



# Bekämpning av vita flygare (*Aleurotrachelus socialis*) i kassava (*Manihot esculenta*)

- fysikaliskt verkande insektsmedel
- mortalitet och appliceringsteknik

*Control of Whiteflies (*Aleurotrachelus socialis*)  
in Cassava (*Manihot esculenta*)*

- *Physically acting pesticides*
- *Mortality and application*

Miriam Frida Karlsson



Examensarbete inom mark/växtagronomprogrammet

SLU Alnarp  
Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik

Rapport 2005:2  
Report

Swedish University of Agricultural Sciences  
Dept of Landscape Management and Horticultural Technology

ISSN 1652-1552

I denna serie publiceras rapporter från Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik vid SLU Alnarp.

This is a publication from the Department of Landscape Management and Horticultural Technology at the Swedish University of Agricultural Sciences in Alnarp.

En lista på publicerade rapporter i serien finns på institutionens hemsida med adressen [www.lt.slu.se](http://www.lt.slu.se).

The issues in this series of publications are listed at the homepage [www.lt.slu.se](http://www.lt.slu.se).

**Miriam Frida Karlsson** har skrivit detta examensarbete som avslutning på sin utbildning till mark/växt-agronom.

**Sven Axel Svensson** är forskningsledare vid institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp, och har varit Miriams svenske handledare.

**James Montoya Lerma** är professor vid institutionen för entomologi vid La Universidad del Valle, Univalle, Colombia och har varit Miriams handledare på plats.

**Jan Erik Mattsson** är docent vid institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp, och har fungerat som examinator.

Detta examensarbete är utfört vid institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU Alnarp. Arbetet är genomfört som ett led i mark/växt-agronomprogrammet. Författaren svarar själv för framförda åsikter, slutsatser och resultat.

---

**SLU**  
**P.O. Box 66**  
**SE-230 53 ALNARP**  
**SWEDEN**  
**Phone: +46 40 415000 (operator)**  
[www.lt.slu.se](http://www.lt.slu.se)

## FÖRORD

Detta är ett examensarbete inom Agronomprogrammet med inriktning mark/växt och omfattar 20 poäng på D-nivå inom ämnet Biologi - Växtskyddsvetenskap. Examensarbetet skrevs vid institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik, SLU, Alnarp med Sven Axel Svensson som handledare, i samarbete med La Universidad del Valle, Univalle, i Colombia med James Montoya Lerma som handledare. Det praktiska arbetet utfördes på CGIAR<sup>1</sup>-centret CIAT<sup>2</sup>, Centro Internacional de Agricultura Tropical i Palmira, Colombia under ledning av Anthony Bellotti vid avdelningen 'Entomología de yuca'<sup>3</sup>. Fältstudierna och resan till Colombia möjliggjordes genom ett stipendium för Minor Field Study, finansierat av SIDA<sup>4</sup>.

Alnarp i dec 2005

Miriam Frida Karlsson

---

<sup>1</sup> CGIAR, Consultative Group on International Agricultural Research

<sup>2</sup> CIAT ung. Internationellt centrum för tropiskt lantbruk

<sup>3</sup> 'Entomología de yuca' ung. 'Kassava Entomologi' numera Crop and Agroecosystem Health Management

<sup>4</sup> SIDA, Styrelsen för internationellt utvecklingssamarbete



## SAMMANFATTNING

För att öka odlings säkerheten, förbättra kvalitet och minska miljöbelastningen krävs det att användningen av syntetiska pesticider i lantbruket minskar. Detta gäller främst i grödor där användningen av pesticider är hög och speciellt i bekämpning där resistens utvecklats och pesticiderna har låg verkan.

Fysikaliskt verkande insektsmedel baserade på oljor och såpor bekämpar insekter främst genom att täppa till spirakler och/eller bryta ned kutikulan. Dessa medel kan i vissa fall även ha andra effekter, speciellt med tillsats av växtextrakt som ger avstötande effekt eller tillväxtstörningar. Det krävs mer kunskap om appliceringstekniken (duschkvalitet, täckning etc.) för nämnda produkter för att uppnå en tillförlitlig och godtagbar bekämpningsnivå. På olika håll bedrivs forskning inom de två områdena, fysikaliskt verkande insektsmedel för bekämpning av vita flygare samt appliceringsteknik.

Det finns hundratals arter av vita flygare, men endast ett fåtal är skadeinsekter, främst i varmare klimat och i växthus. Vita flygare *Aleurotrachelus socialis* är en av de dominerande skadeinsekterna i kassava i Colombia, Ecuador och Venezuela. Skördebortfallet kan bli upp till 90 % vid långvariga attacker som påbörjats på unga plantor. I Colombias kassavaodlande distrikt bekämpas för närvarande vita flygare med, i huvudsak, syntetiska insektsmedel. Alternativ tas nu fram och bland dem kan nämnas resistenta sorter, predatorer, parasitoider samt biologiska- (svampar, bakterier) och fysikaliskt verkande insektsmedel, de senare ofta med tillsats av växtextrakt.

Detta examensarbete strävar att sammanfoga dessa områden för att skapa en gemensam lösning; en fungerande appliceringsteknik för ett effektivt fysikaliskt verkