci* zwischen 66 % und 86 %, im Vergleich zur Kontrolle. Bei diesem Produkt wurden in allen Versuchen die höchsten Erträge festgestellt. Diese gute Wirkung von Imidacloprid bestätigte sich auch in Laborversuchen mit Larven und Adulten von *T. vaporariorum* an verschiedenen Wirtspflanzen (s. Kapitel 3).

Bei den Tomatenpflanzen (Versuch Tom-1) wurde ein relativ niedriger Prozentsatz von Pflanzen mit virotischen Symptomen bei Confidor® 70 WG festgestellt. Nach eigenen Beobachtungen waren die mit Confidor® 70 WG behandelten Pflanzen größer und kräftiger als die von die anderen Behandlungen. Dieser sogenannte Phytotonik-Effekt, der nach der Größe der Pflanzen bei *Vigna mungo* (L.) Hepper und Sojabohnen (*Glycine max*) gemessen wurde, ist von GOPAL *et al.* (1997) dokumentiert worden. Diese Effekte bei Tomaten könnten Folgen sein von: 1) der relativ niedrigen Populationsdichte der Viren übertragenden Weißen Fliegen, infolge der systemischen und schnelleren Wirkung der Confidor® 70 WG gegen die Adulten bei den behandelten Parzellen, und 2) dem vorher behandelten Punkt in Zusammenhang mit dem sogenannten Phytotonik-Effekt. GOPAL *et al.* (1997) haben dokumentiert, daß Imidacloprid im Vergleich zu den mit Carbofuran® (Carbamat) behandelten Pflanzen und der Kontrolle eine relativ niedrige Inzidenz von Yellow Mosaik Virus an *Vigna mungo* und Sojabohnen verursachte. GEHLEN (2000) hat dokumentiert, daß in anderen mit Gaucho® 600 FS (Wirkstoff: Imidacloprid) behandelten Solanaceae (Kartoffelpflanzen) eine Verminderung der Vireninfectionen verursacht wurde.

Es sind sehr gute Wirkungen von Imidacloprid auf Weiße Fliegen und andere saugende Insekten unter Feld- und Gewächshausbedingungen an verschiedenen Wirtspflanzen

dokumentiert worden. Im Falle der Adulten von *B. tabaci* an Baumwolle wurde dokumentiert, daß Imidacloprid als Bodenbehandlung eine Mortalität zwischen 90 % und 96 % je eine und zwei Wochen nach der Behandlung verursachte (HOROWITZ *et al.* 1998). Ein „Antifeedant-Effekt“ von Imidacloprid auf *B. tabaci* ist von NAUEN *et al.* (1998) gezeigt worden. Gute Ergebnisse vom Einsatz des Imidacloprid gegen die „Silver-leaf whitefly“ *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring an Tomaten und an Poinsettia (*Euphorbia pulcherrima*) sind dokumentiert worden (BETHKE & REDAK 1997, STANSLY *et al.* 1998). Die ersten Autoren haben an Tomatenpflanzen unter Feldbedingungen festgestellt, daß Imidacloprid (250 oder 560 g i.a.) mit einer Bodenapplikation im Moment der Aussaat einen Schutz vor allen Stadien der *B. argentifolii* ergeben hat, der ähnlich oder sogar besser war als die Ergebnisse von mit Organophosphorsäureester und synthetischen Pyrethroiden-Mischungen behandelten Pflanzen, nach neun Wochen mit wöchentlichen Spritzungen. BETHKE & REDAK (1997) haben festgestellt, daß Bodenapplikationen von Imidacloprid an Poinsettia 19 Tage nach der Behandlung eine höhere Mortalität als 97 % bei Larven der *B. argentifolii* zur Folge hat. Bei den behandelten Pflanzen mit ständigem Befall von Adulten verursachte sie bei den Larven 88 Tage nach der Behandlung eine Mortalität von 100 %. Eine sehr gute Wirkung von Imidacloprid ist gegen Blattläuse und andere Insektenschädlinge an verschiedenen Kulturen dokumentiert worden (PEREZ DE SAN ROMAN *et al.* 1995, PALUMBO *et al.* 1996, NAUEN *et al.* 1998, CRUZ & DALE 1999, HERNANDEZ *et al.* 1999, MANZANET *et al.* 1999, SCHRÖDER & BASEDOW 1999).

In allgemeinen wurde im Vergleich zu den Versuchen Tom-2 und Tom-3 ein sehr niedriger Ertrag im Versuch Tom-1 gefunden. Einer der Hauptgründe dafür war der schon oben diskutierte Effekt des Virenbefalls, ein anderer war die umgerechnete niedrige Pflanzenzahl/ha des Versuches, wegen des Abstandes zwischen den Furchen (1,40 m) bei dem Versuch Tom-1. Dieser Abstand wurde eingeplant, um ein Überlagern der Pflanzen zwischen den Behandlungen zu vermeiden.

In den ersten zwei Versuchen (Tom-1 und Tom-2), in denen NeemAzal-T/S[®] getestet wurde, wurden die höchsten Erträge mit Confidor[®] 70 WG und die niedrigsten mit

NeemAzal-T/S[®] festgestellt. Der Unterschied zwischen den Erträgen der verschiedenen Behandlungen in Versuch Tom-1 ist teilweise eine Folge der Intensität des Virenbefalls, die in Zusammenhang mit der hohen Populationsdichte der Weißen Fliegen steht. Die Hauptverluste in der Tomatenindustrie in Mittelamerika werden durch Viren verursacht, insbesondere durch solche der Gemini-Gruppe (POLSTON & ANDERSON 1997). Es ist auch anzunehmen, daß ein phytotoxischer Effekt von Niemprodukten auf die Wirtspflanze eine Rolle spielen kann. Mit Niempreßkuchen wurden in ein Laborversuch (s. Kapitel 3) sowie mit NeemAzal-T/S[®] an Kürbis unter Feldbedingungen ein phytotoxischer Effekt beobachtet. KLEEMANN (1996) dokumentierte starken phytotoxischen Schaden von Niem-Öl an Tomatenpflanzen in Panama. Eine höhere Phytotoxizität, die Nekrosen der Blätter verursachte, wurde durch Behandlungen mit Niem-Öl zur Bekämpfung von *T. vaporariorum* an Bohnen in der Dominikanischen Republik dokumentiert (FRERES 1996). Phytotoxizität wurde auch nach Bodenbehandlung mit Niempreßkuchen an Tomaten in Niger dokumentiert (OSTERMANN 1992).

Es ist bekannt, daß Populationen von *B. tabaci* gegen Organophosphorsäureester und synthetische Pyrethroide Resistenz entwickelt haben (CAHILL *et al.* 1995), sowie gegen neue Insektizide (HOROWITZ & ISHAAYA 1994, CAHILL *et al.* 1996a). Resistenzprobleme bei Weißen Fliegen sind auch bei Imidacloprid dokumentiert worden (CAHILL *et al.* 1996b, ELBERT & NAUEN 1996 in NAUEN *et al.* 1998, PRABHAKER *et al.* 1997). Zehn Stämme von *B. tabaci* aus Almeria (Spanien) zeigten eine signifikant niedrigere Mortalität mit der bestimmten Dosis als der empfindliche Stamm (CAHILL *et al.* 1996b). Eine aus dem Feld der „Imperial Valley“ in Kalifornien gesammelte Population von *B. argentifolii* zeigte nach 15 Generationen unter ständigem Selektionsdruck eine mittelmäßige Resistenz, die 6 bis zu 17 mal höher als bei dem Vergleichsstamm war. Nach 32 Generationen wurde in Vergleich zu dem Vergleichsstamm ein 82 mal höheres Resistenzniveau festgestellt (PRABHAKER *et al.* 1997). Um die Halbwertszeit dieses Mittels zu verlängern, muß es deshalb sehr vernünftig und rationell eingesetzt werden.

Keine signifikante Wirkung wurde mit NeemAzal-T/S[®] auf Larven von *B. tabaci* in Feldversuchen an Tomatenpflanzen gefunden. Diese ist ein unerwartetes sowie unerklärbares Ergebnis. Die Wirkung von Niemprodukten sind in ersten Linie auf die Störung des Hormonhaushalts sowie auf eine Fraßminderung (SCHMUTTERER 1995). Keine dieser Wirkungen führt zu sofortigen Tod des Insekts. Es ist anzunehmen, daß die warmes und feuchtes Wetterbedingungen (jährliche Temperaturen zwischen $24,1 \pm 0,8^{\circ}\text{C}$ und $34,2 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ und relative Luftfeuchtigkeit von $86,0 \pm 5,1 \%$) in dem Gebiet, wo die Versuchen durchgeführt wurden, eine Rolle bei der Wirksamkeit des Produktes gespielt haben. Wahrscheinlich wird das Produkt bei solchem Wetter schneller abgebaut und somit die Wirkung verschlechtert. Da begleitende Unkräuter des Tomatenfeldes eine Quelle für Weißen Fliege bedeuten, ist zu beachten, daß unter Feldbedingungen Weiße Fliegen ständig in dem Feld vorhanden sind. Dieser Schädling ernährt sich an über 500 Pflanzenarten (GREATHEAD 1986). In Kapitel 3 wurden gute Ergebnisse gegen *T. vaporariorum* mit NeemAzal-T/S[®] ermittelt. Da das Produkt mit einem kompressorbetriebenen Farbsprühgeräte angewendet wurde, könnte die Tröpfchengröße einen großen Einfluß auf den Behandlungserfolg haben. Eine Ertragssteigerung wurde bei der Bekämpfung der Schadinsekten (Homoptera) an Auberginen und Kartoffeln unter Feldbedingungen im Sudan mit NeemAzal-T/S[®] nach „ultra low volume“-Anwendung erzielt (EL-SHAFIE & BASEDOW 2000). Mit einer Verkürzung der Häufigkeit der Behandlung sowie einer Verbesserung der Anwendungsweise könnte unter solchen Witterungsbedingungen die Wirksamkeit von NeemAzal-T/S[®] erhöht werden.

In Kontrast zu unseren Ergebnissen sind in anderen Ländern der Region (z.B. in der Dominikanischen Republik) positive Ergebnisse gegen *B. tabaci* mit Niemprodukten an Tomaten- und an anderen Wirtspflanzen dokumentiert worden (COUDRIET 1985, SERRA 1992, SERRA & SCHMUTTERER 1993). Gute Ergebnisse wurden bei *T. vaporariorum*, *B. tabaci* und anderen Schädlingen mit Niemprodukten an verschiedenen Kulturpflanzen (z.B. Aubergine, Bohnen) dokumentiert (TAPPERTZHOFEN 1995, FRERES 1996, SCHMUTTERER 1990b). Eine Reihe von Untersuchungen sind mit Niemprodukten durchgeführt worden (s. SCHMUTTERER 1995).

Die Ergebnisse der drei an Tomatenpflanzen durchgeführten Versuche lassen unterschiedliche Deutungen zu. Die Chloronykotinil-Insektizide (Confidor[®] 70 WG, Gaucho[®] FS 600 Rot und Rescate[®]) zeigten in Vergleich mit den in den Versuchen eingesetzten Mitteln eine sehr gute Wirkung auf die Populationsdichte der Larven und Adulten der Weißen Fliegen. Obwohl nur in einem von drei Versuchen signifikante Ertragsunterschiede mit den eingesetzten Produkten an Tomatenpflanzen gezeigt wurden, war der Ertrag an den mit Confidor[®] 70 WG behandelten Tomatenpflanzen zumindest tendenziell immer höher im Vergleich zu den anderen Behandlungen (z.B. NeemAzal-T/S[®], Thiodan[®]).

Die wichtigste hier erarbeitete Erkenntnis der Versuche an Tomaten bezüglich Niem ist, daß die Wirkung von Azadirachtin zu langsam ist, um die Übertragung von Viren zu verhindern.

5.3.2. Sortenversuche (Tab. 12)

Nach den gemessenen physikalischen Qualitäts-Parametern der Früchte sind die Sorten *Entero grande* und *Hayslip* sehr geeignet für die Tomatenindustrie. Nach dem Gesichtspunkt der Erträge, der als einer der wichtigsten Punkte zu betrachten ist, sowie der Pilzempfindlichkeit sind jedoch *IDIAP T-7* und *Entero grande* die Sorten, die für den weiteren Anbau zu empfehlen sind. Die Sorte *IDIAP T-7* erzielte noch ca. 14 % höhere Erträge als *Entero grande*. Die Populationsdichte der Larven+Eier und Adulten der Weißen Fliegen war insgesamt niedrig in Vergleich zu dem Versuch Tom-1. Hier dürften die Witterungsbedingungen in Zusammenhang mit der Anwendung von Confidor[®] 70 WG die Entwicklung der Populationsdichte der Weißen Fliegen stark beeinflußt haben. Denn es gab am Anfang des Versuches (Dez.-1998, Jan.-1999, s. Abb. 6, s. Kapitel 4.1) noch ungewöhnlichen Regen.

Die Unterschiede in der Populationsdichte der Weißen Fliege zwischen den Sorten sind nicht abgesichert. Hier spielte Confidor[®] 70 WG wieder die vielfach erwähnte wichtige Rolle, da alle Sorten mit diesem Produkte zwei mal am Boden (in der Pflanzschule und nach der Aussaat) behandelt wurden.

5.3.3. Wirkung von vier Insektiziden auf *B. tabaci* und anderen Schädlinge an Kürbispflanzen

Confidor® 70 WG hat eine signifikante Wirkung auf die Populationen von *B. tabaci* unter Feldbedingungen sowie auf *T. vaporariorum* unter Laborbedingungen in den an Tomaten- und Kohlpflanzen durchgeführten Versuchen verursacht. Diese Wirkung wurde in Kürbispflanzen nicht festgestellt. Eine mögliche Erklärung der erzielten schlechten Wirkung von Confidor® 70 WG auf die getesteten Schadinsekten an Kürbispflanzen ist, daß die Konzentration des Wirkstoffes (Imidacloprid) aufgrund des Pflanzenwachstums und des Stoffwechsels sank. Kürbispflanzen erreichen bis zur Ernte bis zu 7 m Länge. Es ist zu erwarten, daß die Wirkstoffe während der Wachstumszeit aufgelöst werden. NAUEN (1995) legt nahe, daß die Imidacloprid-Konzentrationen im Zusammenhang mit dem Pflanzenwachstum und dem Stoffwechsel sinkt.

Gegen *D. hyalinata* an Gurken sind gute Ergebnisse bei der Anwendung von synthetischen Insektiziden, wie Ambush® (Permethrin), Tamaron® (Metamidophos) und Thiodan®, dokumentiert worden (TAPPERTZHOFEN 1995). Mit Niemsamenextrakten hat TAPPERTZHOFEN (1995) mittelmäßige Ergebnisse erzielt. In Gegensatz zu den hier mit NeemAzal-T/S® erzielten Ergebnissen an Kürbis hat sie an Gurken mit Niemsamenextrakten höhere Erträge als bei den konventionellen Behandlungen erreicht. Bei dem durchgeführten Versuch wurde nur mit Confidor® 70 WG und NeemAzal-T/S® eine signifikante Wirkung auf *A. gossypii* an Kürbispflanzen festgestellt. Gegen *A. gossypii* an Gurken und *Myzus persicae* (Sulzer) sind gute Ergebnisse mit Niemsamenextrakten und Imidacloprid dokumentiert worden (TAPPERTZHOFEN 1995, NAUEN *et al.* 1998). Mit NeemAzal-T/S® sind signifikante Wirkungen auf Blattläuse und andere Schädlinge (verschiedene Insektenarten) an verschiedenen Kulturen dokumentiert worden (SCHMUTTERER & ASCHER 1984, SCHMUTTERER 1995, KLEEBOG & ZEBITZ 1997, MORDUE *et al.* 1998, MUDA & CRIBB 1999, OBIWATSCH 2000).

Zwei Faktoren könnten im allgemeinen den Ertrag dieses Versuches beeinflußt haben. Erstens, die auf den Früchten entwickelten Pilze als Folge der schlechten Witterungsbedingungen und zweitens, die durch die *D. hyalinata*-Larven geschädigten

Früchte. Die Behandlung mit NeemAzal-T/S® ist als dritter Faktor zu betrachten, da zwei Wochen nach der ersten Behandlung die Pflanzen phytotoxische Symptome zeigten. Das könnte ihre normale Entwicklung beeinträchtigt haben und schließlich auch auf den Ertrag negativ eingewirkt haben.

5.3.4. Die Unkrautflora auf Tomatenfeldern in Panama

In fast allen begleitenden Unkrautarten des untersuchten Tomatenfeldes wurden Stadien von *B. tabaci* gefunden. Das deutet darauf hin, daß die Unkrautarten nicht nur eine Konkurrenz für das Kultur bedeutet, sondern auch eine wichtige Quelle von *B. tabaci* sowie ein natürliches Reservoir von Geminiviren oder anderen Virengruppen bedeuten. OSORIO *et al.* (2000) berichteten, daß die *B. tabaci* den *Tomato-Leaf-Curl-Virus-Pan* (ToLCV-Pan) zu *Physalis angulata* übertragen und von diesem Wirt zu Tomatenpflanzen weiter übertragen können. Es ist anzunehmen, daß *Sida* spp., ein sehr oft an Tomatenfeldern getroffenes Unkraut, als natürlichen Reservoir von Geminiviren bzw. ihrer Vektoren zu betrachten ist.

Zusätzlich zu den sechs gefundenen Unkrautarten, die mit *B. tabaci*-Stadien befallenen waren, sind anderen vier Arten von ZACHRISSON & POVEDA (1993) berichtet worden. Da die begleitenden Unkrautarten der Tomatenfelder eine wichtige Quelle von Viren und ihren Überträgern darstellen, ist es einerseits als Kultur-Maßnahme zu empfehlen, solche Unkrautarten auf Tomatenfeldern und aus deren Umgebung zu eliminieren. Diese Empfehlung ist aber unter Einschluß der Erkenntnisse über Parasitoide noch zu relativieren (s. Abschnitt 6.4.3).

6. Parasitoidenartenspektrum von *B. tabaci* (Gennadius) in Panama

6.1. Probenahmeorte

Zur Sammlung der Proben, die zwischen Mai 1998 und April 1999 erfolgte, wurden, abgesehen von wenigen Ausnahmen, pro Monat zwei Freilandfahrten unternommen. Die Probenahmeorte waren: Los Angeles (30 ü.d.M.) (LA) und La Espigadilla (30 ü.d.M.) (LE) (Provinz Los Santos); Ollas Arriba de Capira (200 ü.d.M.) (CAP) (Provinz Panama) und Caisán (800 ü.d.M.) (CAI) (Provinz Chiriquí) (Abb. 25).

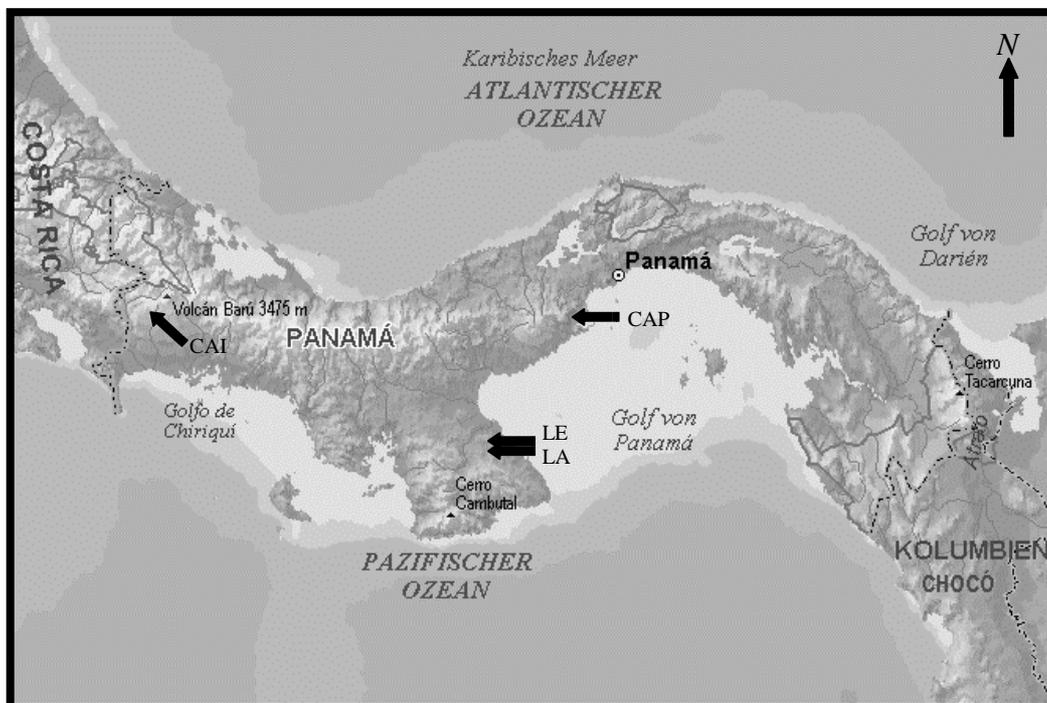


Abb. 25: Republik Panama mit den Standorten der Parasitoiden-Artenbestandsaufnahme von *B. tabaci*. LA: Los Angeles, LE: La Espigadilla (Provinz Los Santos); CAP: Ollas Arriba von Capira (Provinz Panama) und CAI: Caisán (Provinz Chiriquí).

6.2. Material und Methoden

6.2.1. Parasitoidenartenspektrum von *B. tabaci*

Pro Kultur wurden mit wenigen Ausnahmen jeweils 50 Blätter entnommen, welche mit Larven von *B. tabaci* befallen waren. Bei den Kulturen handelte es sich um: Tomaten (*Lycopersicon esculentum* Miller), Paprika (*Capsicum annuum* L.) und Bohnen (*Phaseolus vulgaris* L.). Die Unkrautarten waren: *Sida rhombifolia* L. (Malvaceae), *Jatropha gossypifolia* L. (Euphorbiaceae), *Melampodium divaricatum* L. Rich. ex Pers.

(Asteraceae) und *Malachra alceifolia* Jacq. (Malvaceae). Die Proben wurden in Plastiktüten mit angefeuchtetem Papier gelegt. Im Labor wurden die Blätter mit den parasitierten Larven in Plastik-Petrischalen auf angefeuchtetes Papier gelegt. Es wurde gewartet, bis die Parasitoiden sich zur Imago entwickelt hatten. Um die Parasitoiden optisch aufzuhellen, wurden sie für 3–5 Tage in Lacto-Phenol gelegt. Die Parasitoidenarten wurden nach POLASZEK *et al.* (1992) und EVANS & POLASZEK (1997) bestimmt. Die Bestimmungen wurden durch Dr. G. EVANS (Entomology and Nematology Department, University of Florida) bestätigt. Die anderen Arten der Weißen Fliegen wurden nach CABALLERO (1994) an den untersuchten Wirten bestimmt. Ein Set der gesammelte Exemplare wurde im „Museo de Invertebrados G. B. Fairchild (MIUP), Universidad de Panamá“ hinterlegt. Alle Parasitoiden sind aus *B. tabaci* ausgeschlüpft.

6.2.2. Parasitierungsgrad

Von Anfang Juni bis Anfang September 1998 wurden in LA 7 Bonituren an 50 Pflanzen (1 Blatt/Pflanze) während des gesamten Zyklus der Tomate (Sorte: *IDIAP T-7*) durchgeführt. Mit einem Binokular-Mikroskop wurden den Proben folgende Informationen entnommen:

1. Exuvie mit Schlupföffnung von Parasitoiden (erkennbar an der runden Schlupföffnung).
2. Exuvie mit Schlupföffnung von *B. tabaci* (erkennbar an der T-Form Schlupföffnung).
3. Nicht parasitierte Puparien von *B. tabaci*.
4. Lebende und abgestorbene Larven von *B. tabaci*
5. Parasitierte Puparien und Larven von *B. tabaci*.

Danach wurden sie in Plastik-Petrischalen auf angefeuchtetes Papier gelegt und es wurde gewartet, bis sich die Parasitoiden zur Imago entwickelt hatten. Um eine Unterschätzung zu vermeiden, wurde der Parasitierungsgrad ohne Berücksichtigung der Anzahl von lebenden und toten juvenilen Larven berechnet, da man bei den Juvenil-Stadien nicht weiß, ob sie parasitiert waren oder nicht (nach Entnahme der befallenen Blätter werden die juvenilen Larven nicht mehr parasitiert).

6.3. Ergebnisse

6.3.1. Parasitoidenartenspektrum von *B. tabaci*

Alle 677 zwischen Mai 1998 und April 1999 gesammelten Parasitoiden gehörten zu den Gattungen *Eretmocerus* und *Encarsia*. Beide Gattungen gehören zu der Familie der Aphelinidae (Hymenoptera: Chalcidoidea). Die Bestimmung bis zum Artniveau war bei der Gattung *Eretmocerus* nicht möglich, da keine guten Kenntnisse über die Taxonomie dieser Arten vorhanden sind. Eine genauere Identifikation der Art ist noch in Zusammenarbeit mit der „University of Florida“ geplant. Mit hoher Wahrscheinlichkeit ist aber anzunehmen, daß es sich nur um eine Art handelte. 63,2 % der gezüchteten Parasitoiden gehören zur Gattung *Eretmocerus* und nur 36,8 % zur Gattung *Encarsia* (Abb. 27-A, B). In dieser letzten Gattung wurden vier Arten gefunden (Tab. 4). *Encarsia pergandiella* Howard (30,7 % von 677 Parasitoiden) war der häufigste Parasitoid aus der Gattung *Encarsia*. Die anderen drei Arten, die nicht oft angetroffen wurden, waren *E. hispida* De Santis (Abb. 27-D), *E. porteri* Howard und *Encarsia* sp. nov. (Abb. 27-C).

Die Vertreter der Gattung *Eretmocerus* waren nicht nur die am häufigsten gezüchteten Parasitoiden, sie wurden auch in sämtlichen Kulturen und Unkräutern aller Standorte gefunden (Tab. 5). Die Mehrheit der gezüchtete Parasitoiden wurde während der Regenzeit (zwischen Juni und Dezember) gefunden (Tab. 4). Die Verteilung des Parasitierungsgrades stellte sich von stark zu schwach folgendermaßen dar: Paprika > Unkraut > Tomaten (Abb. 26). Die durchschnittliche Verteilung aller Parasitoiden hatte jeweils im September und im Januar einen Höhepunkt (Abb. 26, Tab. Q, Anhang). Es ist zu erwähnen, daß ein Exemplar des Hyperparasitoiden *Signiphora aleyrodis* Ashmead (Hymenoptera: Signiphoridae) in CAP (Wirtspflanze: *Sida rhombifolia*) gefunden wurde (Abb. 27-E). Ein Set der gesammelten Exemplare wurden im „Museo de Invertebrados G. B. Fairchild (MIUP), Universidad de Panamá“ hinterlegt. Alle Parasitoiden sind, wie erwähnt, aus *B. tabaci* ausgeschlüpft.

Zwischen September 1998 und Januar 1999 wurden zwei andere Arten von Weißen Fliegen auf den untersuchten Wirtspflanzen gefunden. Es handelte sich hierbei um *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (CAP, Wirtspflanze: *Malachra alceifolia*, 30.Sept.-20.Okt.98) und *Tetraleurodes acaciae* (Quaintance) (LE und LA, Los Santos, Wirtspflanze: *Capsicum annuum*; und in CAP, Wirtspflanze: *M. alceifolia*, 4., 12. und

29.Jan.99). *C. annuum* ist noch nicht als Wirtspflanze von *T. acaciae* dokumentiert worden.

Tab. 4: Gezüchtete Parasitoiden von *B. tabaci* an Tomaten, Paprika, Bohnen und vier Unkrautarten in drei Gebieten Panamas, 1998-1999.

Taxa	1998								1999				Gesamt (%)
	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	
Aphelinidae													
<i>Eretmocerus</i> sp. [†]	6	17	43	207	73	30	32	7	7	6	0	0	428 (63,2)
<i>Encarsia pergandiella</i> [‡]	0	3	0	3	10	62	32	29	65	4	0	0	208 (30,7)
<i>Encarsia hispida</i> [§]	0	15	2	1	2	3	2	0	10	0	1	0	36 (5,3)
<i>Encarsia porteri</i> [£]	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	3 (0,5)
<i>Encarsia</i> sp. nov. ^{&}	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2 (0,3)
Gesamt	6	36	45	212	87	95	66	36	82	11	1	0	677 (100,0)

[†]Die Parasitoiden wurden gesammelt in: Los Angeles (LA) (Wirtspflanzen: Tomaten, Paprika und *Jatropha gossypifolia*), La Espigadilla (LE) (Wirtspflanzen: Tomaten, Paprika), Provinz Los Santos; in Capira (CAP) (Wirtspflanzen: *Melampodium divaricatum*, *Sida rhombifolia* und *Malachra alceifolia*), Provinz Panama; und in Caisán (CAI) (Wirtspflanzen: Bohnen, Tomaten und Paprika), Provinz Chiriquí.

[‡]Diese Art wurde gesammelt in: LA (Wirtspflanzen: Paprika und *M. alceifolia*), LE (Wirtspflanzen: Tomaten, Paprika) und CAP (Wirtspflanzen: *S. rhombifolia*).

[§]Diese Art wurde gesammelt in: CAP (Wirtspflanzen: *M. divaricatum*, *S. rhombifolia* und *M. alceifolia*).

[£]Diese Art wurde in CAP (Wirtspflanze: *M. divaricatum*) gesammelt.

[&]Die neue Art wurde in CAI (Wirtspflanze: Tomaten) gesammelt.

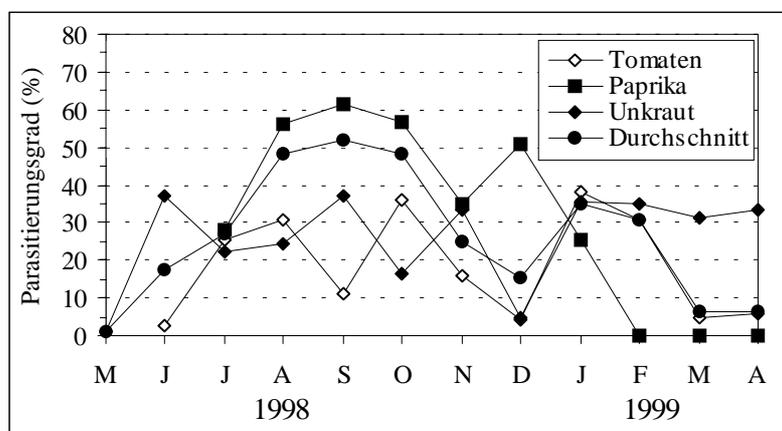


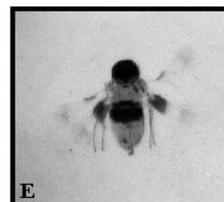
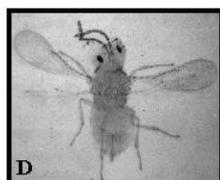
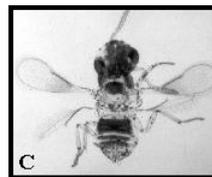
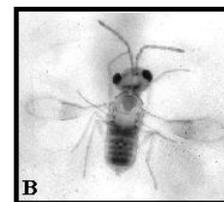
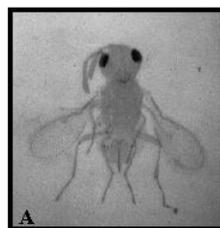
Abb. 26: Parasitierungsgrad (%) von *B. tabaci* an den Tomaten- und Paprikakulturen sowie vier Unkrautarten in drei Gebieten Panamas.

Tab. 5: Anwesenheit der Parasitoiden von *B. tabaci* an Tomaten (T), Paprika (P) und an vier Unkrautarten (U) in drei Gebieten Panamas, Mai 1998-April 1999.

	<i>Eretmocerus</i> sp.			<i>E. pergandiella</i>			<i>E. hispida</i>			<i>E. porteri</i>			<i>Encarsia</i> sp. nov.		
	T	P	U	T	P	U	T	P	U	T	P	U	T	P	U
1998															
M			+			-			-			-			-
J	+		+	-		+	-		+	-		+	-		-
J	+	+	+	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
A	+	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-	+	-	-	-
S	+	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
O	+	+	-	+	+	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
N	+	+	-	+	+	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-
D	+	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999															
J	+	+	-	+	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	-
F	+	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
M	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

+ Anwesend

- Nicht anwesend

**Abb. 27:** Parasitoidenarten von *B. tabaci* in Panama (A-D) und ihr Hyperparasitoid (E).
A. *Eretmocerus* sp., B. *Encarsia pergandiella*, C. *Encarsia* sp. nov.,
D. *Encarsia hispida*, E. *Signiphora aleyrodis*.

6.3.2. Parasitierungsgrad

Der Parasitierungsgrad von *B. tabaci* an Tomaten schwankte um $20,4 \pm 14,8$ % (Mittelwerte \pm Standardabweichung, $n=1784$). Die Populationsdichte von *B. tabaci* und ihren Parasitoiden wuchsen nach der Aussaat an. *B. tabaci* erreichte etwa neun Wochen ein Maximum, während der Parasitierungsgrad erst nach 11 Wochen ein Maximum erreichte. Der Verlauf des Populationsniveaus der Schädlinge und ihrer Parasitoide ist in Abbildung 28 gezeigt.

Der Mittelwert von Larven/Blatt betrug $7,0 \pm 2,9$ ($n=2465$) und die der Parasitoiden/Blatt $1,1 \pm 1,1$ ($n=392$). Diese Verrechnung wurde mit juvenilen und toten Larven durchgeführt. Von allen registrierten Parasitoiden haben sich nur 17,6 % (d.h. 69 von 392 Parasitoiden) bis zur Imago entwickelt. Alle Parasitoiden in diesem Versuch gehörten zur Gattung *Eretmocerus*.

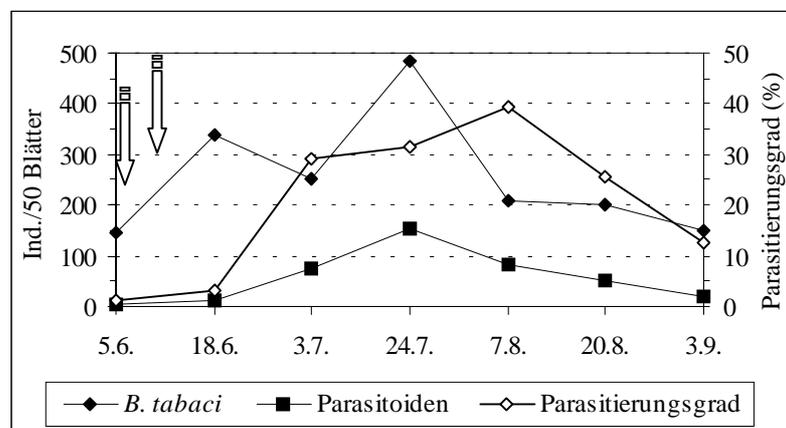


Abb. 28: Parasitierungsgrad (%) und Populationsdichte von *B. tabaci*-Larven und ihrer Parasitoide an Tomatenpflanzen in Los Angeles, Los Santos, Panama, 20. Juni bis 3. Aug. 1998. Die Pfeile zeigen Insektizidbehandlungen (Thiodan: 1-2 l/ha; Datum der ersten und zweiten Behandlung: 21.05. und 9.06.98).

6.4. Diskussion

6.4.1. Parasitoidenartenspektrum von *B. tabaci*

Eretmocerus sp. und *Encarsia pergandiella* waren in unserer Arbeit die vorherrschenden Parasitoiden von *B. tabaci*. Beide Gattungen sind schon in Panama und anderen lateinamerikanischen Ländern gefunden worden (POLASZEK *et al.* 1992, ADAMES & KORYTKOWSKI 1994). In Costa Rica wurde dokumentiert, daß *Eretmocerus* sp., *Encarsia pergandiella* und *Encarsia nigricephala* Dozier die häufigsten Parasitoiden von *B. tabaci* an Bohnen waren. An Tomaten wurden *E. pergandiella*, *E. formosa* Gahan und *E. desantisi* Viggiani gefunden (BERNAL 1995). In Honduras wurden *E. pergandiella* und *E. nigricephala* als die vorherrschende Parasitoiden an Bohnen festgestellt (BOGRAN *et al.* 1998). In Florida wurden *E. nigricephala*, *E. pergandiella* und *Eretmocerus californicus* Howard als die häufigsten Parasitoiden von *B. tabaci* an der Erdnuß dokumentiert (McAUSLANE *et al.* 1993). Die Verbreitung und die festgestellte hohe Abundanz von *Eretmocerus* sp. und *E. pergandiella* spiegelt ihre Bedeutung als potentielle Organismen für die biologische Kontrolle von *B. tabaci* in verschiedenen Ländern Lateinamerikas wider. In den USA sind 17 Arten der Gattungen *Encarsia* und *Eretmocerus*, aus 19 Ländern importiert, für die biologischen Kontrolle von *B. tabaci* an drei Wirtspflanzen unter Labor- und Feldbedingungen von 1993 bis 1998 getestet (GOOLSBY *et al.* 2000). Zwei *Eretmocerus*-Arten und *Encarsia* nr. *pergandiella* parasitierten ein signifikanten höheren Anzahl von Larven als die natürlich in den USA vorkommenden Parasitoidenarten.

In Costa Rica wurden sechs zusätzliche Arten der Gattung *Encarsia*, die *B. tabaci* an Bohnen parasitiert gefunden (BERNAL 1995). Bei diesen Arten handelte es sich um *E. formosa*, *E. desantisi*, *E. porteri*, *E. strenua* (Silvestri), *E. hispida*, und *Amitus* sp. An Tomaten wurden die gleichen Arten gefunden, mit Ausnahme von *E. porteri*, *E. strenua* und *E. hispida*. Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei Exemplare der Gattung *Encarsia* gesammelt, welche nicht mit den Schlüssel von POLASZEK *et al.* (1992) oder EVANS & POLASZEK (1997) zu bestimmen waren. Es handelt sich hierbei um eine neue Parasitoiden-Art (G. EVANS, Entomology and Nematology Department, University of Florida, pers. Mitt.), deren Beschreibung noch aussteht. Außer *Encarsia* sp. nov. wurden in dieser Arbeit die gleichen Arten gefunden wie in Costa Rica, mit Ausnahme von *E. formosa*, *E. desantisi*, *E. nigricephala*, *E. strenua* und *Amitus* sp.. *E. hispida* ist eine kosmopolitische Art, die in Nord-, Mittel-, Südamerika und der Karibik weit verbreitet ist

(POLASZEK *et al.* 1992). *E. porteri* hat in Süd- (Argentinien, Brasilien und Chile) und Mittelamerika ihr Haupt-Verbreitungsgebiet (POLASZEK *et al.* 1992, CAVE 1996). Es ist gezeigt worden, daß ausschließlich männliche Individuen dieser Art aus Eiern verschiedenen Lepidoptera-Arten entstehen (ROJAS 1968, ARRETZ *et al.* 1985).

In Panama wurde eine ähnliche Vielfalt an Parasitoiden (fünf Arten) von *B. tabaci* gefunden, wie in Kuba (vier Arten) und Florida (fünf Arten) (HOELMER & OSBORNE 1990, CASTINEIRAS 1995). Zwei Arten sind für Westafrika dokumentiert worden (GERLING 1985). In Honduras und in Costa Rica wurden acht bzw. neun der jeweiligen Parasitoidenarten von *B. tabaci* dokumentiert, welche sich an verschiedenen Unkräutern und Kulturen befanden (VELEZ 1993, BERNAL 2000). In Mittelamerika sind 14 Arten gefunden worden, von denen fünf Arten noch nicht beschrieben worden sind (CAVE 1996). POLASZEK *et al.* (1992), CHAVEZ (1993) und EVANS (1997) haben 10 Parasitoidenarten von *B. tabaci* in fünf Ländern Südamerikas dokumentiert. Weltweit sind 33 Parasitoidenarten von *B. tabaci* beschrieben worden (POLASZEK *et al.* 1992, EVANS & POLASZEK 1997).

Die Mehrheit der gezüchtete Parasitoiden wurde während der Regenzeit (zwischen Juni und Dezember) gefunden. Der Unterschied der Abundanz und der Artenzahl während des Jahres ist sehr wahrscheinlich unter anderen von jahreszeitlichen Faktoren beeinflusst. BOGRAN *et al.* (1998) haben eine unterschiedliche Abundanz der Parasitoidenarten von *B. tabaci* an Bohnen während zwei Perioden (Mai - August 1995 und September - Januar 1995-1996) in Honduras dokumentiert.

Der Parasitierungsgrad von *B. tabaci* war an Tomaten- niedriger als an Paprikapflanzen. Obwohl man andere Faktoren nicht mit Sicherheit unbeachtet lassen kann (z. B. die Behaarung der Pflanzen, Dichte der Behaarung, etc.), ist es sehr wahrscheinlich, daß sich die Häufigkeit der Spritzung von Insektiziden in den Kulturen negativ auf den Parasitierungsgrad ausgewirkt hat. Bei der untersuchten Paprikakultur wurde selten, d.h. zwei mal während des Zyklus, Insektizid gespritzt (Mitt. der Bauern). Bei den Tomaten hängt die Häufigkeit der Spritzung von dem Schädlingsniveau ab. Normalerweise wurden nach Mitteilung der Bauern in den untersuchten Gebieten zwischen 2 und 10 mal während des Zyklus gespritzt. Ähnliche Ergebnisse bezüglich des Parasitierungsgrades sind bei Bohnen und Tomaten, die unterschiedlich häufig mit Insektiziden behandelt

wurden, in Costa Rica dokumentiert worden (BERNAL 2000). Eine signifikante und negative Wirkung von wiederholte Behandlungen von Monocrotophos und Pyriproxyfen (beide Organophosphorsäureester) auf den Parasitierungsgrad von *B. tabaci* an Baumwolle sind in Israel dokumentiert worden (GERLING & NARANJO 1998). Im Gegensatz dazu haben die Autoren festgestellt, daß in vielen Fällen Insektizidbehandlungen einen geringen Effekt auf den Parasitierungsgrad zeigten, und ein hoher Parasitierungsgrad wurden in behandelten Baumwollfeldern gefunden. In Kalifornien wurde aber gezeigt, daß der Parasitierungsgrad von *Eretmocerus* sp. auf *B. tabaci* an Baumwolle zunahm, wenn die Anwendungen mit Insektiziden eingestellt wurden (BELLOWS & ARAKAWA 1988).

Die Puppen der Parasitoiden in den Wirten und die Adult-Stadien sind sehr empfindlich gegen einige Insektizide (DOWELL 1990). Negative Einwirkungen von Insektizidspritzungen auf Parasitoide sind von SHARAF (1982), BUTLER & HENNEBERRY (1983), ABDELRAHMAN (1986), KAPIDIA & PURI (1991), PRICE & SCHUSTER (1991), HASSAN *et al.* (1983, 1994), JONES *et al.* (1995) und VARGAS *et al.* (1998) dokumentiert worden. Meistens sind die natürlichen Feinde empfindlicher gegen Pestizide als ihre attackierte phytophage Beute (WEIRES *et al.* 1982, BRAUN *et al.* 1987).

Die vorliegende Arbeit stellt eine Steigerung der bisherigen Kenntnisse der Parasitoiden von *B. tabaci* in Panama dar. In den vorherigen Studien auf der Halbinsel Azuero wurden die Gattungen *Encarsia*, *Eretmocerus* und *Aleurodiphilus* dokumentiert (ADAMES & KORYTKOWSKI 1994). Eine genauer Determinierung der *Eretmocerus*-Art unserer gesammelten Parasitoiden ist, wie bereits oben erwähnt, noch in Zusammenarbeit mit der „University of Florida“ geplant.

Von dem Spektrum der natürliche Feinde von *B. tabaci* stellen die Parasitoiden die bekanntesten Organismen dar. Aber die Bekämpfung dieser Schädlinge, die auch Überträger von Virenkrankheiten sind, ist nicht möglich nur durch Parasitoide oder natürliche Feinde (CAVE 1994). Die Parasitoide könnten jedoch in Zusammenhang mit anderen integrierten und vernünftigen Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Weißen Fliegen eine große Rolle spielen.

6.4.2. Parasitierungsgrad

Der Parasitierungsgrad von *B. tabaci* an Tomaten in dieser Arbeit schwankte zwischen $20,4 \pm 14,8$ %. In Costa Rica wurde ein schwankender Parasitierungsgrad an Tomaten von $36,4 \pm 34,0$ % in "Estación Experimental Fabio Baudrit" und $2,0 \pm 12,2$ % in „San Antonio de Belén“ von *B. tabaci* dokumentiert (BERNAL 1995). Der Parasitierungsgrad der vorliegenden Arbeit ist niedriger als der anderer Studien an verschiedenen Wirtspflanzen. In Ägypten wurde ein schwankender Parasitierungsgrad von *B. tabaci* an *Lantana camara* L. (Verbenaceae) dokumentiert, welche bis zu ca. 90 % zwischen Mai und Oktober erreichte (HAFEZ *et al.* 1978). In Kalifornien erreichte der Parasitierungsgrad von *Eretmocerus* sp. an *B. tabaci* an Baumwolle bis zu ca. 70 % (BELLOWS & ARAKAWA 1988). In unseren Studien wurde eine Steigerung des Parasitierungsgrades beobachtet, welche sich mit einer hohen Steigerung der Populationsdichte der Larven von *B. tabaci* deckte (s. Abb. 28). Der Parasitierungsgrad in den ersten, vierten und letzten Bonituren (5. Juni, 24. Juli und 3. Aug. 1998) betrug jeweils 1,4 %, 31,4 % und 12,7 % mit einer Populationsdichte von 2,9, 9,7 und 3,0 Larven/Blatt.

Unsere Ergebnisse legen eine dichteabhängige Reaktion der Parasitoide auf die Populationsdichte von *B. tabaci* nahe. Eine ähnliche Tendenz wurde von HAFEZ *et al.* (1978), BELLOWS & ARAKAWA (1988) und McAUSLANE *et al.* (1994) beobachtet. Diese Autoren haben herausgefunden, daß die Steigerung des Parasitierungsgrades mit einer Steigerung der Larvenanzahl von *B. tabaci* in Verbindung steht. GERLING & NARANJO (1998) haben auch in Baumwollfeldern in Israel eine positive Verbindung gefunden zwischen der Wirts-Populationsdichte von *B. tabaci* und dem Parasitierungsgrad. In Kalifornien war die Verbindung relativ schwach und inkonsistent. Im Gegensatz dazu haben die Ergebnisse von BOGRAN *et al.* (1998) ergeben, daß der Parasitierungsgrad nicht in Verbindung mit der Populationsdichte des Wirtes steht.

6.4.3. Zur Bedeutung der Unkräuter

Aus Tabelle 5 geht hervor, daß drei der gefundenen Parasitoidenarten sowohl als auf Kulturpflanzen als auch auf der Ackerbegleitflora gefunden wurden. Diese Beobachtung zeigt, daß die Agrarökosysteme erst intensiv untersucht werden müssen, ehe Schlüsse auf ihr Management gezogen werden können. Wurde in Abschnitt 5.3.4 die Überlegung erwogen, Unkräuter auf den Feldern und deren Umgebung nicht zu dulden, weil sie

Reservoirs für *B. tabaci* darstellen, so muß man hier betonen, daß eine Duldung der Unkräuter zumindest in der Umgebung der Felder zu tolerieren ist. Denn sie dienen dort auch als Reservoir der Antagonisten von *B. tabaci*, der Parasitoide.

7. Rückstände von Imidacloprid (Confidor® 70 WG) im Boden und in Tomatenpflanzen (Blätter und Früchte) in Panama

7.1. Entnahme der Proben

Um die Rückstandsanalyse bei Imidacloprid durchzuführen, wurden Proben von Boden und Pflanzen (Blätter und Früchte) gesammelt. Die Probe-Entnahmen erfolgten während der Durchführung des Versuches Tom-1. Die Proben wurden jeweils vor (neun Tage vor der ersten Behandlung), während (je zwei Proben; zwei Stunden nach der ersten Spritzung und 24 Tage nach der letzten Spritzung) und sechs Monate nach der ersten Spritzung gesammelt. Die Bodenproben wurden mit Hilfe einer PVC-Röhre (Ø 3,2 cm) (10 cm in die Tiefe) an jeweils fünf verschiedenen Stellen entnommen. Die Erdproben wurden auf randomisierten Punkten in der Nähe des Pflanzenstammes entnommen. Zur Analyse der Pflanzen wurden zwei Stunden nach der ersten Spritzung und 24 Tage nach der letzten Spritzung, je 50 Blätter pro Behandlung gesammelt. Weiterhin wurden pro Behandlung vier Früchte der ersten Ernte entnommen. Die Proben wurden in Aluminium Papier gewickelt, bei -4 °C und zur Analyse (Februar - März, 1999) aufgetaut.

7.2. Material und Methoden

Die Rückstandsanalysen wurden nach der Methode von PLACKE & WEBER (1993) mit einigen Änderungen, durch „high pressure liquid chromatographie (HPLC)“ im „Laboratorio de Análisis de Residuos“, IDIAP - Panama, durchgeführt.

7.2.1. Extraktion

50 g der Erdproben wurden gewogen und in 300 ml eines Gemisches aus Methanol/Wasser (3:1) und 5 ml verdünnter Schwefelsäure gegeben. Die Probe wurde mit einem Mixer (2 Min.) homogenisiert, danach wurden 10 g Celite zugegeben. Die Lösung wurde anschließend filtriert (Filterpapier Whatman No. 1). Die Flasche und der Filter wurden mit 150 ml der Extraktionslösung Methanol/Wasser (3:1) gewaschen und wieder filtriert.

Der Feststoff wurde verworfen und das Filtrat wurde in ein graduiertes Reagenzglas transferiert und mit 400 ml Methanol aufgefüllt. 400 ml der filtrierten Lösung, die insgesamt ca. 50 g der Initialprobe entspricht, wurden mit einem Rotationsverdampfer

(Wasserbad 60 °C) auf ein wäßriges Volumen von 30 ml eingengt. Der wäßrige Rest wurde auf eine mit einem Polystyrolharz (XAD-4) gefüllte Säule gegeben, um die Rückstände auf der Säule zu absorbieren. Zur Entfernung der wasserlöslichen Matrixbestandteile wurde die Säule mit Wasser gewaschen. Anschließend wurden die Rückstände mit 100 ml Methanol eluiert.

7.2.2. Flüssig-flüssig-Verteilung

Für diese Phase wurde eine Säule-Mega Bond (SPE, „Reversed Phase“ FL, Varian) mit 6 ml Kapazität verwendet.

100 ml des Methanol-Rückstandes wurden in einem Rotationsverdampfer (Wasserbad 60°C) zu einem wäßrigen Rückstand (Volumen: 5 ml) eingengt. Die Rückstände wurden in 20 ml Wasser gelöst und in die SPE-Säule gegeben. Nach 10 Min. war der Rückstand gleichmäßig von der Säule aufgenommen worden. Die Säule wurde viermal mit je 20 ml Dichlormethan eluiert. Mit dem ersten Eluat wurde die Flasche gewaschen. Das Eluat wurde gesammelt und in einem Rotationsverdampfer (Wasserbad 60 °C) bis zur Trockenheit eingengt. Danach wurde es in 2 ml Ethylacetat aufgelöst.

7.2.3. Säulenchromatografie an Florisil

2 ml der mit Ethylacetat aufgelösten Residuen wurden durch Säulenchromatografie mit Florisil aufgetrennt, welche mit 5 % Wasser und Natriumsulfat inaktiviert wurde. Danach wurde die Flasche mit 2 ml Ethylacetat gewaschen und in einer weiteren Säulenchromatografie zugeführt. Durch die Säule wurden 100 ml Ethylacetat laufen gelassen. Der Wirkstoff wurde mit 25 ml Acetonitril eluiert, das Lösungsmittel wieder abgedampft und der trockene Rückstand wurde mit 1,95 ml Acetonitril/Wasser (1:1) aufgenommen. Zum Abschluß wurde die quantitative Bestimmung mit einer „Reversed Phase-HPLC“ durchgeführt.

Zur Bestimmung der Rückstände von Imidacloprid in Proben von Früchten und Blättern wurde die oben beschriebene Methode benutzt. Die verwendeten Probenmengen sind in Tabelle 6 beschrieben. Die Imidacloprid-Rückstandsmenge wurden nach der folgenden Formel berechnet:

$$R = \frac{H_A \times V_{END} \times K_{St}}{H_{St} \times G}$$

Wobei

- R = Bestimmter Rückstand in $\mu\text{g/g}$, berechnet als Imidacloprid
 G = Einwaage der analytischen Probe (Boden, Blätter und Früchte) in g
 V_{END} = Endvolumen der Acetonitril Lösung in ml (Kapitel 7.2.3)
 H_A = Peak-Höhe der analytischen Lösung
 H_{St} = Peak-Höhe der Standardlösung
 K_{St} = Konzentration (in $\mu\text{g/g}$) der Standardlösung

7.2.4. Verwendete Geräte

HPLC	Jasco
Säule	Supelcosil LC-18
Pumpe	PU-980 intelligent HPLC Pump
Detektor	UV-975 intelligent UV/VIS Detektor
Integrator	807-IT Integrator

7.2.5. Analyse-Bedingungen

Eluent	Methanol/Wasser (80:20)
Fluß	0,2 ml/Min.
λ (Wellenlänge)	270 nm
Attenuation	64
Vorschubgeschwindigkeit	2 mm/Min.
Retentionszeit	16,5 Min.

Tab. 6: Verwendete Probenmengen (g) von den Bodenproben und Tomatenpflanzen (Blätter und Früchte) für die Imidacloprid-Rückstandsanalyse.

Proben	Entnahme der Probe	Imidacloprid	Kontrolle
Boden	3.06.98, 17.12.98	50 g	50 g
Blätter	12.06.98	9 g	11 g
	1.09.98	27 g	6 g
Früchte	1.09.98	37 g	40 g

7.3. Ergebnisse

7.3.1. Rückstände im Boden

Die Ergebnisse der Imidacloprid-Rückstandsanalyse aus Erde und Tomatenpflanzen (Blätter und Früchte) sind in Tabelle 7 beschrieben. Chromatogramme (Standard- und Bodenanalyse) von Imidacloprid-Rückständen im Boden sind in Abbildungen 30 und 31 dargestellt. In den neun Tage vor der ersten Behandlung gesammelten Proben von Erde aus der Kontrolle und den behandelten Parzellen wurden, wie erwartet, keine Rückstände festgestellt. Der zeitliche Verlauf des Abbaues dieses Stoffes im Boden ist in Abbildung 29 dargestellt. Diese Substanz zeigt im Boden eine deutliche und schnelle Degradierung im Verlauf der Zeit. Im Vergleich zu der Initialkonzentration von Imidacloprid ($0,70 \pm 0,37 \mu\text{g/g}$, zwei Stunden nach der ersten Behandlung, Tab. 7) wurden 77 und 144 Tage nach der ersten Behandlung jeweils 97,1 % und 94,3 % abgebaut. In den Kontrollen wurden im Vergleich zu der Initialkonzentration der behandelten Parzellen kleinere Imidacloprid-Rückstandsmenge ($0,01 \mu\text{g/g}$) festgestellt, was 1,4 % entspricht.

7.3.2. Rückstände in Blättern und Früchten

Chromatogramme der Imidacloprid-Rückstandsanalyse von Blättern und Früchten sind in Abbildung 32 dargestellt. In der ersten Probe wurden in den Blättern keine Rückstände festgestellt, in den zweiten Proben wurden jedoch bei den behandelten Blättern und in der Kontrolle Werte von $0,1 \mu\text{g/g}$ nachgewiesen. Von den zwei analysierten Proben der Früchte der behandelten Tomatenpflanzen wurde nur in einer Probe Rückstände nachgewiesen, die mit $0,01 \mu\text{g/g}$ waren niedriger als das von „Environmental Protection Agency“ (EPA) aufgestellte Toleranzniveau ($0,1 \mu\text{g/g}$) (Tab. 7).

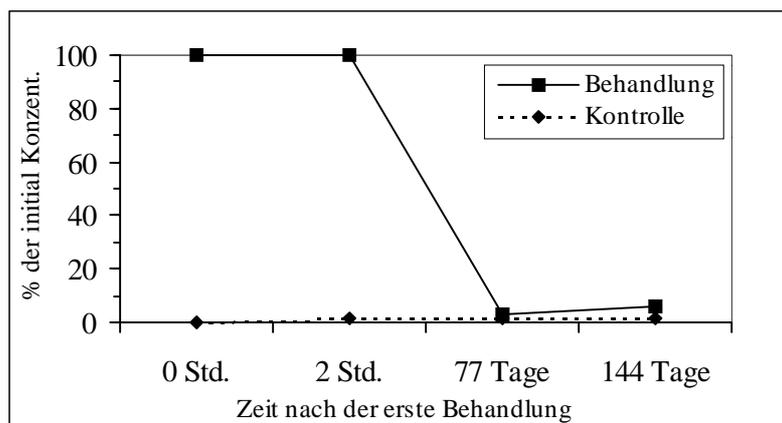


Abb. 29: Darstellung des zeitlichen Verlaufes des Abbaues der Rückstandsmengen von Imidacloprid (Confidor[®] 70 WG) in Erdproben aus dem Tomatenfeld in Los Santos, Panama, 1998-1999. Die Bodenbehandlung wurde am 12.Jun.98 durchgeführt.

Tab. 7: Gefundene Rückstandskonzentrationen ($\mu\text{g/g}$) von Imidacloprid im Boden und an Tomatenpflanzen aus Los Santos, Panama, 1999.

Probe	Zeit der Entnahme [†]			
	(9 Tage veB) (3.Jun.98)	(2 Std. neB) (12.Jun.98)	(24 Tage nlB) (1.Aug.98)	(6 Mon. neB) (17.Dez.98)
Boden				
Behandelt	ng [‡]	0,70 ± 0,37	0,02 ± 0,02	0,04 ± 0,03
Kontrolle	ng [‡]	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00	0,01 ± 0,00
Blätter				
Behandelt		ng [‡]	0,15	
Kontrolle		ng [‡]	0,11	
Früchte				
Behandelt			0,04 [§]	
Kontrolle			ng [‡]	

[†] veB: vor der ersten Behandlung; neB: nach der ersten Behandlung; nlB: nach der letzten Behandlung.

[‡] ng: nicht gefunden.

[§] Werte von einer Probe. In der zweiten Probe wurde kein Rückstand über der Nachweisgrenze (0,01 $\mu\text{g/g}$) gefunden.

7.4. Diskussion

7.4.1. Rückstände im Boden

77 Tage nach der ersten Behandlung wurden im Vergleich zu der Imidacloprid-Initialkonzentration, >95 % des Wirkstoffes Imidacloprid (Confidor® 70 WG) in 10 cm Bodentiefe abgebaut. Imidacloprid zeigte eine deutliche und schnelle Degradierung im Boden. Es ist einerseits anzunehmen, daß Imidacloprid im Boden der Tomatenkultur allmählich zu anderen Stoffen (seinen Metaboliten) umgewandelt wurde. Ähnliche Ergebnisse sind in Böden mit unterschiedlichem Gehalt organischer Stoffe in Zuckerrüben in Belgien dokumentiert worden (ROUCHAUD *et al.* 1996). Die Autoren haben festgestellt, daß ab 96 Tagen nach der Aussaat der Zuckerrüben keine Rückstände von Imidacloprid und seinen Haupt-Metaboliten (drei von vier Metaboliten) im Boden nachzuweisen waren. Andererseits ist davon auszugehen, daß die Konzentration von Imidacloprid im Boden auch durch die Aufnahme über die Pflanzenwurzeln in die Pflanzen schnell vermindert wird.

Im Vergleich zu der Imidacloprid-Initialkonzentration der behandelten Parzellen wurden 1,4 % der Imidacloprid-Rückstände in der Kontrollparzelle gefunden. Die Anwesenheit solcher Rückstände könnte durch Regen erklärt werden, der Rückstände horizontal, auch über die Bewässerungsrinnen von behandelten auf unbehandelte Parzellen überträgt.

7.4.2. Rückstände in Blättern und Früchten

In Blättern der Kontrollpflanzen (24 Tage nach der letzten Behandlung) wurden Imidacloprid-Rückstände gefunden. Der angenommene Effekt des Regens in Bodenproben wurde demnach auch an den Pflanzenproben beobachtet. Bei den behandelten Pflanzen sind diese Ergebnisse hauptsächlich wegen der systemischen Wirkung der Imidacloprid erklärbar, da die erste Behandlung im Boden durchgeführt wurde und teilweise drei zusätzliche Behandlungen mit Imidacloprid an Blättern erfolgten. Es ist eine schnelle Degradierung an der Blattoberfläche von Tomatenpflanzen durch Sonnenlicht dokumentiert worden (SCHOLZ & REINHARD 1999). Um den Effekt des Sonnenlichtes in die Degradierungszeit (DT_{50}) der 50 % von Imidacloprid unter Feldbedingungen zu beweisen, haben diese Autoren Versuche unter drei unterschiedlichen Lichtintensitäten durchgeführt. Dadurch haben Sie festgestellt, daß die

DT₅₀ unter normaler Lichtstrahlung zwischen 0,7 und 1,4 Tagen schwankte. NAUEN *et al.* (1999) schlagen vor, daß Imidacloprid-Metaboliten an Baumwollblättern sehr empfindlich gegenüber Photodegradierung sein können. Es ist gezeigt worden, daß während der Ernte in Zuckerrüben weder Imidacloprid-Rückstände noch solche ihrer Metaboliten in Wurzeln und Blättern gefunden wurden (ROUCHAUD *et al.* 1996).

Nur in einer von zwei Früchteproben der behandelten Tomatenpflanzen konnten bemerkbare Imidacloprid-Rückstände nachgewiesen werden. Die nachgewiesenen Werte sind niedriger als die von der USA-Umweltbehörde („Environmental Protection Agency“, EPA) aufgestellten Toleranzniveaus von 0,1 µg/g. Die Belastung der Tomatenfrüchte mit Imidacloprid ist demnach sehr gering. Eine negative gesundheitliche Beeinflussung des Konsumenten kann aufgrund dieser Ergebnisse ausgeschlossen werden. Die Nachweisgrenze der Analysemethode liegt bei 0,01 µg/g. In den unbehandelten Früchten wurde kein Signal von Imidacloprid-Rückständen festgestellt. In anderen Kulturen, z.B. Sojabohnen (Sorte: *P-24*) und „Blackgram“ (*Vigna mungo*, Sorte: *PS-1*) wurden nach initialer Behandlung der Pflanzen keine Imidacloprid-Rückstände in den Samen gefunden (GOPAL *et al.* 1997).

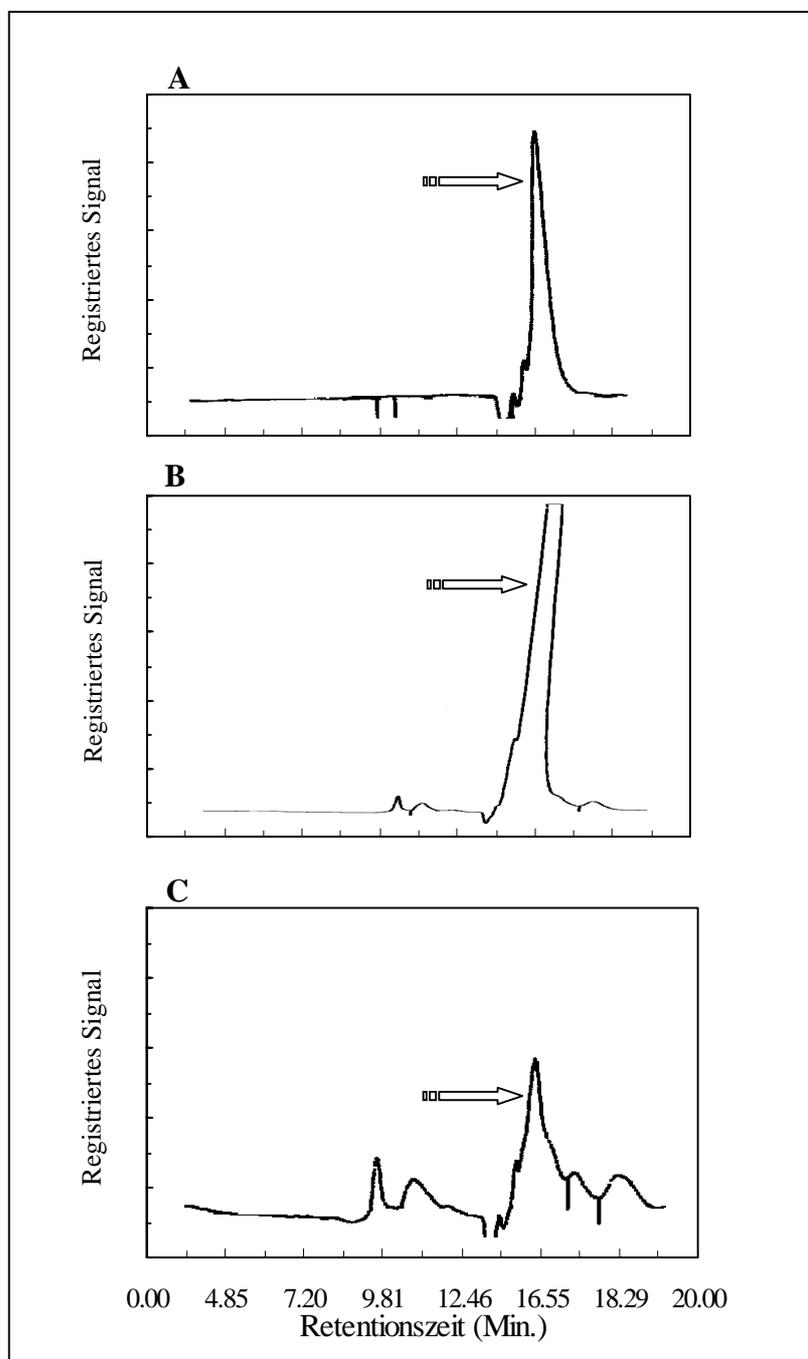


Abb. 30: Chromatogramme der Imidacloprid-Rückstände in Los Santos, Panama. Der Pfeil zeigt auf das registrierte Signal von Imidacloprid. **A.** Standard Imidacloprid ($0,1 \mu\text{g/g}$); Boden: **B.** Zwei Stunden nach der ersten Behandlung ($0,4 \mu\text{g/g}$), **C.** 24 Tage nach der ersten Behandlung ($0,01 \mu\text{g/g}$).

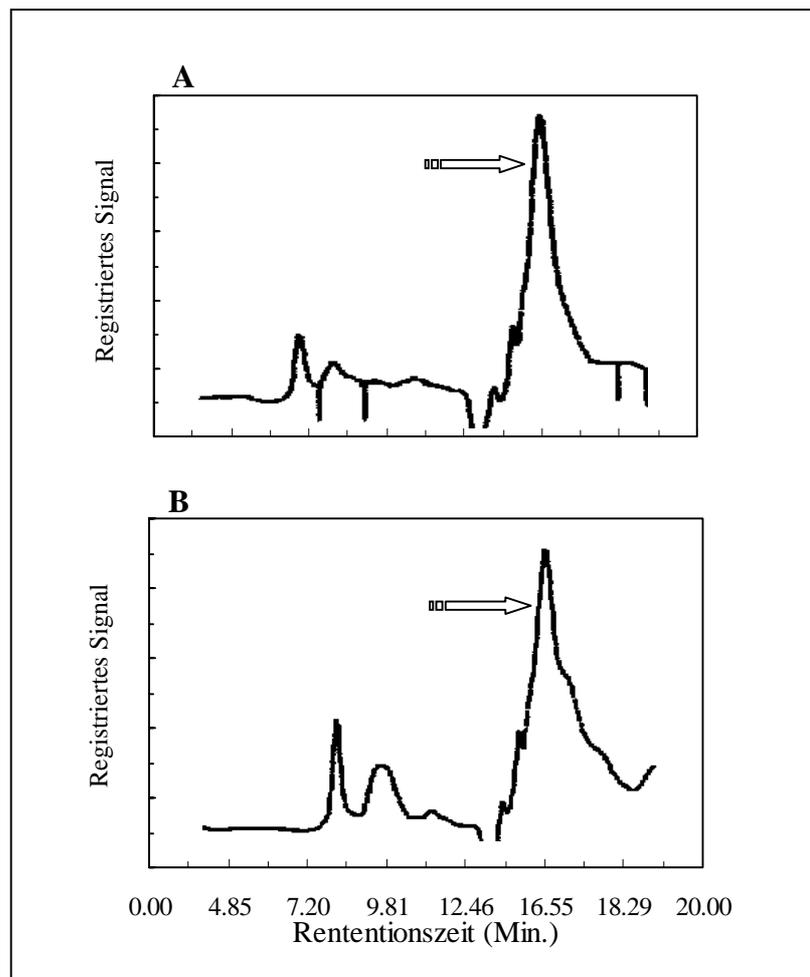


Abb. 31: Chromatogramme der Imidacloprid-Rückstände des Bodens in Los Santos, Panama. Der Pfeil zeigt auf das registrierte Signal von Imidacloprid. **A.** Sechs Monate nach der ersten Behandlung ($0,01 \mu\text{g/g}$), **B.** Kontrolle ($0,01 \mu\text{g/g}$).

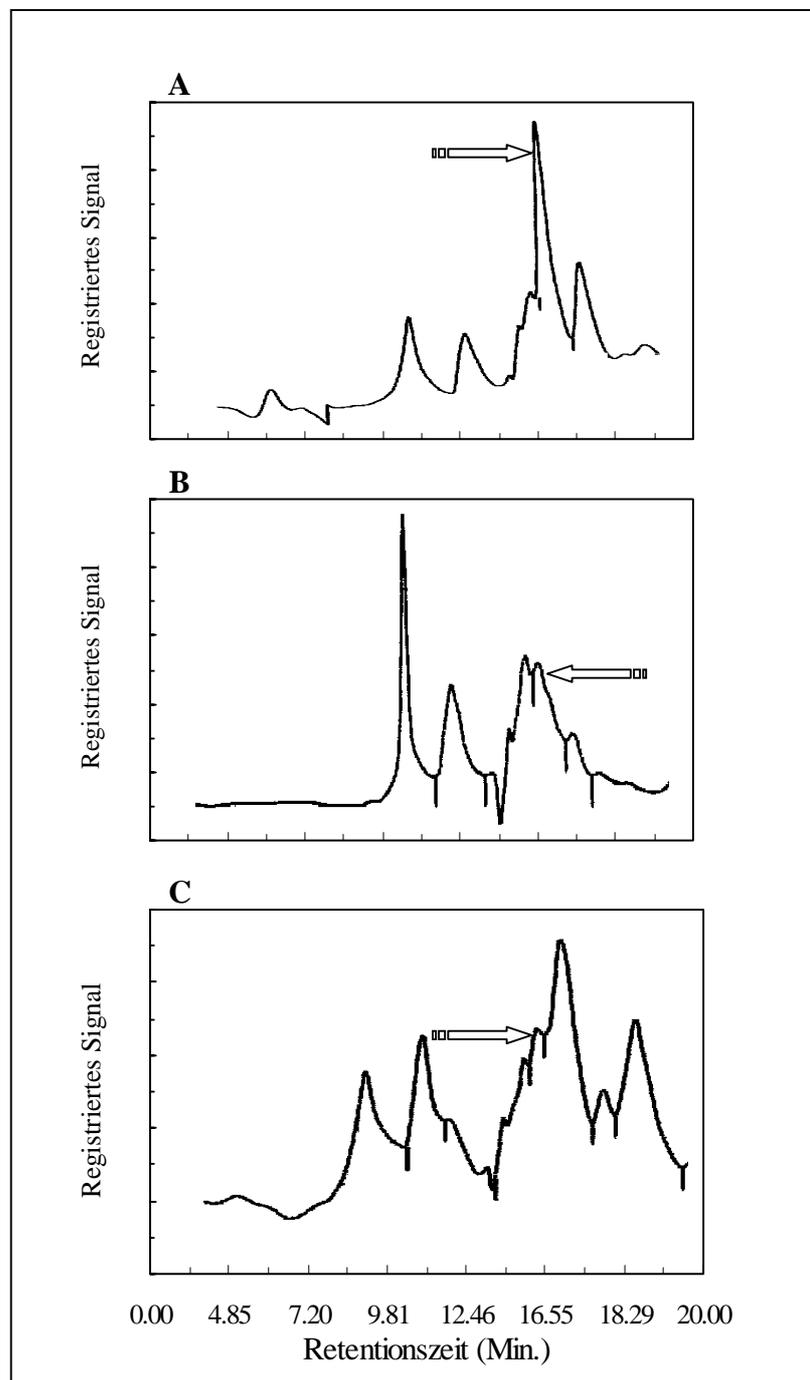


Abb. 32: Chromatogramme der Imidacloprid-Rückstände an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama. Der Pfeil zeigt auf das registrierte Signal von Imidacloprid. **A.** Behandelte Blätter: 24 Tage nach der letzten Behandlung ($0,15 \mu\text{g/g}$), **B.** Blätter, Kontrolle ($0,11 \mu\text{g/g}$), **C.** Behandelte Früchte: 24 Tage nach der letzten Behandlung ($0,04 \mu\text{g/g}$).

8. Schlußfolgerungen

Die an den verschiedenen Wirtspflanzen durchgeführten Versuche lassen folgende Schlußfolgerungen zu:

1.- Unter Laborbedingungen stellten Confidor[®] 70 WG sowie NeemAzal-T/S[®] eine gute Einsatzmöglichkeit gegen Larven von *Trialeurodes vaporariorum* an Tomaten- und Kohlpflanzen dar. Das erste Produkt erzeugte eine signifikant höhere Mortalität bei den Adulten dieser Schädlinge.

2.- Keine gute Kompatibilität wurde bei der Anwendung der obengenannten Produkte und der gleichzeitigen Freilassung von *Encarsia formosa* gegen die Larven von *Trialeurodes vaporariorum* an Tomaten- und Kohlpflanzen festgestellt. Die Parasitierungsgrade an den behandelten Wirtspflanzen schwankten zwischen 0 % und 20 %. Bei der Kontrolle jedoch schwankte er zwischen 30 % und 80 %. Eine ovizide Wirkung wurde bei Anwendung von Niempreßkuchen-Extrakt bei *T. vaporariorum* an Tomatenpflanzen erzielt.

3.- Unter Feldbedingungen konnten Larven und Adulte von *Bemisia tabaci* an Tomatenpflanzen wirksam mit den Chloronikotinyl-Insektiziden Confidor[®] 70 WG, Gaucho[®] FS Rot in Form einer Saatgutbehandlung, sowie mit Rescate[®]+Öl bekämpft werden. Höhere Erträge wurden mit Confidor[®] 70 WG bei behandelten Tomatenpflanzen erzielt.

4.- Es wurde festgestellt, daß die Behandlung mit Confidor[®] 70 WG an den Tomatenpflanzen eine Senkung des Virenbefalls verursachte. Bei dem Versuch, in welchem virotische Symptomen erschienen sind, wurde mit diesem Insektizid ein signifikante höherer Prozentsatz von gesunden Pflanzen erzielt.

5.- Die Einsatzmöglichkeiten der Niemprodukte an Tomatenpflanzen sind unter Feldbedingungen eher eingeschränkt. In fast allen Feldversuchen stellte sich NeemAzal-T/S[®] als wenig wirksam heraus. Die mit NeemAzal-T/S[®] behandelten Tomatenpflanzen zeigten die niedrigsten Erträge. Zur Verhinderung von Virus-Übertragung wirkt NeemAzal-T/S[®] offenbar zu langsam.

6.- Bei dem Sortenversuch brachten die Qualitätssorten *IDIAP T-7* und *Entero grande* höhere Erträge als die Sorten *Halcón* und *Hayslip*.

7.- Bei den Hauptschädlingen von Kürbispflanzen (*Diaphania hyalinata* und *Bemisia tabaci*) zeigten Confidor[®] 70 WG, Rescate[®], NeemAzal-T/S[®] sowie Garlic Barrier unter Feldbedingungen eine geringe Wirksamkeit. Gegen *Aphis gossypii* an der gleichen Wirtspflanze lassen Confidor[®] 70 WG sowie NeemAzal-T/S[®] hingegen sehr gute Einsatzmöglichkeiten zu.

8.- Das Parasitoidensspektrum von *B. tabaci* an Tomaten- und Paprikakulturen sowie an vier Unkrautarten in den untersuchten Gebiete Panamas, besteht aus Vertretern der Gattungen *Eretmocerus* und *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae).

9.- *Eretmocerus* sp. und *Encarsia pergandiella* stellen die häufigsten und verbreitetsten Parasitoiden von *B. tabaci* in Panama dar.

10.- Die Verteilung des Parasitierungsniveaus von stark zu schwach stellte sich unter den Untersuchungsbedingungen folgendermaßen dar: Paprika > Unkraut > Tomaten.

11.- Eine schnelle Degradierungsrate von Imidacloprid wurde im Boden eines Tomatenfeldes in Panama beobachtet. Es wurde hierbei eine sehr geringe Belastung der Tomatenfrüchte festgestellt. Aufgrund dieser Ergebnisse kann eine negative gesundheitliche Beeinträchtigung der Konsumenten ausgeschlossen werden.

9. Zusammenfassung

9.1. Die Wirkung von Niemprodukten und Confidor® 70 WG auf *Trialeurodes vaporariorum* Westwood an verschiedenen Wirtspflanzen unter Laborbedingungen

Der Wirkungsgrad von Niemprodukten und Confidor® 70 WG wurde unter Laborbedingungen auf die Populationsdichte von *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Eier, Larven und Adulte) an Tomaten-, und Kohlpflanzen bestimmt. Es wurde auch die Kompatibilität der obengenannten Produkte bei gleichzeitiger Freilassung von *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) auf die Larven von *T. vaporariorum* untersucht. Eine signifikant erhöhte Mortalität auf das Adultstadium von *T. vaporariorum* erzeugte Confidor® 70 WG an zwei Tomatensorten und Kohlpflanzen. NeemAzal-T/S® und Confidor® 70 WG zeigten bei den gleichen Wirtspflanzen eine vergleichbare, signifikant erhöhte Mortalität auf die Larven. Niempreßkuchen-Extrakt erzielte im Vergleich zu den anderen getesteten Produkten eine signifikant erhöhte Ovizid-Wirkung bei *T. vaporariorum* an Tomaten. Der Parasitierungsgrad von *E. formosa* auf *T. vaporariorum* an mit Insektiziden behandelten Tomaten- und Kohlpflanzen war bei allen Behandlungen niedriger (Parasitierungsgrad zwischen 0 % und 20 %) als bei der Kontrolle (Parasitierungsgrad zwischen: 30 % und 80 %). Somit lassen sich simultane Einsätze von natürlichen und synthetischen Insektiziden und Parasitoiden nicht kombinieren.

9.2. Wirkung von natürlichen und synthetischen Insektiziden auf *Bemisia tabaci* (Gennadius) und andere Schädlinge sowie Viruskrankheiten an Tomaten- und Kürbispflanzen in Panama

Zwei natürliche Insektizide (Niemprodukte und Knoblauchextrakt) und drei synthetische Wirkstoffe (drei Chloronicotinyl-Präparate und ein Chlorierter Kohlenwasserstoff) wurden unter Feldbedingungen in Panama geprüft. Der Wirkungsgrad auf Populationen von *Bemisia tabaci* (Gennadius) an Tomaten und Kürbis, sowie bei Populationen von *Diaphania hyalinata* L. und *Aphis gossypii* Glover an Kürbis, wurde bewertet. Die Populationsdichte von *B. tabaci* (Larven+Eier und Adulte) bei den drei an Tomaten durchgeführten Versuchen war bei der Behandlung mit Confidor® 70 WG in Vergleich zu den anderen getesteten Behandlungen signifikant niedriger. Rescate®+Öl zeigte annehmbare Wirkungen auf die Populationen von *B. tabaci* (Larven+Eier). Die mit Confidor® 70 WG behandelten Pflanzen ergaben die höheren Erträge. Bei einem Versuch, bei dem starke virotische Symptome auftraten, erzeugte Confidor® 70 WG ein

signifikant höheren Prozentsatz von gesunden Tomatenpflanzen im Vergleich zu den anderen Behandlungen. Der niedrigste Ertrag wurde mit NeemAzal-T/S[®] festgestellt. Demnach wirken Niemprodukte zu langsam, um die Virusübertragung durch saugende Insekten zu verhindern.

Auf die Populationsdichte von *B. tabaci* (Adulte) und *D. hyalinata* (Larven) an Kürbispflanzen zeigten die getesteten natürlichen und synthetischen Insektizide keinen signifikanten Unterschied zur Kontrolle. Bei *A. gossypii* aber wurden mit NeemAzal-T/S[®] und Confidor[®] 70 WG die niedrigsten Populationen erzielt. Bei den getesteten Tomatensorten erzeugten die Qualitätssorten *IDIAP T-7* und *Entero grande* die besseren Erträge im Vergleich zu *Halcón* und *Hayslip*.

9.3. Parasitoidenartenspektrum von *Bemisia tabaci* (Gennadius) in Panama

In den zwischen Mai 1998 und April 1999 an Tomaten- und Paprikapflanzen sowie vier Unkrautarten gesammelten Proben wurden fünf Parasitoidenarten von *Bemisia tabaci* (Gennadius) an einigen Orten der Provinzen Los Santos, Chiriquí und Panama gefunden. Die Parasitoiden gehören zu den Gattungen *Eretmocerus* und *Encarsia* (beide Aphelinidae, Hymenoptera: Chalcidoidea). *Eretmocerus* sp. (63,2 %) und *Encarsia pergandiella* Howard (30,7 %) waren die am häufigsten angetroffenen Parasitoiden. Es wurde eine neue Art der Gattung *Encarsia* gefunden, deren Beschreibung noch in Arbeit ist. Bei den übrigen gefundenen Arten handelte es sich um *Encarsia porteri* Howard und *Encarsia hispida* De Santis. In dem Tomatenfeld von Los Santos bestand ein Parasitierungsgrad von 20,4 % ± 14,8. Während des Jahres der Probensammlung wurde in den drei Provinzen folgendes Parasitierungsniveau (von stark zu schwach) vorgefunden: Paprika > Unkraut > Tomaten. Diese Unterschiede waren wahrscheinlich vorwiegend durch unterschiedlich häufige Insektizidanwendungen bedingt.

9.4. Rückstände von Imidacloprid (Confidor[®] 70 WG) im Boden und in Tomatenpflanzen (Blätter und Früchte) in Panama

Das Verhalten und das Rückstandsniveau von Imidacloprid im Boden sowie in Tomatenpflanzen wurde vor und nach unterschiedlichen Zeitpunkten nach der ersten Spritzung unter Feldbedingungen in Los Santos, Panama untersucht. Eine schnelle Degradierung dieses Produktes im Boden wurde festgestellt. Die untersuchten

Konzentration an behandelten Tomatenblättern betrug 0,15 µg/g. Bei den Früchten der behandelten Pflanzen wurden nur bei einer der zwei analysierten Proben Rückstände nachgewiesen, deren Werte (0,04 µg/g) niedriger waren als das für dieses Produkt bei Tomaten aufgestellte Toleranzniveau (0,1 µg/g).

9. Summary

9.1. The effects of neem products and Confidor® 70 WG against *Trialeurodes vaporariorum* Westwood on different host plants under laboratory conditions

Laboratory experiments were carried out to study the effects of neem products and Confidor® 70 WG on the populations density of *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (eggs, larvae and adults) on tomato and cabbage. The compatibility of these products and the simultaneous release of the parasitoid *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) on larvae of *T. vaporariorum* was also studied. The significantly highest mortality was obtained with the applications of Confidor® 70 WG on adults of *T. vaporariorum* on two tomato varieties and on cabbage. NeemAzal-T/S® and Confidor® 70 WG caused similar mortalities of larvae of *T. vaporariorum* on the same host plants, and these mortalities were significantly higher than in the other treatments. Neem-cake-water-extract showed the highest and significant ovicidal effect on *T. vaporariorum* on tomato in comparison to the other tested products. The levels of parasitism of *T. vaporariorum* by *E. formosa* on tomato and cabbage treated with insecticides were lowest in all treatments (parasitism: between 0 and 20 %) in comparison to the controls (parasitism: between 30 % and 80 %). So, the combination of natural or synthetic insecticides with the release of *E. formosa* is not recommendable.

9.2. Effects of natural and synthetic insecticides on *Bemisia tabaci* (Gennadius) and other insects pests, and on virus diseases of tomato and pumpkin in Panama

The efficacy of two natural products (neem and garlic) and three synthetic insecticides (three chloronicotinic formulations and one chlorinated hydrocarbon) were evaluated against populations of *Bemisia tabaci* (Gennadius) on tomato and pumpkin under field conditions as well as on populations of *Diaphania hyalinata* L. and *Aphis gossypii* Glover on pumpkin. The populations density of *B. tabaci* (larvae, eggs and adults) were significantly lowest on tomato plants treated with Confidor® 70 WG in the three

experiments in comparison with the other evaluated treatments. Rescate[®]+oil showed satisfactory results against the populations of *B. tabaci* (larvae+eggs). The highest yields of tomato were obtained with Confidor[®] 70 WG. In one experiment in which virus symptoms were prevailing, a significant higher percentage of healthy plants was obtained with Confidor[®] 70 WG, as compared with the others treatments. The lowest yield was obtained with NeemAzal-T/S[®]. This shows, that Neem preparations are acting too slowly to prevent virus transmission by sucking insects.

In pumpkin, no significant difference were found in the populations of *B. tabaci* (adults) and *D. hyalinata* (larvae) treated, and that of the control. But significantly lower populations of *A. gossypii* were counted in plots treated with NeemAzal-T/S[®], and Confidor[®] 70 WG. Among the different tomato varieties tested, *IDIAP T-7* and *Entero grande* showed the best yield in comparison to *Halcón* and *Hayslip*.

9.3. Spectrum of the species of parasitoids of *Bemisia tabaci* (Gennadius) in Panama

In some localities of the provinces of Panama, Los Santos and Chiriquí, five species of parasitoids of *Bemisia tabaci* (Gennadius) were found in tomato and chilli fields as well as on four weeds species, during May 1998 to April 1999. The parasitoids belonged to the genera *Encarsia* and *Eretmocerus* (both Aphelinidae, Hymenoptera: Chalcidoidea). *Eretmocerus* sp. (63.2 %) and *Encarsia pergandiella* Howard (30.7 %) were the most frequently found parasitoids. A new species was reported in the genus *Encarsia*, the description of which is still pending. The other species were *Encarsia porteri* Howard, and *Encarsia hispida* De Santis. In tomato fields in Los Santos, levels of 20.4 % \pm 14.8 of parasitism was reported. During a one-year sampling in the three localities, one could arrange the level of parasitism in a descending manner as follow: chilli > weeds > tomato. This observation is presumably due to the different intensity of insecticide use in chilli and Tomato.

9.4. Residues of imidacloprid (Confidor[®] 70 WG) in soil and tomato plants (leaflets and fruits) in Panama

The behaviour and the residue levels of Imidacloprid in the soil as well as in tomato plants, before and in many cases after the first application was studied under field conditions in Los Santos. Evidence of fast degradation of this product in soil was shown.

The residue concentrations of the leaflets from the treated plants was 0.15 µg/g. Residues were found in only one of two samples of fruits of treated plants. Its value (0,04 µg/g) was lower than the tolerance value established for this product (0,1 µg/g) in tomato.

9. Resumen

9.1. Efectos de productos derivados del Niem y Confidor® 70 WG contra *Trialeurodes vaporariorum* Westwood sobre diferentes plantas hospedantes, bajo condiciones de laboratorio

Experimentos de laboratorio fueron realizados para estudiar el efecto de productos derivados del Niem y Confidor® 70 WG sobre la densidad poblacional de *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (huevos, larvas y adultos) en varias plantas hospedantes. Se investigó también la compatibilidad de estos productos con la liberación simultánea del parasitoide *Encarsia formosa* Gahan (Hymenoptera: Aphelinidae) sobre las larvas de *T. vaporariorum*. Se obtuvo una mortalidad significativamente mayor con las aplicaciones de Confidor® 70 WG en los adultos de *T. vaporariorum* en dos variedades de tomate y en col. NeemAzal-T/S® y Confidor® 70 WG causaron mortalidades comparables y significativamente mayores en las larvas de *T. vaporariorum*, en las mismas plantas hospedantes. En tomate, el extracto acuoso de Niem mostró un efecto ovicida significativamente mayor en comparación con los otros productos evaluados. Los niveles de parasitismo de *E. formosa* sobre *T. vaporariorum* en plantas de tomate y col tratadas con insecticidas, fue más bajo en todos los tratamientos (parasitismo entre 0 % y 20 %), en comparación a los ocurridos en los testigos (parasitismo entre 30 % y 80 %). Por lo tanto, la combinación de insecticidas naturales y sintéticos con la liberación de *Encarsia formosa* no es recomendable.

9.2. Efecto de insecticidas de origen natural y sintéticos sobre *Bemisia tabaci* (Gennadius), otros insectos plagas y virosis en tomate y zapallo en Panamá

La eficacia de dos insecticidas de origen natural (niem y ajo) y tres insecticidas sintéticos (tres formulaciones de chloronicotinilos y un hidrocarburo clorinado) fue evaluada en poblaciones de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en tomate y zapallo en condiciones de campo, así como en poblaciones de *Diaphania hyalinata* L. y *Aphis gossypii* Glover en zapallo. La densidad poblacional de *B. tabaci* (Larvas+huevos y adultos) en los tres ensayos realizados en tomate, fue significativamente menor en el tratamiento con Confidor® 70

WG en comparación con los otros tratamientos evaluados. Rescate[®]+aceite agrícola mostró resultados satisfactorios en la población de *B. tabaci* (larvas+huevos). Las plantas tratadas con Confidor[®] 70 WG produjeron los mayores rendimientos. En un experimento donde se presentaron síntomas de virosis, se obtuvo un porcentaje significativamente mayor de plantas sanas con Confidor[®] 70 WG comparado con los otros tratamientos. Los menores rendimientos se obtuvieron con NeemAzal-T/S[®]. Esto indica que los productos derivados del neem actúan muy lentamente para impedir la transmisión de virus por insectos chupadores.

En las poblaciones de *B. tabaci* (adultos) y de *D. hyalinata* (larvas) en zapallo, los insecticidas de origen natural y sintéticos no presentaron diferencias significativas en comparación con el testigo. Sin embargo, con NeemAzal-T/S[®] y Confidor[®] 70 WG se obtuvieron en *A. gossypii* las menores poblaciones en comparación con los otros tratamientos. Entre las diferentes variedades de tomate evaluadas, *IDIAP T-7* y *Entero grande* presentaron los mejores rendimientos en comparación con *Halcón* y *Hayslip*.

9.3. Espectro de las especies de parasitoides de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en Panamá

En muestreos realizados desde mayo de 1998 hasta abril de 1999 se encontraron cinco especies de parasitoides de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en cultivos de tomate y ají y cuatro especies de malezas en varias localidades de las provincias de Panamá, Los Santos y Chiriquí. Los parasitoides pertenecen a los géneros *Encarsia* y *Eretmocerus* (ambos Aphelinidae, Hymenoptera: Chalcidoidea). *Eretmocerus* sp. (63,2 %) y *Encarsia pergandiella* Howard (30,7 %) fueron los parasitoides más abundantes. Se encontró una nueva especie del género *Encarsia*, cuya descripción está en proceso. Las otras especies encontradas fueron *Encarsia porteri* Howard y *Encarsia hispida* De Santis. En campos de tomate de la provincia de Los Santos se encontró un nivel de parasitismo de 20,4 % ± 14,8. Durante un año de muestreo en las tres provincias mencionadas, los niveles de parasitismo en orden descendente fueron: ají > malezas > tomate. Estas diferencias son probablemente debidas predominantemente a las diferencias en la intensidad de aplicación de insecticidas en ají y tomate.

9.4. Residuos de imidacloprid (Confidor® 70 WG) en el suelo y en plantas de tomate (hojas y frutos) en Panamá

Se investigó el comportamiento y los niveles de residuo del imidacloprid en el suelo y en plantas de tomate, antes y en diferentes momentos después de la primera aplicación, en condiciones de campo en Los Santos. Se presenta evidencia de una rápida degradación de este producto en el suelo. La concentración encontrada en las hojas de tomate tratadas fue de 0,15 µg/g. En el fruto sólo se encontraron residuos en una de las dos muestras analizadas. El valor de residuo encontrado (0,04 µg/g) fue menor al nivel de tolerancia establecido para este producto (0,1 µg/g) en tomate.

10. Literaturverzeichnis

- ABDELRAHMAN, A.A. 1986: The potential of natural enemies of the cotton whitefly in Sudan Gezira. *Insect Science Applic.* 7: 69-73.
- ADAMES de, R.C. & Ch.A. KORYTKOWSKI 1994: Análisis de la fauna benéfica asociada a *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera, Aleyrodidae), en la Península de Azuero, Panamá. In: Biología y manejo del complejo mosca blanca-virosis. De MATA, M., D.E. DARDON & V.E. SALGUERO (Eds.). Memorias: III Taller Centroamericano y del Caribe sobre mosca blanca. Antigua, Guatemala, 19-23, September 1994.
- ARRETZ, V.P., C.L. LAMBOROT & M.A. GUERRORO-S. 1985: Evaluación del parasitismo sobre los estados inmaduros de la cuncunilla verde del frejol *Rachiplusia nu* Gueneé en praderas de alfafa. *Revista Chilena de Entomología* 12: 209-215.
- BELLOWS, T.S. & K. ARAKAWA 1988: Dynamics of preimaginal populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) and *Eretmocerus* sp. (Hymenoptera: Aphelinidae) in southern Californian cotton. *Environmental Entomology* 17: 483-487.
- BERNAL, J. 1995: Parasitoides, movimientos, patrones de Esterasas y morfometría de las alas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en frijol y tomate en Costa Rica. Thesis M.Sc., Universidad de Costa Rica, Costa Rica. 84 pp.
- BERNAL, J. 2000: Inventario preliminar de los parasitoides de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en frijol y tomate en Costa Rica. *Ceiba*, (Honduras) (in Press).
- BETHKE, J. & R. REDAK 1997: Effect of imidacloprid on the sylverleaf whitefly, *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring (Homoptera: Aleyrodidae), and whitefly parasitism. *Annals of Applied Biology* 130: 397-407.
- BETHKE, J.A., T.D. PAINE & G.S. NUSSLY 1991: Comparative biology, morphometrics, and development of two populations of *Bemisia tabaci* (Homoptera, Aleyrodidae) on cotton and poinsettia. *Annals of the Entomological Society of America* 84(6): 407-411.
- BINK-MOENEN, R.M. & L.A. MOUND 1990: Whiteflies: diversity, biosystematics and evolutionary patterns. p: 1-11. In: Whiteflies: their bionomics, pest status and management. GERLING, D. (Ed.). Atheneum Press, New Castle, UK., Intercept. 348 pp.
- BIRD, J. & K. MARAMOROSCH 1978: Viruses and virus diseases associated with whiteflies. *Advance Virus Research* 22: 55-110.
- BLACKMAN, R.L. & F.V. EASTOP 1984: Aphids on the world's crops: An identification guide. A Wiley-Interscience publication. 466 pp.

- BOGRAN, C.E., J.J. OBRYCKI & R. CAVE 1998: Assessment of biological control of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) on common bean in Honduras. *Florida Entomologist* 81(3): 388-395.
- BORROR, D.J., C.A. TRIPLEHORN & N.F. JOHNSON 1989: An introduction to the study of insects. 6th. Edition. 875 pp.
- BRAUN, A.R., J.M. GUERRERO, A.C. BELLOTTI & L.T. WILSON 1987: Relative toxicity of permethrin to *Mononychellus progresivus* Doreste and *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) and their predators *Amblyseius limonicus* Garman & McGregor (Acari: Phytoseiidae) and *Oligota minuta* Cameron (Coleoptera: Staphylinidae): Bioassays and field validation. *Environmental Entomology* 16: 545-550.
- BROWN, J.K. 1990: An update on the whitefly-transmitted geminivirus in the Americas and the Caribbean Basin. *FAO Plant Protection Bulletin* 39(1): 5-23.
- BROWN, J.K. 1993: Evaluación crítica sobre los biotipos de mosca blanca en América, de 1989 a 1992. p: 1-9. In: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. HILJE, L. & O. ARBOLEDA (Eds.). CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 pp.
- BROWN, J. & J. BIRD 1992: Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean basin. *Plant Disease* 76: 220-225.
- BROWN, J.K., D.R. FROHLICH & R.C. ROSELL 1995: The sweetpotato or silverleaf whiteflies: Biotypes of *Bemisia tabaci* or a species complex? *Annual Review of Entomology* 40: 511-534.
- BRUNT, A.A. 1986: Transmission of diseases. p: 43-50. In: *Bemisia tabaci* – A literature survey. COCK, M.J.W. (Ed.). Silwood Park, UK, CAB Intl. Inst. Biol. Control. 121 pp.
- BUTLER Jr., G.D. & T.J. HENNEBERRY 1983: Sweetpotato whitefly and parasite populations in sprayed cotton plots. *Arizona Agricultural Experimental Station*, P-61: 97-99.
- BUTLER Jr., G.D., T.J. HENNEBERRY & T.E. CLAYTON 1983: *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae): Development, oviposition, and longevity in relation to temperature. *Annals of the Entomological Society of America* 76: 310-313.
- BYRNE, D. 1990: Ecology and behaviour of the whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius). p: 39-40. In: Sweetpotato whitefly-mediated vegetable disorders in Florida. YOKOMI, R., K. NARAYANAN & D. SCHUSTER (Eds.). IFAS, Univ. Fla. Tomato Comm. 88 pp.
- BYRNE, D. & T.S. BELLOWS Jr. 1991: Whitefly biology. *Annual Review of Entomology* 36: 431-457.
- BYRNE, F.J. & A.L. DEVONSHIRE 1991: In vivo inhibition of esterase and acetylcholinesterase activities by profenofos treatments in the tobacco whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.): Implications for routine biochemicals monitoring of these enzymes. *Pest Biochemistry and Physiology* 40: 198-204.

- BYRNE, D.N., T.S. BELLOWES & M.P. PARRELLA 1990: Whiteflies in Agricultural systems. p: 227-261. In: Whiteflies: their bionomics, pests status and management. GERLING, D. (Ed.). U.K., Intercept. 348 pp.
- CABALLERO, R. 1994: Claves de campo para inmaduros de moscas blancas de Centroamérica (HOMOPTERA: Aleyrodidae). Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. 4 p.
- CABALLERO, R. & A. PITY (Eds.) 1995: Memoria IV Taller Latinoamericano sobre Moscas Blancas y Geminivirus. *Ceiba* (Honduras) 36(1): 1-168.
- CABALLERO, R. & A. RUEDA 1993: Las moscas blancas en Honduras. p: 50-53. In: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. HILJE, L. & O. ARBOLEDA (Eds.). CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 pp.
- CAHILL, M.R., W. JARVIS, K. GORMAN & I. DENHOLM 1996a: Resolution of baseline responses and documentation of resistance to buprefezin in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research* 85: 117-122.
- CAHILL, M.R., F.J. BYRNE, K. GORMAN, I. DENHOLM & A. DEVONSHIRE 1995: Pyrethroid and organophosphate resistance in the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research* 85: 181-187.
- CAHILL, M.R., K. GORMAN, S. DAY, I. DENHOLM, A. ELBERT & R. NAUEN 1996b: Baseline determination and detection of resistance to imidacloprid in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research* 86: 343-349.
- CASTINEIRAS, A. 1995: Natural enemies of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in Cuba. *Florida Entomologist* 78(3): 538-540.
- CATIE 1990: Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de tomate. Serie Técnica, Informe Técnico No. 151. Costa Rica. 93 pp.
- CAVE, R. 1994: Es viable el control biológico de un vector de geminivirus, como *Bemisia tabaci*?. *Manejo Integrado de Plagas* (Costa Rica) 34: 18-22.
- CAVE, R. 1996: Parasitoides y depredadores. p: 69-76. In: Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. HILJE, L. (Ed.). CATIE, Turrialba, Costa Rica. 133 pp.
- CHAVEZ, A. 1993: Parasitoides asociados a *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en Venezuela. V Congreso Latinoamericano y XIII Venezolano de Entomología. 4-8 Juli 1993, Venezuela.
- COCK, M.J.W. 1986: Other control methods. p: 59-61. In: *Bemisia tabaci* – A literature survey. COCK, M.J.W. (Ed.). Silwood Park, UK, CAB Intl. Inst. Biol. Control. 121 pp.
- COMISION NACIONAL DE MOSCA BLANCA 1993: Las Moscas blancas en Nicaragua. p: 54-57. In: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en

- América Central y el Caribe. HILJE, L. & O. ARBOLEDA (Eds.). CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 pp.
- COSTA, H.S. & J.K. BROWN 1991: Variation in biological characteristics and esterase patterns among populations of *Bemisia tabaci*, and the association of one population with silverleaf symptom induction. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 61: 211-219.
- COSTA, H.S., J.K. BROWN & D.N. BYRNE 1992: Host plant selection by whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius), (Hom., Aleyrodidae) under greenhouse conditions. *Journal of Applied Entomology* 112: 146-152.
- COUDRIET, D.L., N. PRABHAKER & D.E. MEYERDIRK 1985: Sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): Effects of Neem-seed Extract on oviposition and immature stages. *Environmental Entomology* 14: 776-779.
- CRUZ, R. & W.E. DALE 1999: Bekämpfung des Zitrus-Blattminierers mit Imidacloprid im "Drench-Verfahren in Wüstenböden Perus. *Pflanzenschutz-Narichten Bayer* 52(3): 311-319.
- DE GRACIA; N. 1997: Manejo integral del cultivo de zapallo. Alternativas para la producción sostenida. IDIAP. Encuentro agropecuario de agroexportadores, Veraguas. Panama. 12 pp.
- DE GRACIA; N. & J. A. GUERRA 1997: Programa de actualización a especialistas de IDIAP-MIDA. Modulo I Agrícola. Azuero, 17-19 Feb. Panama. 6 pp.
- DELGADO, A. 1994: Cultivos hortícolas en Panamá. Algunos datos estadísticos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá. Panama. 17 pp.
- DEVINE, G.J., I. ISHAAYA, A.R. HOROWITZ & I. DENHOLM 1999: The response of pyriproxyfen-resistant and susceptible *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to pyriproxyfen and fenoxycarb alone and in combination with piperonyl butoxide. *Pesticide Science* 55: 405-411.
- DITTRICH, V., S. UK & G. ERNST 1990b: Chemical control and insecticide resistance of whiteflies. p: 263-285. In: Whiteflies: their bionomics, pest status and management. GERLING, D. (Ed.). Atheneum Press, New Castle, UK., Intercept. 348 pp.
- DITTRICH, V., G. ERNST, O. RUESCH & S. UK 1990a: Resistance mechanisms in sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Sudan, Turkey, Guatemala and Nicaragua. *Journal of Economic Entomology* 83: 1665-1670.
- DOWELL, R.V. 1990: Integrating biological control of whiteflies into crop management systems. p: 315-335. In: Whiteflies: their bionomics, pests status and management. GERLING, D. (Ed.). U.K., Intercept. 348 pp.
- EICHELKRAUT, K. & C. CARDONA 1989: Biología, cría masal y aspectos ecológicos de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae), como plaga del frijol común. *Turrialba* (Costa Rica) 39(1): 51-55.

- EL-SHAFIE, H.A.F. & Th. BASEDOW 2000: Freilanduntersuchungen zur Bekämpfung von Shadinsekten an Auberginen und Kartoffeln im Sudan. Mitteilung aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem, 376. p: 316.
- EVANS, G.A. 1997: A new *Encarsia* (Hymenoptera: Aphelinidae) species reared from the *Bemisia tabaci* complex (Homoptera: Aleyrodidae). *Florida Entomologist* 80(1): 24-27.
- EVANS, G.A. & A. POLASZEK 1997: Additions to the *Encarsia* parasitoids (Hymenoptera: Aphelinidae) of *Bemisia tabaci*-complex (Homoptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research* 87: 563-571.
- FRANSEN, J. 1990: Natural enemies of the whiteflies: Fungi. p: 187-210. In: Whiteflies: their bionomics, pest status and management. GERLING, D. (Ed.). Athenaeum Press, New Castle, UK., Intercept. 348 pp.
- FRERES; T. 1996: *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) in Bohnen: Vorschlag für ein integriertes Bekämpfungskonzept für das Hochtal von Constanza in der Dominikanischen Republik. Dissertation, Univ. Gießen, Deutschland. 133 pp.
- GAMEZ, R. 1971: Los virus del frijol en Centroamérica. I. Transmisión por moscas blancas (*Bemisia tabaci* Genn.) y plantas hospedantes del virus del mosaico dorado. *Turrialba* (Costa Rica) 21: 22-27.
- GEHLEN, W. 2000: Schädlingsbekämpfung und Virusreduzierung durch GAUCHO im Kartoffelbau. p: 119-120. Mitteilung aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft, Berlin-Dahlem.
- GERLING, D. 1985: Parasitoids attacking *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) in Eastern Africa. *Entomophaga* 30: 163-165.
- GERLING, D. 1990: Natural enemies of the whiteflies: predators and parasitoids. p: 147-185. In: Whiteflies: their bionomics, pest status and management. GERLING, D. (Ed.). Athenaeum Press, New Castle, UK., Intercept. 348 pp.
- GERLING, D. & S.E. NARANJO 1998: The effect of insecticide treatments in cotton fields on the levels of parasitism of *Bemisia tabaci* (Gennadius) *sl.*. *Biological Control* 12: 33-41.
- GERLING, D., A.R. HOROWITZ & J. BAUMGÄTNER 1986: Autecology of *Bemisia tabaci*. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 17: 5-19.
- GILL, R.J. 1990: The morphology of whiteflies. p: 13-46. In: Whiteflies: their bionomics, pest status and management. GERLING, D. (Ed.). Athenaeum Press, New Castle, UK., Intercept. 348 pp.
- GOOLSBY, J.A., M.A. CIOMPERLIK, A.A. KIRK, W.A. JONES, B.C. LEGASPI, Jr., R.A. RUIZ, D.C. VACEK & L.E. WENDEL 2000: Predictive and empirical evaluation for parasitoids of *Bemisia tabaci* (Biotype "B"), based on morphological and molecular systematics. p: 347-358. In: Hymenoptera:

- Evolution, Biodiversity and Biological control. AUSTIN, A.D. & M. DOWTON (Eds.). CSIRO Publishing, Australia. 468 pp.
- GOPAL, M., I. MUKHERJEE & K.P. SRIVASTAVA 1997: Efficacy of Imidacloprid and its comparison with other insecticides for controlling whitefly in Pulses. *Annals of Plant Protection Sciences* 5(1): 29-33.
- GREATHEAD, A. 1986: Host plants. p: 17-25. In: *Bemisia tabaci* – A literature survey. COCK, M.J.W. (Ed.). Silwood Park, UK, CAB Intl. Inst. Biol. Control. 121 pp.
- HAFEZ, M., M.F.S. TAWFIC, K.T. AWADALLAH & A.A. SARHAN 1978: Natural enemies of the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.), in the world and in Egypt. *Bulletin of the Society of Entomology of Egypt* 62: 9-13.
- HASSAN, S.A., F. BIGLER, H. BOGENSCHÜTZ, J.U. BROWN, S.I. FIRTH, P. HUANG, M.S. LEDIEU, E. NATON, P.A. OOMEN, W.P.J. OVERMEER, W. RIECKMANN, L. SAMSØE-PETERSEN, G. VIGGIANI & A.Q. VAN ZON 1983: Results of the second joint pesticide testing programme by the IOBC/WPRS-Working Group „Pesticides and Beneficial Arthropods“. *Journal of Applied Entomology* 95: 151-158.
- HASSAN, S.A., F. BIGLER, H. BOGENSCHÜTZ, E. BOLLER, J. BRUN, J.N.M. CALIS, J. COREMANS-PELSENEER, C. DUSO, A. GROVE; U. HEIMBACH, N. HELYER, H. HOKKANEN, G.B. LEWIS, F. MANSOUR, L. MORETH, L. POLGAR, L. SAMSØE-PETERSEN, B. SAUPHANOR, A. STÄUBLI, G. STERK, A. VAINIO, M. VAN DE VEIRE, G. VIGGIANI & H. VOGT 1994: Results of the sixth joint pesticide testing programme of the IOBC/WPRS-Working Group „Pesticides and Beneficial Organisms“. *Entomophaga* 39(1): 107-119.
- HERNANDEZ, D., V. MANSANET & J.M. PUIGGROS JOVE 1999: Anwendung von Confidor® 200 SL im Gemüsebau Spaniens. *Pflanzenschutz-Narichten Bayer* 52(3): 375-385.
- HIDALGO, O., G. LEON, O. LINDO & M. VAUGHAN 1975: Informe de la Misión de la Mosca Blanca. Managua, Nicaragua; Banco Nacional de Nicaragua , Comisión Nacional del Algodón y el Ministerio de Agricultura y Ganadería. 120 pp.
- HILJE, L. (Ed.) 1996: Metodologías para el estudio y manejo de moscas blancas y geminivirus. Unidad de Fitoprotección, CATIE. Costa Rica. Serie No. 37. 150 pp.
- HILJE, L., & O. ARBOLEDA (Eds.) 1993: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 pp.
- HILJE, L., R. LASTRA, T. ZOEBISCH, G. CALVO, L. SEGURA, L. BARRANTES, D. ALPIZAR & R. AMADOR 1993: Las moscas blancas en Costa Rica. p: 58-63. In: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. HILJE, L. & O. ARBOLEDA (Eds.). CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 pp.

- HIM, P. 1997: Manejo integral del cultivo de tomate. Programa de Actualización a especialistas Agrícola. Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá. Panamá. 7 pp.
- HOELMER, K. & L. OSBORNE 1990: Biological control of the sweetpotato whitefly in Florida with predators and parasitoids. p: 77-78. In: Sweetpotato whitefly-mediated vegetable disorders in Florida. YOKOMI, R., K. NARAYANAN & D. SCHUSTER (Eds.). IFAS; Univ. Florida and Florida Tomato Comm. 88 pp.
- HOROWITZ, A.R. & I. ISHAAYA 1994: Managing resistance to insect growth regulator in the sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 87: 866-871.
- HOROWITZ, A.R., Z. MENDELSON, P.G. WEINTRAUB & I. ISHAAYA 1998: Comparative toxicity and systemic applications of acetamiprid and imidacloprid against the cotton whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Bulletin of Entomological Research* 88: 437-442.
- HOROWITZ, A.R., Z. MENDELSON, M. CAHILL; I. DENHOLM & I. ISHAAYA 1999: Managing resistance to the insect growth regulator, piriproxyfen, in *Bemisia tabaci*. *Pesticide Science* 55: 272-276.
- HUA, L.Z., F. LAMMES, J.C. VAN LENTEREN, P.W.T. HUISMAN, A. VAN VIANEN & A.M.P. DE PONTI 1987: The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera, Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera, Aleyrodidae) XXV. Influence of leaf structure on the searching activity of *Encarsia formosa*. *Journal of Applied Entomology* 104: 297-304.
- JONES, W.A., D.A. WOLFENBARGER & A.A. KIRK 1995: Response of adults parasitoids of *Bemisia tabaci* (Hom.: Aleyrodidae) to leaf residues of selected cotton insecticides. *Entomophaga* 40(2): 153-162.
- KAPIDIA, M.N. & S.N. PURI 1991: Toxicity of different insecticides against two parasitoids of *Bemisia tabaci* (Gennadius) and their persistence against *Encarsia transvena* (Timberlake). *International Journal of Tropical Agriculture* 9: 81-84.
- KING, A.B.S. & J.L. SAUNDERS 1984: Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central., Overseas Development Administration (ODA), London. 182 pp.
- KLEEBOEG, H. & C.P.W. ZEBITZ 1996 (Eds.): Practice oriented results on use and production of Neem-ingredients and pheromones. Proceedings of the 5th Workshop. Wetzlar, Deutschland, Jan. 22-25, 1996.
- KLEEBOEG, H. & C.P.W. ZEBITZ 1997 (Eds.): Practice oriented results on use and production of Neem-ingredients and pheromones. Proceedings of the 6th Workshop. Hohensolms, Deutschland, Feb. 10-14, 1997.
- KLEEMANN, R. 1996: "Estudio de sustancias activas que trastornan el comportamiento de la mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn.) en el cultivo de tomate. Informe final sobre la hospedación en el Proyecto Servicio de Plaguicidas, GTZ Eschborn. 43 pp.

- KÖHLER, W., G. SCHACHTEL & P. VOLESKE 1996: Biostatistik: Einführung in die Biometrie für Biologen und Agrarwissenschaftler. 2 Auflage. Springer Verlag. 285 pp.
- KRAEMER, P. 1966. Serious increase of cotton whitefly and virus transmissions in Central America. *Journal of Economic Entomology* 59: 1531.
- LASTRA, R. 1993: Los geminivirus: un grupo de fitovirus con características especiales. p: 16-19. In: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. HILJE, L. & O. ARBOLEDA (Eds.). CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 pp.
- LENTEREN, J.C. VAN & L. NOLDUS 1990: Whitefly-plant relationships: behavioural and economical aspects. p: 47-89. In: Whiteflies: their bionomics, pest status and management. GERLING, D. (Ed.). Atheneum Press, New Castle, UK. 348 pp.
- LENTEREN, J.C. VAN, L.Z. HUA, J.W. KAMERMAN & X. RUMEI 1995: The parasite-host relationship between *Encarsia formosa* (Hym., Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Hom., Aleyrodidae) XXVI. Leaf hairs reduce the capacity of *Encarsia formosa* to control greenhouse whitefly on cucumber. *Journal of Applied Entomology* 119: 553-559.
- LOPEZ-AVILA, A. 1986: Natural enemies. p: 27-35. In: *Bemisia tabaci* – A literature survey. COCK, M.J.W. (Ed.). Silwood Park, UK, CAB Intl. Inst. Biol. Control. 121 pp.
- LOURENÇAO, A.L. & H. NAGAI 1994: Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no Estado de Sao Paulo. *Bragantia* (Brasil) 53(1): 53-59.
- MANZANET, V., J.V. SANZ, J.I. IZQUIERDO & J.M. PUIGGROS JOVE 1999: Imidacloprid: eine neue Strategie zur Bekämpfung des Zitrus-Blattminierers (*Phyllocnistis citrella*) in Spanien. *Pflanzenschutz-Narichten Bayer* 52(3): 361-373.
- McAUSLANE, H., F. JOHNSON, D. KNAUFT & D. COLVIN 1993: Seasonal abundance and within-plant distribution of parasitoids of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) in peanuts. *Environmental Entomology* 22: 1045-1050.
- McAUSLANE, H.J. F.A. JOHNSON, D.L. COLVIN & B. SOJACK 1995: Influence of foliar pubescence on abundance and parasitism of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on soybean and peanut. *Environmental Entomology* 24: 1135-1143.
- MORDUE (LUNTZ), A.J., M.S.J. SIMMONDS, S.V. LEY, W.M. BLANEY, W. MORDUE, M. NASIRUDDIN & A.J. NISBET 1998: Actions of azadirachtin, a plant allelochemical, against insects. *Pesticide Science* 54: 277-284.
- MOUND, L. 1963: Host correlated variation in *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Proc. R. Ent. Soc. London* 38: 171-180.

- MOUND, L. 1983: Biology and identify of whitefly vectors of plant pathogens. p: 305-313. In: PLUMB, R.T. & J.M. THRESH (Eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- MOUND, L. & S.H. HALSEY 1978: Whitefly of the world. A systematic catalogue of the Aleyrodidae (Homoptera) with host plants and natural enemy data. British Museum (Natural History) and John Wiley and Sons. Großbritannien. 340 pp.
- MUDA, R. & B.W. CRIBB 1999: Effect of uneven application of azadirachtin on reproductive and anti-feedant behaviour of *Rhysopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae). *Pesticide Science* 55: 983-987.
- NAUEN, R. 1995: Behaviour modifying effects of low systemic concentrations of imidacloprid on *Myzus persicae* with special reference to an antifeeding response. *Pesticide Science* 44: 145-153.
- NAUEN, R., K. TIETJEN, K. WAGNER & A. ELBERT 1998: Efficacy of plant metabolites of imidacloprid against *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae). *Pesticide Science* 52: 53-57.
- NAUEN, R., U. RECKMANN, S. ARMBORST, H-P. STUPP & A. ELBERT 1999: Whitefly-active metabolites of imidacloprid: biological efficacy and translocation in cotton plants. *Pesticide Science* 55: 265-271.
- OBJEWATSCH, H.R. 2000: Zur Wirkung von Samenkern-Wasserextrakten des Niembaumes *Azadirachta indica* (A. Juss.) auf Blattläuse und ihre natürlichen Gegenspieler. Dissertation., Univ. Gießen. Deutschland. 240 pp.
- OSORIO, O.O., FERNANDEZ, O., GUERRA, J.A. und T. FRISCHMUTH, 2000: Identificación de geminivirus del tomate y de malezas hospederas alternas de Panamá. p: 123. VIII Congreso Latinoamericano y del Caribe de Manejo Integrado del Plagas y IX Taller Latinoamericano y del Caribe sobre Mosca Blanca y Geminivirus. MIDA/IDIAP, Panama.
- OSTERMANN, H. 1992: Zur Wirkung und Anwendung einfacher Niemprodukten gegen Schädlinge in Kleinbäuerlichen Tomaten-, Vignabohnen- und Amaranthkulturen im Niger. Dissertation, Univ. Gießen, Deutschland. 181 pp.
- PALUMBO, J.C., D.L. KERNS, C.E. ENGLE, C.A. SANCHEZ & M. WILCOX 1996: Imidacloprid formulation and soil placement effects on colonisation by sweetpotato whitefly (Homoptera: Aleyrodidae): Head size and incidence of chlorosis in lettuce. *Journal of Economic Entomology* 89(3): 735-742.
- PARRELLA, M.P., T.S. BELLOWES, R. GILL, J.K. BROWN & K.M. HEINZ 1992: Sweetpotato whitefly: prospects for biological control. *California Agriculture* 46: 25-26.
- PEREZ DE SAN ROMAN, C., A.ORTIZ & J. AYALA 1995: Efecto del imidacloprid en el control de pulgones y la transmisión de los virus de la amarillez de la remolacha. *Boletin de Sanidad Vegetal de Plagas* (Spanien) 21: 507-515.

- PERRING, T.M., A.D. COOPER, R.J. RODRIGUEZ, C.A. FARRAR & T.S. BELLOWS Jr. 1993: Identification of a whitefly species by genomic and behavioural studies. *Science* 259: 74-77.
- PLACKE, F.J. & E. WEBER 1993: Method of determining Imidacloprid residues in plant materials. *Pflanzenschutz-Narichten Bayer* 46(2): 109-182.
- POLASZEK, A., G.A. EVANS & F.D. BENNETT 1992: *Encarsia* parasitoids of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aphelinidae, Homoptera: Aleyrodidae): a preliminary guide to identification. *Bulletin of Entomological Research* 82: 375-392.
- POLSTON, J.E. & P.K. ANDERSON 1997: The Emergence of Whitefly-Transmitted Geminiviruses in Tomato in the Western Hemisphere. *Plant Disease* 81(12): 1358-1369.
- PRABHAKER, N., D.L. COUDRIET & D.E. MEYERDIRK 1985: Insecticide resistance in the sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology* 78: 748-752.
- PRABHAKER, N., N.C. TOSCANO, S.J. CASTLE & T.J. HENNEBERRY 1997: Selection for imidacloprid resistance in silverleaf whiteflies from the Imperial Valley and development of a hydroponic bioassay for resistance monitoring. *Pesticide Science* 51: 419-428.
- PRICE, J.F. & D.J. SCHUSTER 1991: Effects of natural and synthetic insecticides on sweetpotato whitefly *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) and its hymenopterous parasitoids. *Florida Entomologist* 74(1): 60-68.
- PÜNTENER, W. 1981: Manual für Feldversuche in Pflanzenschutz. *Documenta CIBA-GEIGY*, Basel. p: 33.
- ROJAS, S.P. 1968: Notas sobre *Prospaltella porteri* Mercet (Hym.: Aphelinidae) un nuevo parásito de huevos de lepidopteros. *Revista Chilena de Entomología* 6: 123-125.
- ROUCHAUD, F., A. GUSTIN & A. WAUTERS 1996: Imidacloprid insecticide soil metabolism in sugar beet field crops. *Bulletin of Environment Contamination and Toxicology* 56: 29-36.
- SALGUERO, V. 1993: Perspectivas para el manejo del complejo mosca blanca-virosis. p: 20-26. In: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. HILJE, L., & O. ARBOLEDA (Eds.). CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 pp.
- SCHMUTTERER, H. 1990a: Crop pests in the Caribbean. Plagas de las plantas cultivadas en el Caribe. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, Deutschland. 640 pp.
- SCHMUTTERER, H. 1990b: Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. *Annual Review of Entomology* 35: 271-297.

- SCHMUTTERER, H. 1995 (Ed.): The neem tree. Source of unique natural products for integrated pest management, medicine, industry and other purposes. VCH Verlagsgesellschaft mbH, Deutschland. 696 pp.
- SCHMUTTERER, H. & K.R.S. ASCHER 1984: Natural pesticides from the neem tree and other tropical plants. Proceedings of the 2nd international Neem conference, Rauischholzhausen, Deutschland, 25-28 May, 1983. Published by: GTZ-GmbH (TZ-Verlagsgesellschaft). 587 pp.
- SCHOLZ, K. & F. REINHARD 1999: Photolysis of Imidacloprid (NTN 33893) on the leaf surface of tomato plants. *Pesticide Science* 55: 633-675.
- SCHRÖDER, T.W. & T. BASEDOW 1999: Aphid attack, predators, infections by beet yellowing viruses and yields in fields of sugar beets with different insecticidal soil and seed treatments. *Journal of Plant Diseases and Protection* 106(6): 638-646.
- SERRA, C.A. 1992: Untersuchungen zum Einsatz von Niemsamenextrakten in Rahmen integrierter Ansätze zur Bekämpfung von Tomatenschädlingen in der Dominikanischen Republik. Dissertation, Univ. Gießen, Deutschland. 186 pp.
- SERRA, C.A. & H. SCHMUTTERER 1993: Die Bekämpfung der Tabakmottenschildlaus *Bemisia tabaci* Genn. mit Niemextrakten in Tomatenfeldern in der Dominicanischen Republik. *Mitteilung der Deutschen Gesellschaft für allgemeine und angewandte Entomologie* 8: 795-801.
- SHARAF, N.S. 1982: Parasitization of the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* Genn., (Hom.: Aleyrodidae) on *Lantana camara* L. in the Jordan Valley. *Journal of Applied Entomology* 94: 263-271.
- SHARAF, N. & Y. BATTA 1985: Effect of some factors on the relationships between the whitefly *Bemisia tabaci* Genn. (Homopt., Aleyrodidae) and the parasitoid *Eretmocerus mundus* Mercet (Hymenopt., Aphelinidae). *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 99: 267-276.
- SOKAL, R.R. & F.J. ROHLF 1979: Biometría: principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. H. Blume (editorial), Madrid. 832 pp.
- SPONAGEL, K.W. 1999: Presencia, estatus de peste y manejo de la mosca blanca del algodón (*Bemisia tabaci*) y de la mosca blanca de invernadero (*Trialetrodes vaporariorum*) en el Ecuador. Manual de consulta (Ecuador). 51 pp.
- STANSLY, P.A., LIU, T.-X. & C.S. VAVRINA 1998: Response of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) to Imidacloprid under greenhouse, field, and laboratory conditions. *Journal of Economic Entomology* 91(3): 686-692.
- TAPPERTZHOFEN, S. 1995: Integrierte Bekämpfung von Schälindgen im Auberginen- und Gurkenanbau in der Dominikanischen Republik unter besonderer Berücksichtigung von Niemprodukten. Dissertation, Univ. Gießen, Deutschland. 126 pp.

- VARGAS, E., B. VALVERDE & E. CARAZO 1998: Impact of terbufos on *Cotesia flavipes*, a parasitoid of *Diatrea saccharalis*. Fourth FAO/IAEA/SIDA research coordination meeting on „Agroecological effects resulting from the use of persistent pesticides in Central America. 20-24 April, Panama.
- VELEZ, J. 1993: Relación entre la etapa fenológica y la variedad del frijol con el nivel de parasitismo de *Bemisia tabaci* Gennadius. Thesis de grado. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras. 71 pp.
- WATSON, T.F., J.C. SILVERTOOTH, A. TELLEZ & L. LASTRA 1992: Seasonal dynamics on sweetpotato whitefly in Arizona. *Southwestern Entomologist* 17: 149-167.
- WEIRES, R.W., J.R. LEEPER, W.H. REISSIG & S.E. LIENK 1982: Toxicity of several insecticides to the spotted tentiform leafminer (Lepidoptera: Gracillariidae) and its parasite, *Apanteles ornigis*. *Journal of Economic Entomology* 75: 680-684.
- XIA, J.Y., WERF VAN DER, W. & R. RABBINGE 1999: Influence of temperature on bionomics of cotton aphid, *Aphis gossypii*, on cotton. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 90: 25-35.
- ZACHRISSON, B. & J. POVEDA 1993: Las moscas blancas de Panamá. p: 64-66. In: Las moscas blancas (Homoptera: Aleyrodidae) en América Central y el Caribe. HILJE, L. & O. ARBOLEDA (Eds.). CATIE. Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 305. 66 pp.

Tab. A: Daten zu den Freilandversuchen (Tom-1 und Tom-2) in Los Santos, Panama, 1998-1999.

Feldversuch:	Tom-1	Tom-2
Standort:	Los Santos	Los Santos
Feldbesitzer:	Nestlé-Panama S.A.	Nestlé-Panama S.A.
Tomatensorte:	<i>IDIAP T-7</i>	<i>IDIAP T-7</i>
Reihenordnung:	Einfach	Einfach
Reihenabstand (m):	1,64	1,40
Pflanzenabstand (cm):	30,0	30,0
Bestandesdichte (Pfl./ha):	20325	23810
Gesamtversuchsfläche (m ²):	208,0	784,0
Parzellengröße (m ²):	12,9	39,2
Pflanzen Barriere:	<i>Sorghum bicolor</i> (L.)	keine
Pflanzschule:	Mit feinem Netz geschützt	Mit feinem Netz geschützt
Aussaat-/Umpflanztermin:	22.05.98/9.06.98	18.12.98/9.01.99
Versuchsanlage:	Block	Block
Varianten/Wiederholungen:	4/4	5/4
Behandlungen:	Confidor [®] 70 WG, (C70 WG), Th, NA, Kont	C70 WG, NA, N-Öl, G1, G2 Kont
Spritzung Art:	C70 WG (Am Boden und an Blättern), Th und NA (an Blättern), Kont (ohne Behandlung)	C70 WG (Am Boden und an Blättern), NA und N-Öl (an Blättern), Kont (ohne Behandlung)
Häufigkeit der Spritzung:	C70 WG (jeden 20. Tag), Th (jeden 6.-8. Tag), NA (jeden 6. Tag)	C70 WG, G1 und G2 (ein mal nach der Aussaat), NA und N-Öl (jeden 6. Tag)
Wasser-PH:	7,12	-----
Erste/letzte Behandlung:	12.06.98/22.08.98	14.01.99/22.03.99
Anzahl Behandlungen:	C70 WG (4), Th und NA (11)	C70 WG, G1 und G2 (1); NA (12) und N-Öl (6)
Düngergaben und Häufeln:	15.06.98	3 - 4.02.99
Dünger:	15-30-8	15-30-8, Harnstoff (90,9 kg/ha)
Bewässerung:	An Anfang der Zyklus mit Tröpfchenbewässerungs- Systeme	1 mal/Woche durch die Furche. Zur Vermeidung der Insektizid Bewegung durch Wasser wurde jede Wiederholungsparzelle unabhängig von der anderen bewässern.
Unkrautbekämpfung: (manuell und mechanisch)	3 mal	2 mal Fusilade [®] (90 ml/17 l), Gramoxone [®] (4 oz./17 l)
Erntetermine:	5	3
Erntezeitraum:	15.08. - 10.09.98	5.- 27.04.99

Tab. B: Daten zum Freiland-Versuch (Tom-3) in Los Santos, Panama, 1999.

Feldversuch:	Tom-3
Standort:	Los Santos
Feldbesitzer:	IDIAP
Tomatensorte:	<i>IDIAP T-7</i>
Reihenordnung:	Einfach
Reihenabstand (m):	1,30
Pflanzenabstand (cm):	30,0
Bestandesdichte (Pfl./ha):	25641
Gesamtversuchsfläche (m ²):	499,2
Parzellengröße (m ²):	15,6
Pflanzen Barriere:	keine
Pflanzschule:	Mit und ohne feinem Netz geschützt
Aussaat-/Umpflanztermin:	28.12.98/19.01.99
Versuchsanlage:	Block
Varianten/Wiederholungen:	4/8
Behandlungen:	Confidor [®] 70 WG (C70 WG), Rescate [®] (Re), Rescate [®] +Aceite Agrícola Carrier (Re+Öl) und Kontrolle (Kont). Alle Pflanzen jeder Varianten wurden an der Pflanzschule mit (mN) und ohne (oN) Netz geschützt.
Spritzung Art:	Alle Behandlungen wurden nach 2 Tagen der Umpflanzen gespritzt. Im (am Boden), Re (an Blättern), Re+Öl (Re: nach 2 Tagen der Umpflanzen, Öl: jeden 3. Tag an Blättern), Kont (ohne Behandlung).
Häufigkeit der Spritzung:	C70 WG (nur 1 mal), Re (nur 1 mal), Re+Öl (Re: 1 mal, Öl: 12 mal)
Erste/letzte Behandlung:	22.01.99/9.03.99
Anzahl Behandlungen:	C70 WG (1), Re (1), Re+Öl (Re: 1, Öl: 12)
Düngergaben und Häufeln:	26.01.99
Dünger:	12-24-12
Bewässerung:	1 mal/Woche durch die Furche. Zur Vermeidung der Insektizid Bewegung durch Wasser wurde jede Wiederholungsparzelle unabhängig von der anderen bewässern.
Unkrautbekämpfung:	4 mal
(manuell und chemisch)	2 mal (2.02., 23.02.99) und 2 mal (2.02. und 15.03.99) Fusilade [®] (1 l/ha)
Bakterienbekämpfung:	Agrimycin [®] (1,2 g/l), 2 mal (10.02. und 24.02.99)
Erntetermine:	3
Erntezeitraum:	30.03. - 12.04.99

Tab. C: Daten zum Sorten-Freiland-Versuch (Tom-4) in Los Santos, Panama, 1999.

Feldversuch:	Tom-4
Standort:	Los Santos
Feldbesitzer:	Nestlé-Panama S.A.
Tomatensorte:	<i>IDIAP T-7, Entero Grande, Halcón und Hayslip</i>
Reihenordnung:	Einfach
Reihenabstand (m):	1,40
Pflanzenabstand (cm):	30,0
Bestandesdichte (Pfl./ha):	23810
Gesamtversuchsfläche (m ²):	627,2
Parzellengröße (m ²):	39,2
Pflanzen Barriere:	keine
Pflanzschule:	Mit feinem Netz geschützt
Aussaat-/Umpflanztermin:	22.12.98/14.01.99
Erdbehandlung:	Basamid [®] (1 kg/15 m ²)
Versuchsanlage:	Block
Varianten/ Wiederholungen:	4/4
Behandlungen:	
Insektizid:	Alle Sorten wurden mit Confidor [®] 70 WG (Im) behandelt (500 g/ha).
Fungizid-Bakterizid:	Busán [®] (2 ml/l Wasser)
Spritzung Art:	C70 WG (2 mal am Boden, am Pflanzschule und nach der Aussaat)
Wasser-PH:	7,12
Behandlung:	18.01.99
Anzahl Behandlungen:	C70 WG (2)
Düngergaben und Häufeln:	3 - 4.02.99
Dünger:	15-30-8, Harnstoff
Bewässerung:	1 mal/Woche durch die Furche
Unkrautbekämpfung:	2 mal
Herbizid	Fusilade [®] (90 ml/17 l), Gramoxone [®] (4 oz./17 l)
Erntetermine:	3
Erntezeitraum:	5. - 27.04.99

Tab. D: Daten zum Freiland-Versuch (Kür-1) in Los Santos, Panama, 1998.

Feldversuch:	Kür-1
Standort:	El Ejido, Los Santos
Feldbesitzer:	IDIAP
Kürbissorte:	<i>Dahifa</i>
Reihenanzordnung:	Einfach
Reihenabstand (m):	6
Pflanzenabstand (m):	1
Bestandesdichte (Pfl./ha):	1667
Gesamtversuchsfläche (m ²):	1380
Parzellengröße (m ²):	69
Aussaattermin:	14.08.98
Beschneidenstermin:	7.09.98 (20 Tage nach der Aussaat)
Wiederaussäenstermin:	21.08.98
Versuchsanlage:	Block
Varianten/ Wiederholungen:	5/4
Behandlungen:	NA, Re, C70 WG, GB, Kont
Spritzung Art:	C70 WG (Am Boden und an Blättern), NA, Re und GB (an Blättern), Kont (ohne Behandlung)
Häufigkeit der Spritzung:	C70 WG (2 mal/Zyklus), NA und GB (jede 5. Tag), Re (1 mal/Zyklus).
Erste/letzte Behandlung:	25.08.98/26.10.98 (Behandlungen 1 und 4)
Anzahl Behandlungen:	C70 WG (2), GB und NA (11), Re (1)
Düngergaben:	25.08., 7.09.98 (+ Häufeln)
Dünger (45 kg/ha):	15-30-8
Harnstoffgaben (34 kg/ha):	25.09. und 8.10.98
Bewässerung:	2 mal, nach Bedarf durch die Furche
Unkrautbekämpfung:	3 mal
- manuell	2 mal
- chemisch	1 mal, mit Fusilade [®] (1,5 l/ha, 15.9.98)
Pilzbekämpfung:	5 mal
- Ridomil [®] (1 kg/ha):	1.09.98
- Captan [®] (1 kg/ha):	4.09.98
- Dithane [®] (1 kg/ha):	25.09.98
- Ridomil [®] (1 kg/ha):	23.09. und 28.10.98
Bakterienbekämpfung:	4 mal
- Agrimycin [®] (480 g/ha)	1.09., 16.09., 25.09. und 28.10.98
Erntetermine:	2
Erntezeitraum:	16 - 23.11.98

Tab. E: Bodenanalysen von Versuchsfeldern in Los Santos, Panama.

	Nestlé-Los Santos[†]	IDIAP-El Ejido[‡]	IDIAP-Los Santos[§]
Sand (%)	40,0	38,0	36,0
Schluff (%)	24,0	20,0	40,0
Ton (%)	28,0	42,0	24,0
PH	6,1	6,1	6,3
P	15,8	2,0	27,0
K	121,5	102,0	98,0
Ca	2,64	1,11	1,47
Mg	0,58	0,77	0,85
Al	0,1	0,2	0,1
Org. Mat. (%)	2,68	---	---
Mn	4,1	18,0	30,0
Fe	1,3	10,0	52,0
Zn	0,5	2,0	4,0
Cu	0,3	4,0	5,0
Bodentyp	Schluff-Sand-Tonhaltig	Tonhaltig	Schluff

[†] Datum der Analyse: 29.10.93.

[‡] Datum der Analyse: 24.08.98.

[§] Datum der Analyse: 1998.

---- Angabe nicht bestimmt.

Tab. F: Witterungsdaten des Versuchsstandortes in Los Santos, Panama[†]. 04.1998-04.1999.

Jahr/Monat	Temperatur (°C)		Luftfeuchtigkeit (%)	Niederschläge [‡] (mm)	(n) [§]
	Max.	Min.			
1998					
April	36,0 ± 0,8	25,2 ± 1,1	78,7 ± 3,5	0	(0)
Mai	35,4 ± 1,2	25,6 ± 1,1	85,7 ± 6,6	83,6 ± 290,4	(6)
Juni	35,1 ± 1,0	24,6 ± 0,5	89,4 ± 3,6	81,0 ± 296,0	(3)
Juli	34,6 ± 0,6	24,0 ± 0,9	88,6 ± 3,4	185,0 ± 649,4	(5)
August	34,0 ± 2,1	24,0 ± 0,7	92,9 ± 2,3	73,0 ± 157,7	(14)
September	33,8 ± 1,9	23,7 ± 0,5	90,2 ± 1,9	217,9 ± 480,0	(9)
Oktober	34,3 ± 1,2	23,7 ± 0,6	90,7 ± 3,0	363,2 ± 921,7	(9)
November	34,4 ± 0,8	23,3 ± 0,9	89,3 ± 2,8	253,1 ± 755,0	(8)
Dezember	33,4 ± 1,2	23,6 ± 0,8	88,9 ± 3,5	352,7 ± 937,2	(11)
1999					
Januar	32,8 ± 1,0	22,5 ± 1,8	84,4 ± 4,2	12,4 ± 53,6	(2)
Februar	32,6 ± 1,0	24,2 ± 0,9	79,6 ± 5,1	0	(0)
März	33,3 ± 1,5	24,3 ± 1,0	77,5 ± 2,4	0	(0)
April	35,2 ± 1,5	24,8 ± 1,7	81,7 ± 6,9	9,3 ± 51,1	(1)
MW ± SA	34,2 ± 1,0	24,1 ± 0,8	86,0 ± 5,1	125,5 ± 134,3	(5,2)

[†] Quelle: Wetterstation der Firma Nestlé S.A., Los Santos, Panama.

[‡] Monatliche Durchschnittswerte.

[§] (n): Anzahl der Niederschlagsereignisse im jeweiligen Monat.

Tab. G: Wirkung von drei Insektiziden auf *B. tabaci* (Larven+Eier; MW \pm SA) an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998.

Bonitur [†]	Varianten [‡]			
	NAzal-T/S [®]	Confidor [®] 70 WG	Thiodan [®]	Kontrolle
1	6,7 \pm 8,7 b	0,9 \pm 1,7 a	6,7 \pm 8,0 b	11,8 \pm 12,9 c
2	7,2 \pm 8,0 b	0,8 \pm 1,3 a	13,5 \pm 10,5 c	12,3 \pm 11,2 c
3	26,9 \pm 18,8 bc	5,0 \pm 7,1 a	25,0 \pm 20,9 b	37,1 \pm 26,1 c
4	3,3 \pm 3,4 b	0,8 \pm 1,2 a	4,1 \pm 4,0 b	3,0 \pm 5,8 b
5	2,7 \pm 3,5 b	0,7 \pm 1,3 a	2,0 \pm 2,5 b	1,5 \pm 2,3 ab
6	3,3 \pm 3,9 b	0,8 \pm 1,3 a	3,2 \pm 2,6 b	2,8 \pm 4,0 b
7	4,0 \pm 5,9 c	0,4 \pm 0,8 a	1,0 \pm 1,7 ab	1,6 \pm 1,6 b
8	1,1 \pm 1,8 b	0,2 \pm 0,7 a	0,6 \pm 1,1 ab	0,8 \pm 1,2 ab
9	1,1 \pm 1,6 b	0,1 \pm 0,4 a	1,0 \pm 1,2 b	0,9 \pm 1,1 b
MW	6,2 \pm 2,7 b	1,1 \pm 0,9 a	6,4 \pm 2,7 b	8,0 \pm 3,6 c
(%)	(-22,5)	(-86,2)	(-20,0)	(0)
Virotische Symptome (%)[§]				
-VB	63,8 \pm 20,5 b	28,6 \pm 6,2 a	61,4 \pm 3,4 b	77,3 \pm 11,8 b
-NB	22,7 \pm 8,7 a	33,2 \pm 21,4 a	28,4 \pm 9,5 a	18,0 \pm 8,5 a
G. Pfl. (%)	13,5 \pm 14,0 ab	38,2 \pm 25,0 b	10,2 \pm 10,5 ab	4,7 \pm 4,3 a
Ertrag,	2679 \pm 631 b	6144 \pm 1394 a	4804 \pm 945 ab	4042 \pm 1463ab
kg/ha[£]	(-33,7)	(+52,0)	(+18,9)	(0)

[†] Bonituren von Larven+Eier an 10 Blätter/Wiederholung auf die Blattunterseite. Datum der Bonituren: 22.06., 30.06., 6.07., 15.07., 24.07., 28.07., 3.08., 12.08. und 17.08.98.

[‡] Mittelwerte einer Zeile mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test).

[§] Prozentsatz (Mittelwerte \pm Standardabweichung) von Pflanzen mit virotischen Symptomen. Nach visueller Bestimmung für die charakteristischen Pflanzen (engerollte und gelbe Blätter). VB: vor der Blütezeit; NB: nach der Blütezeit; G. Pfl.: gesunde Pflanzen. Statistische Verrechnungen wurden an der Arcussinus-Transformation der Dateien durchgeführt.

[£] Auf ha-Ertrag (20325 Pflanzen/ha) umgerechnet. Die Werte in den Klammern drücken den Ertragsunterschied in Prozent aus. Als Vergleichsvariante wurde die Kontrolle verwendet.

Tab. H: Wirkung von drei Insektiziden auf *B. tabaci* (Larven+Eier, MW \pm SA) an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1999. (Tom-2).

Bonitur [†]	Varianten [‡]				
	NAzal-T/S [®]	C70WG	G1	G2	Kontrolle
Larven+Eier					
1	0,0 \pm 0,0	0,2 \pm 0,5	0,1 \pm 0,5	0,2 \pm 0,7	0,0 \pm 0,2
2	0,2 \pm 0,8	0,1 \pm 0,5	0,1 \pm 0,3	0,0 \pm 0,2	0,2 \pm 0,8
3	0,4 \pm 1,2	0,1 \pm 0,4	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	1,6 \pm 3,8
4	0,1 \pm 0,5	0,1 \pm 0,6	0,1 \pm 0,3	0,0 \pm 0,0	0,5 \pm 2,2
5	0,9 \pm 2,4	0,1 \pm 0,2	0,2 \pm 0,5	0,1 \pm 0,3	1,2 \pm 3,2
6	0,8 \pm 1,7	0,5 \pm 0,9	1,1 \pm 2,8	0,6 \pm 1,7	1,6 \pm 2,2
7	1,7 \pm 2,5 ab	1,2 \pm 1,6 a	1,5 \pm 2,1 ab	2,2 \pm 5,0 ab	3,2 \pm 3,0 b
8	2,9 \pm 3,8	1,2 \pm 2,1	4,2 \pm 7,6	1,3 \pm 2,7	3,5 \pm 5,3
9	3,6 \pm 16,2 b	3,0 \pm 3,8 a	4,9 \pm 4,0 ab	4,4 \pm 5,3 a	0,8 \pm 10,4 b
MW	2,3 \pm 1,8 b	0,7 \pm 0,5 a	1,4 \pm 1,1 ab	1,0 \pm 0,9 a	2,5 \pm 1,4 b
(%)	(-8,0)	(-72,0)	(-44,0)	(-60,0)	(0)
Ertrag,	36013\pm6121a	42382\pm6726a	36251\pm11710a	37739\pm7773a	37977\pm10354a
kg/ha[§]	(-5,2)	(+11,6)	(-4,6)	(-0,6)	(0)

[†] Datum der Bonituren: 15.01, 21.01, 28.01, 4.02, 19.02, 25.02, 5.03, 11.03 und 23.03.99.

[‡] Mittelwerte einer Zeile mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Kruskal-Wallis-Test). Statistische Verrechnungen wurden an der Quadrat-Wurzel-Transformation der Dateien durchgeführt.

[§] Auf ha-Ertrag (23810 Pflanzen/ha) umgerechnet. Die Werte in den Klammern drücken den Ertragsunterschied in Prozent aus. Als Vergleichsvariante wurde die Kontrolle verwendet.

Tab. I: Wirkung von drei Insektiziden auf *B. tabaci* (Adulte, MW \pm SA) an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1999. (Tom-2).

Bonitur [†]	Varianten [‡]				
	NAzal-T/S [®]	C70WG	G1	G2	Kontrolle
Adulte					
1	0,1 \pm 0,3 a	0,8 \pm 1,0 ab	1,0 \pm 1,0 b	0,9 \pm 1,1 ab	0,6 \pm 1,1 ab
2	0,4 \pm 0,8	0,5 \pm 0,8	0,2 \pm 0,5	0,4 \pm 0,8	0,4 \pm 0,6
3	0,1 \pm 0,4	0,1 \pm 0,3	0,0 \pm 0,2	0,2 \pm 0,4	0,2 \pm 0,4
4	0,8 \pm 1,3	0,6 \pm 0,8	1,0 \pm 1,0	0,9 \pm 1,0	1,5 \pm 1,2
5	0,4 \pm 0,6 a	0,3 \pm 0,5 a	0,6 \pm 0,6 a	0,6 \pm 0,6 a	1,6 \pm 1,0 b
6	0,5 \pm 0,7 a	1,0 \pm 0,8 ab	0,3 \pm 0,5 a	0,5 \pm 0,6 a	1,7 \pm 0,9 b
7	1,5 \pm 1,4 a	1,0 \pm 0,7 a	1,5 \pm 0,9 a	1,6 \pm 1,1 a	3,0 \pm 1,4 b
8	1,5 \pm 1,0 a	1,0 \pm 0,6 a	1,5 \pm 1,0 a	1,7 \pm 0,9 a	3,4 \pm 1,4 b
MW	0,6 \pm 0,3 a	0,6 \pm 0,2 a	0,7 \pm 0,2 a	0,7 \pm 0,2 a	1,4 \pm 0,4 b
(%)	(-57,1)	(-57,1)	(-50,0)	(-50,0)	(0)

[†] Datum der Bonituren: 15.01, 21.01, 28.01, 4.02, 19.02, 25.02, 5.03, 11.03 und 23.03.99.

[‡] Mittelwerte einer Zeile mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Kruskal-Wallis-Test). Statistische Verrechnungen wurden an der Quadrat-Wurzel-Transformation der Dateien durchgeführt.

Tab. J: Wirkung von zwei Chloronicotinyl-Insektiziden auf *B. tabaci* (Larven+Eier; Adulte, MW \pm SA) an Tomatenpflanzen in Los Santos, Panama, 1998-1999. (Tom-3).

Bonitur	C70 WG	Rescate [®]	Rescate [®] +Öl	Kontrolle
Larven+Eier[†]				
1	0,1 \pm 0,3	0,1 \pm 1,0	0,0 \pm 0,2	0,1 \pm 0,4
2	0,1 \pm 0,3	0,4 \pm 1,1	0,0 \pm 0,2	0,3 \pm 0,8
3	0,3 \pm 0,7 a	1,1 \pm 1,6 b	0,3 \pm 0,7 a	1,1 \pm 2,0 b
4	0,3 \pm 0,9 a	0,3 \pm 0,9 a	0,2 \pm 0,6 a	0,9 \pm 2,0 b
MW	0,2 \pm 0,3 a	0,5 \pm 0,6 b	0,1 \pm 0,2 a	0,6 \pm 0,7 b
(%)	(-66,7)	(-16,7)	(-83,3)	(0)
Adulte[‡]				
1	2,0 \pm 2,2	2,8 \pm 1,8	2,0 \pm 1,4	4,0 \pm 2,5
2	0,5 \pm 0,5	0,8 \pm 1,0	0,1 \pm 0,4	0,8 \pm 0,9
3	1,5 \pm 1,4	1,9 \pm 1,6	0,2 \pm 0,7	1,1 \pm 1,4
4	0,1 \pm 0,4	0,9 \pm 1,7	0,1 \pm 0,4	0,4 \pm 0,5
5	0,4 \pm 0,7	0,8 \pm 1,0	0,0 \pm 0,0	0,8 \pm 1,4
6	0,5 \pm 0,8	0,4 \pm 0,5	0,1 \pm 0,4	0,8 \pm 1,4
7	0,1 \pm 0,4 a	0,6 \pm 0,7 ab	1,5 \pm 1,4 b	1,2 \pm 1,3 ab
8	0,6 \pm 1,2	0,6 \pm 0,9	0,2 \pm 0,5	0,6 \pm 1,1
9	5,0 \pm 2,7	5,1 \pm 1,5	4,8 \pm 2,0	4,9 \pm 1,6
10	0,9 \pm 1,0	0,8 \pm 2,0	0,5 \pm 1,4	0,2 \pm 0,7
MW	1,2 \pm 0,3 a	1,4 \pm 0,3 a	1,0 \pm 0,4 a	1,5 \pm 0,8 a
(%)	(-20,0)	(-6,7)	(-33,3)	(0)
Ertrag,	28941 \pm 17937 a	24315 \pm 12241 a	21208 \pm 11558 a	16794 \pm 4154 a
kg/ha[§]	(+72,3)	(+44,8)	(+26,3)	(0)

[†] Datum der Bonituren: 26.01, 20.02, 2.03. und 11.03.99. Mittelwerte einer Säule mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Kruskal-Wallis-Test). Statistische Verrechnungen wurden an der Quadrat-Wurzel-Transformation der Dateien durchgeführt.

[‡] Datum der Bonituren: 26.01., 27.01., 30.01., 3.02., 8.02., 9.02., 12.02., 15.02., 19.02. und 24.02.99. Mittelwerte einer Säule mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test).

[§] Auf ha-Ertrag (25640 Pflanzen/ha) umgerechnet. Die Werte in den Klammern stellen den Ertragsunterschied in Prozent dar. Als Vergleichsvariante wurde die Kontrolle verwendet.

Tab. K: Befalls-Niveau von *B. tabaci* (Larven+Eier; Adulte, MW \pm SA) auf vier Tomatensorten und Qualitäts-Eigenschaften sowie ihr Flächenertrag in Los Santos, Panama, 1999.

Bonitur [†]	Sorten			
	<i>Entero grande</i>	<i>IDIAP T-7</i>	<i>Halcón</i>	<i>Hayslip</i>
Larven+Eier				
1	0,1 \pm 0,5	0,0 \pm 0,2	0,0 \pm 0,2	0,0 \pm 0,0
2	0,0 \pm 0,2	0,1 \pm 0,5	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,2
3	0,0 \pm 0,0	0,3 \pm 0,9	0,0 \pm 0,0	0,1 \pm 0,3
4	0,2 \pm 0,9	0,3 \pm 1,0	0,4 \pm 1,0	0,6 \pm 2,5
5	1,2 \pm 2,6	1,0 \pm 2,5	1,7 \pm 5,0	1,2 \pm 2,2
6	2,5 \pm 4,3 a	3,8 \pm 8,1 ab	1,9 \pm 1,8 ab	5,0 \pm 5,9 b
MW	0,7 \pm 0,8 a	0,9 \pm 1,5 a	0,6 \pm 0,8 a	1,2 \pm 1,0 a
Adulte				
1	0,4 \pm 0,6	0,5 \pm 0,8	0,6 \pm 0,8	0,6 \pm 0,7
2	0,7 \pm 0,8	0,2 \pm 0,5	0,3 \pm 0,6	0,5 \pm 0,8
3	0,2 \pm 0,5	0,3 \pm 0,5	0,2 \pm 0,4	0,2 \pm 0,4
4	0,3 \pm 0,5	1,4 \pm 4,7	0,6 \pm 1,3	0,6 \pm 0,8
5	0,6 \pm 0,7	0,5 \pm 0,6	0,6 \pm 0,6	0,8 \pm 0,7
6	2,8 \pm 1,2 b	2,1 \pm 1,1 b	1,8 \pm 1,0 a	1,7 \pm 0,9 a
MW	0,8 \pm 0,3 a	0,7 \pm 0,3 a	0,6 \pm 0,3 a	0,8 \pm 0,3 a
F.-gewicht (g)[‡]	71,7 \pm 20,6 a	93,2 \pm 15,5 a	155,7 \pm 43,5 b	169,8 \pm 52,0 b
Brix[§] - (pH)[§]	5,6 (4,51)	5,5 (4,31)	5,1 (4,43)	5,6 (4,35)
Säuerlichkeit[§]	0,31	0,41	0,34	0,37
Ertrag (kg/ha[£])	47203\pm1535 ab	54108\pm5872 a	39406\pm9202 b	40953\pm7198 b
	(0)	(+14,6)	(-16,5)	(-13,2)

[†] Datum der Bonituren: 22.01, 28.01, 11.02, 19.02, 5.03 und 23.03.99.

[‡] Der Mittelwert wurde von 30 Früchten (F.) gerechnet. Mittelwert einer Zeile mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test).

[§] Es wurden je sechs reife Früchte gemessen. Zuckergehalt (Brix) und pH.

[£] Auf ha-Ertrag (23810 Pflanzen/ha) umgerechnet. Die Werte in den Klammern geben den Ertragsunterschied in Prozent an. Als Vergleichssorte wurde *Entero grande* verwendet.

Tab. L: Wirkung von vier Insektiziden auf die Adulten von *B. tabaci* (MW \pm SA) an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998.

Bonitur [†]	Varianten [‡]				
	NAzal-T/S [®]	Rescate [®]	C70 WG	GBarrier	Kontrolle
1	21,5 \pm 8,2	18,0 \pm 8,2	15,5 \pm 4,4	19,5 \pm 10,2	18,5 \pm 4,8
2	2,2 \pm 1,5 a	6,0 \pm 5,2 ab	10,0 \pm 3,7 b	3,0 \pm 1,2 ab	2,5 \pm 2,6 a
3	0,2 \pm 0,5	3,8 \pm 2,9	4,5 \pm 3,7	2,8 \pm 1,7	2,0 \pm 0,8
4	3,5 \pm 4,4	6,2 \pm 3,6	10,0 \pm 7,4	8,2 \pm 5,8	3,5 \pm 2,4
5	8,5 \pm 7,6	17,8 \pm 19,0	6,5 \pm 2,4	10,5 \pm 8,7	6,0 \pm 2,6
6	15,0 \pm 6,2	12,2 \pm 8,3	5,5 \pm 2,6	10,5 \pm 6,2	12,5 \pm 7,7
7	2,5 \pm 2,1	3,0 \pm 1,8	3,2 \pm 3,3	3,8 \pm 3,6	4,0 \pm 4,1
8	3,5 \pm 1,9	3,2 \pm 2,1	2,2 \pm 0,5	2,5 \pm 1,3	2,8 \pm 1,7
9	1,2 \pm 1,0	4,2 \pm 2,5	2,0 \pm 1,8	2,2 \pm 1,0	2,8 \pm 2,4
10	4,5 \pm 2,6	6,5 \pm 4,1	3,0 \pm 2,7	4,2 \pm 1,7	5,5 \pm 2,9
11	1,8 \pm 0,5	1,2 \pm 1,0	3,2 \pm 1,7	2,0 \pm 0,8	3,5 \pm 3,7
12	3,2 \pm 1,7	4,0 \pm 4,7	2,0 \pm 1,8	2,0 \pm 1,6	3,5 \pm 3,1
MW	5,6 \pm 0,5 a	7,0 \pm 0,4 a	5,6 \pm 1,4 a	5,9 \pm 1,0 a	5,6 \pm 1,7 a
(%)	(0)	(+25,0)	(0)	(+5,4)	(0)
Ertrag,	6891\pm6451a	9576\pm1881a	13260\pm6424a	10047\pm3400a	9764\pm3388a
kg/ha[§]	(-29,4)	(-1,9)	(+35,8)	(+2,9)	(0)

[†] Bonitur der Adulten (*B. tabaci*) auf der Blattunterseite. Datum der Bonitur: 25.08., 1.09., 4.09., 10.09., 17.09., 21.09., 28.09., 4.10., 10.10., 16.10., 26.10. und 30.10.98.

[‡] Mittelwerte einer Zeile mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test). Statistische Verrechnungen wurden an der Quadrat-Wurzel-Transformation der Dateien durchgeführt.

[§] Auf ha-Ertrag umgerechnet. Die Werte in den Klammern drücken den Ertragsunterschied in Prozent aus. Als Vergleichsvariante wurde die Kontrolle verwendet.

Tab. M: Wirkung von vier Insektiziden auf Larven von *Diaphania hyalinata* (MW \pm SA) an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998.

Bonitur [†]	Varianten [‡]				
	NAzal-T/S [®]	Rescate [®]	C70 WG	GBarrier	Kontrolle
1	0,0 \pm 0,0				
2	0,2 \pm 0,5	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	0,2 \pm 0,5	1,0 \pm 1,4
3	0,0 \pm 0,0	0,2 \pm 0,5	0,2 \pm 0,5	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0
4	2,0 \pm 1,8	2,0 \pm 2,4	2,2 \pm 1,0	2,5 \pm 0,6	1,0 \pm 0,8
5	4,0 \pm 2,6	2,8 \pm 1,9	1,0 \pm 2,0	4,0 \pm 2,2	2,5 \pm 1,9
6	2,5 \pm 1,0	4,5 \pm 3,3	2,0 \pm 0,8	5,0 \pm 0,8	4,2 \pm 1,0
7	4,8 \pm 2,5	5,0 \pm 1,8	4,0 \pm 0,8	3,8 \pm 2,6	3,2 \pm 2,6
8	3,8 \pm 4,9	3,0 \pm 0,0	2,5 \pm 1,7	3,0 \pm 1,6	4,0 \pm 2,2
9	4,2 \pm 1,0	2,2 \pm 2,9	3,8 \pm 4,2	4,8 \pm 2,6	4,2 \pm 1,0
10	5,2 \pm 3,4	2,5 \pm 2,4	4,2 \pm 1,3	5,2 \pm 1,5	3,2 \pm 2,1
11	1,5 \pm 1,3	0,8 \pm 1,0	0,2 \pm 0,5	0,5 \pm 0,6	1,5 \pm 1,0
12	0,5 \pm 0,6	0,5 \pm 0,6	0,5 \pm 0,6	0,2 \pm 0,5	1,0 \pm 0,8
MW	2,6 \pm 1,0 a	2,1 \pm 0,5 a	1,9 \pm 0,5 a	2,7 \pm 0,6 a	2,4 \pm 0,8 a
(%)	(+8,3)	(-12,5)	(-20,8)	(+12,5)	(0)

[†] Bonituren von Larven (*D. hyalinata*) auf der Pflanzenspitze. Datum der Bonituren: 25.08., 1.09., 4.09., 10.09., 17.09., 21.09., 28.09., 4.10., 10.10., 16.10., 26.10. und 30.10.98.

[‡] Mittelwerte einer Zeile mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test).

Tab. N: Wirkung von vier Insektiziden auf Blattläuse (% , MW \pm SA) an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998.

Bonitur [†]	Varianten [‡]				
	NAzal-T/S [®]	Rescate [®]	C70 WG	GBarrier	Kontrolle
1	40,0 \pm 18,3	43,3 \pm 5,8	55,0 \pm 23,8	42,5 \pm 20,6	27,5 \pm 15,0
2	16,7 \pm 6,8 a	12,5 \pm 10,8 a	8,3 \pm 6,8 a	43,8 \pm 8,0 b	47,9 \pm 8,0 b
3	6,2 \pm 8,0 ab	31,2 \pm 23,9 b	0,0 \pm 0,0 a	18,8 \pm 8,0 ab	25,0 \pm 11,8 ab
4	18,3 \pm 3,4 b	20,0 \pm 5,5 b	5,0 \pm 6,4 a	30,0 \pm 12,8b	30,0 \pm 15,9 b
5	5,0 \pm 4,1 ab	7,5 \pm 6,5 ab	0,0 \pm 0,0 a	13,8 \pm 13,8ab	13,8 \pm 7,5 b
6	2,5 \pm 5,0 ab	7,5 \pm 5,0 ab	0,0 \pm 0,0 a	7,5 \pm 5,0 ab	13,8 \pm 9,5 b
7	1,2 \pm 2,5 a	8,8 \pm 14,4 ab	0,0 \pm 0,0 a	3,8 \pm 4,8 ab	15,0 \pm 4,1 b
8	3,8 \pm 2,5	12,5 \pm 6,5	3,8 \pm 4,8	5,0 \pm 7,1	12,5 \pm 10,4
9	3,8 \pm 4,8	5,0 \pm 4,1	2,5 \pm 2,9	1,2 \pm 2,5	10,0 \pm 9,1
10	2,5 \pm 2,9	2,5 \pm 5,0	2,5 \pm 2,9	8,8 \pm 10,3	8,8 \pm 8,5
11	0,0 \pm 0,0	1,2 \pm 2,5	1,2 \pm 2,5	2,5 \pm 2,9	1,2 \pm 2,5
12	2,5 \pm 2,9	0,0 \pm 0,0	8,8 \pm 8,5	3,8 \pm 4,8	5,0 \pm 5,8
MW	8,5 \pm 1,6 a	14,1 \pm 3,8 b	7,3 \pm 3,0 a	15,1 \pm 1,5 b	17,5 \pm 3,0 b
(%)	(-51,4)	(-19,4)	(-58,3)	(-13,7)	(0)

[†] Bonituren der Adulten von Blattläuse (*A. gossypii*) auf der Blattunterseite. Datum der Bonitur: 25.08., 1.09., 4.09. , 10.09., 17.09., 21.09., 28.09., 4.10., 10.10., 16.10., 26.10. und 30.10.98.

[‡] Mittelwerte einer Zeile mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Kruskal-Wallis-Test). Statistische Verrechnungen wurden an der Arcussinus, Quadrat-Wurzel-Transformation der Dateien durchgeführt.

Tab. O: Ernteergebnisse (MW \pm SA) bei verschiedenen Insektizidbehandlungen an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998.

Früchte	Varianten [†]				
	NAzal-T/S [®]	Rescate [®] +Öl	C70 WG	GBarrier	Kontrolle
-Anzahl/W [‡]	11,0 \pm 10,0a	18,2 \pm 3,0 a	20,2 \pm 10,0a	17,2 \pm 5,4 a	17,2 \pm 5,9 a
-Gewicht (kg)/W [‡]	47,6 \pm 44,5a	66,1 \pm 13,0a	91,5 \pm 44,4a	69,3 \pm 23,5a	67,4 \pm 23,4a
Gewicht/Früchte	3,9 \pm 1,0 a	3,6 \pm 0,5 a	4,7 \pm 0,7 a	4,0 \pm 0,2 a	3,9 \pm 0,2 a
Faul-/W [‡] (kg)	8,8 \pm 6,1 a	6,5 \pm 3,3 a	10,5 \pm 5,6 a	7,5 \pm 3,8 a	8,8 \pm 5,2 a

[†] Mittelwerte einer Zeile mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test).

[‡] W=Wiederholung.

Tab. P: Anwesenheit (% , MW \pm SA) der „Silver-leaf“ Symptome und *C. sanguinea* bei verschiedenen Insektizidbehandlungen an Kürbispflanzen in Los Santos, Panama, 1998.

Variante	Varianten [†]				
	NAzal-T/S [®]	Rescate [®] +Öl	C70 WG	GBarrier	Kontrolle
- Pfl. Mit SLS [‡]	20,0 \pm 9,1 a	43,8 \pm 39,4 a	25,0 \pm 15,8 a	38,8 \pm 14,4 a	50,0 \pm 25,2 a
- Anzahl von <i>C. sanguinea</i> / Bonitur [§]	0,7 \pm 1,1 a (12,2)	1,9 \pm 2,2 a (34,9)	0,6 \pm 0,8 a (10,5)	1,2 \pm 1,4 a (22,7)	1,1 \pm 1,2 a (19,6)

[†] Mittelwerte einer Zeile mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden ($P > 0,05$, Tukey-Test).

[‡] Pflanzen mit „Silver-leaf“ Symptomen. Gerechnet von 12 Bonituren.

[§] Nach 66 Individuen gerechnet. Die Werte in den Klammern sind als Prozent berechnet.

Tab. Q: Abundanz von Larven und Puppen von *B. tabaci* (WF), ihren Parasitoiden (P) und der Parasitierungsgrad (%P) an Tomaten-, Paprikapflanzen und an vier Unkrautarten in drei Gebieten Panamas, 1998-1999.

	Tomaten			Paprika			Unkraut			Durchschnitt		
	WF	P	%P	WF	P	%P	WF	P	%P	WF	P	%P
1998												
Mai	----	----	----	----	----	----	674	8	1,2	674	8	1,2
Jul.	710	70	2,8	----	----	----	284	106	37,3	994	176	17,7
Jul.	940	239	25,4	1357	381	28,1	36	8	22,2	2333	628	26,9
Aug.	433	134	31,0	1286	724	56,3	37	9	24,3	1930	930	48,2
†	174	63	36,2									
Sep.	237	26	11,0	1074	660	61,4	35	13	37,1	1346	699	51,9
Okt.	724	262	36,2	1066	602	56,6	12	2	16,7	1802	866	48,1
Nov.	505	79	15,6	480	167	34,8	3	1	33,3	988	247	25,0
Dez.	474	19	4,1	160	81	50,6	21	1	4,8	655	101	15,4
1999												
Jan.	900	341	37,9	309	79	25,6	14	5	35,7	1223	425	34,8
Feb.	432	133	30,8	0	0	0	23	8	34,9	455	141	31,0
Mär.	259	13	5,0	0	0	0	16	5	31,2	275	18	6,5
Apr.	66	4	6,1	7	0	0	3	1	33,3	76	5	6,6

† Datei von zwei Proben von Weißen Fliegen an Bohnen, Caisán, Chiriquí (10.08. und 24.08.98).

---- Es wurde keine Proben gesammelt.

Tab. R: Wirkung von Niemprodukten und Imidacloprid auf die Adulten von *T. vaporariorum* an verschiedenen Wirtspflanzen.

Wirtspflanze	Behandlung	(n)	Mortalität (%)[†]	Wirkungsgrad (%)
Bohnen	NeemAzal-T/S [®]	(92)	92,2 ± 11,2 ab	81,3
Lv1: 4.-9.Dez.97	Imidacloprid	(75)	96,2 ± 7,7 a	93,4
	NPK-Extrakt	(89)	77,6 ± 11,2 ab	50,3
	Kontrolle	(86)	70,0 ± 12,5 b	-----
<hr/>				
Tomaten				
<i>Tip-Top</i>	NeemAzal-T/S [®]	(47)	81,7 ± 18,3 a	-18,1
Lv2: 15.-19.Nov.97	Imidacloprid	(55)	96,2 ± 7,7 a	77,6
	NPK-Extrakt	(40)	67,0 ± 24,9 a	-146,7
	Kontrolle	(37)	83,8 ± 12,9 a	-----
<hr/>				
<i>Moneymaker</i>	NeemAzal-T/S [®]	(67)	78,8 ± 11,3 b	61,0
Lv3: 21.-26.Jan.98	Imidacloprid	(68)	100,0 ± 0,0 a	100,0
	NPK-Extrakt	(82)	64,8 ± 11,0 b	33,9
	Kontrolle	(71)	48,4 ± 28,4 b	-----
<hr/>				
<i>Roma</i>	NeemAzal-T/S [®]	(100)	53,3 ± 26,0 b	27,6
Lv4: 27.Jan-2.Feb.98	Imidacloprid	(96)	96,2 ± 4,8 a	95,5
	NPK-Extrakt	(95)	59,7 ± 29,5 b	40,6
	Kontrolle	(110)	28,5 ± 17,9 b	-----
<hr/>				
Kohl	NeemAzal-T/S [®]	(94)	6,4 ± 2,1 c	-7,1
Lv5: 5.-10.März.98	Imidacloprid	(76)	95,0 ± 10,0 a	94,0
	NPK-Extrakt	(103)	23,3 ± 1,3 b	12,2
	Kontrolle	(103)	12,4 ± 8,8 bc	-----

[†]Mittelwerte (Mittelwerte ± Standardabweichung) einer Säule der gleicher Wirtspflanze oder Sorte mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden (P>0,05, Tukey-Test). Statistische Verrechnung wurde an der Arcussinus, Quadrat-Wurzel-Transformation [$ar \sin \sqrt{(\%Mortalität / 100)}$] der Dateien durchgeführt.

Tab. S: Wirkung von Niemprodukten und Imidacloprid auf die Larven (L2-L3) von *T. vaporariorum* an Tomatenpflanzen[†].

Behandlung	(n)	Mortalität (%) [‡]	Wirkungsgrad (%)
NeemAzal-T/S [®]	(222)	98,2 ± 2,5 a	97,0
Imidacloprid	(367)	97,6 ± 4,0 a	96,0
NPK-Extrakt	(495)	62,9 ± 16,2 b	38,0
Kontrolle	(238)	40,1 ± 10,0 c	-----

[†] Datum: Lv6 (W1): 10.12.97 - 7.01.98; (W2-3): 19.12.97 - 8.01.98; (W4-5): 26.12.97-13.01.98.

[‡] Mittelwerte (Mittelwerte ± Standardabweichung) einer Säule mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden (P>0,05, Tukey-Test). Statistische Verrechnung wurde an der Arcussinus, Quadrat-Wurzel-Transformation [$ar \sin \sqrt{(\% Mortalität / 100)}$] der Dateien durchgeführt.

Tab. T: Wirkung von Niemprodukten und Imidacloprid auf den Eierschlupf von *T. vaporariorum* an zwei Wirtspflanzen.

Wirtspflanze	Behandlung	(n)	Eierschlupf (%) [†]	Wirkungsgrad (%)
Tomaten				
Tip-Top	NeemAzal-T/S [®]	(280)	82,9 b	4,6
Lv7:	Imidacloprid	(307)	79,8 b	8,2
23.Jan-5.Feb.98	NPK-Extrakt	(266)	38,0 a	56,3
	Kontrolle	(366)	86,9 b	-----
Kohl				
	NeemAzal-T/S [®]	(1053)	95,5 b	-0,7
Lv8:	Imidacloprid	(779)	89,1 ab	6,0
5.-18.März.98	NPK-Extrakt	(1014)	80,8 a	14,8
	Kontrolle	(923)	94,8 b	-----

[†] Mittelwerte des Prozentsatzes einer Säule der gleicher Wirtspflanze mit gleicher Buchstabenbezeichnung sind nicht signifikant voneinander verschieden (P>0,05, Tukey-Test). Statistische Verrechnung wurde an der Arcussinus, Quadrat-Wurzel-Transformation [$ar \sin \sqrt{(\% Mortalität / 100)}$] der Dateien durchgeführt.

Tab. U: Wirkung von *Encarsia formosa* Gahan bei gleichzeitiger Einwirkung von Niemprodukten und Imidacloprid auf die Larven von *T. vaporariorum*.

Wirtspflanze	Behandlung	(n)	Mortalität (%)	Parasitierungsgrad (%)[‡]
Tomaten				
<i>Tip-Top</i>	NeemAzal-T/S [®]	(141)	97,2	2,1
Lv9:	Imidacloprid	(43)	100,0	0,0
27.Jan.-16.Feb.98	NPK-Extrakt	(76)	94,7	1,3
	Kontrolle	(83)	81,9	27,7
Kohl				
	NeemAzal-T/S [®]	(963)	99,7	1,4
Lv10:	Imidacloprid	(1803)	98,4	0,1
20.März-10.Apr.98	NPK-Extrakt	(633)	96,4	22,9
	Kontrolle	(1105)	90,7	80,4

[†] Die Mortalität wurde nach dem Effekt der Parasitoiden und der Behandlung zusammen verrechnet.

[‡] Der Kruskal-Wallis-Test (H-Test zur Verrechnung der Rangvarianzanalyse) hat signifikant Unterschied zwischen die Behandlungen gezeigt (P<0,05).

Danksagung

Herrn Prof. Dr. T. Basedow möchte ich danken für die Diskussionen zur Entwicklung des Themas dieser Dissertation, für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes und für die gewährte Unterstützung sowie die umfassende Betreuung während meines Aufenthalts in Deutschland. Ebenfalls bedanke ich mich bei Herrn Prof. Dr. C. Kunze für die Betreuung der Dissertation innerhalb des Fachbereich Biologie.

Besonderer Dank gilt bei Herrn Prof. Dr. J. Espinosa für die Unterstützung und die Orientierung sowohl während meines Studiums als auch während der Entwicklung der vorliegenden Arbeit.

Bedanken möchte ich mich auch bei Ing. J.A. Guerra, Lic. J. Ceballos, Lic. E. Trejos, O. Gutiérrez, M. Cano, Dr. M. Espino, F. González, L. Avilés, Ing. E. Rodríguez und L. Araúz, (IDIAP), M.Sc. Ing. J.C. Cedeño, R. Alonso und C. Cedeño (Nestlé S.A.-Los Santos), M.Sc. H. Córdoba, Lic. M. Díaz, Lic. E. Ruíz und Lic. C. Vergara (CRU-Azuero) für die Hilfsbereitschaft während der Durchführung der Feldversuche, die Sammlung und Sendung von Proben für die Parasitoiden-Artenbestandsaufnahme und die Analyse der Imidacloprid-Rückstände. Ebenso bedanke ich mich bei den Gemüsebauern für die Erlaubnis auf ihren Feldern Untersuchungen durchzuführen.

Herrn Dr. C. Sánchez (Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología, Panamá) danke ich für die finanzielle Unterstützung für die Imidacloprid-Rückstandsanalyse, Ing. L. Barrios (Agencias Norcal S.A.) für die finanzielle Unterstützung zur Durchführung einiger Versuche und Ing. D. Elisandro für die Lieferung einer getesteten Tomatensorte. Bayer AG sowie Trifolio GmbH danke ich für die Lieferung der getesteten Pflanzenschutzmittel.

Ein herzlicher Dank an Dipl.Biol. C. Kugelstadt, Dr.rer.nat. M. Jung, Dipl.Ing.agr. C. von Boguslawski, M.Sc. H. El-Shafie, M.Sc. A. Tadesse, Dipl.Biol. A. Kahlheber, Dipl.Biol. U. Ehlert, S. Feller und A. Ries für die kritischen Korrekturen und die hilfreiche Zusammenarbeit; an Dipl.Ing.agr. S. Kollmann für ihre Hilfe an Anfang der Laborversuche.

Ich bedanke mich bei Herrn Dr. G. Evans (University of Florida) für die Bestätigung der Bestimmung der Hymenopteren-Parasitoiden; Herrn Dr. A. Stahlberg (Bayer AG), Herrn Prof. Dr. H. Schmutterer (JLU-Giessen) und M.Sc. A. Batista (Uni-Jena) für die Lieferung wichtiger Literatur; Herrn Dr. M. Hollenhorst (HRZ, JLU-Giessen) für die Beratung bei der statistischen Auswertung.

Dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) gilt mein spezieller Dank. Ohne die finanzielle Förderung des DAADs in Form eines Sandwich-Stipendiums wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen. Ich danke auch meine Kollegen an der UNACHI vor allem M.Sc. O. Cáceres, Prof. C. Royer und M.Sc. P. Caballero für die Unterstützung und Rückendeckung während meines Studiums.

Für ihre außerordentliche Hilfe danke ich meinen Eltern, meiner Freundin O. Batista, meinen Geschwistern, und guten Freunden sehr herzlich.

Lebenslauf

- Name: **Juan Antonio BERNAL Vega**
Geburtstag- und Ort: 21. Juni 1965 in Santa Ana, Los Santos, Panama.
Eltern: Juan Bautista Bernal Peralta und Gladys Emilia Vega de Bernal (geb. Vega Melgar).
- 1971-1977 Grundschohle in Santa Ana, Los Santos, Panama.
1978-1979 Gymnasium in *Instituto Coronel Segundo de Villarreal*, Los Santos.
1980-1983 Gymnasium *Colegio José Daniel Crespo*, Chitré.
- 1984-1991 Studium der Biologie an der *Universidad de Panama*, Fachrichtung Zoologie.
1989-1991 Pädagogisches Studium an der *Universidad de Panama*.
1991 Licenciatur-Arbeit mit dem Thema „Toxicidad de ocho Plaguicidas de uso comun en Panamá, sobre *Polypheretima elongata* (Oligochaeta: Megascolecidae)“.
Mitarbeiter am *Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá*.
- 1992-1995 *Magister Scientiae en Biología* an der *Universidad de Costa Rica*, Fachrichtung Entomologie, mit dem Thema „Parasitoides, movimientos, patrones de esterasas y morfometría de las alas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) en frijol y tomate en Costa Rica. Abschluß. *M.Sc.* im Oktober 1995.
- 04.1995-03.1997 Hochschulassistent des Biologie-Fachbereiches an der *Universidad Autónoma de Chiriquí*, Panama.
- 04.-09.1997 Deutscher Sprachkurs am *Goethe Institut* in Mannheim.
- seit 10.1997 Wissenschaftler Mitarbeiter und Doktorand am *Institut für Phytopathologie und Angewandte Zoologie der Justus-Liebig-Universität, Gießen*.

Publikationen:

- BERNAL-VEGA, J.A. Parasitoid inventory of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) in tomato, chili and four weeds in Panama. *Mededelingen Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen Universiteit Gent*. (Belgien) (in press).
- BERNAL-VEGA, J.A. Inventario preliminar de los parasitoides de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) en frijol y tomate en Costa Rica. *Ceiba*. (Honduras) (in press).

- BERNAL, J.A. & J.E. GARCIA, 1997: El desarrollo de los plaguicidas. *Tecnología en Marcha* (Costa Rica) 13(1): 60-66.
- BERNAL-VEGA, J.A., BASEDOW, T. & J.A. GUERRA. Effects of natural and synthetic insecticides on the sweetpotato whitefly [*Bemisia tabaci* (Gennadius)] (Homoptera: Aleyrodidae) and others insect pests of tomato and pumpkin in Panama. In: H. Kleeberg (ed.). Practice oriented results on use and production of neem-ingredients and pheromones. Proceedings of the 6th Workshop. 13 März 2000, Hohensolms (Deutschland) (in press).
- BERNAL, J.A., HIDALGO, C. & J.E. GARCIA, 1995: Industria, importación y comercialización de plaguicidas en Costa Rica. *Agronomía Costarricense* (Costa Rica) 19(1): 95-107.
- BATISTA, O., BERNAL, J.A., NUÑEZ, F. & J. ESPINOSA, 1995: Toxicidad de ocho Plaguicidas de uso comun en Panamá, sobre *Polypheretima elongata* (Oligochaeta: Megascolecidae). *Natura* (Panama) 7(1): 37-40.

Eidesstattliche Erklärung

Die vorliegende Arbeit wurde vom Verfasser selbst verfasst. Es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel verwendet.

Zitate und Äußerungen, die anderen Werken im Wortlaut oder sinngemäß entnommen wurden, sind durch Quellenangaben kenntlich gemacht.

Gießen, Februar 2001

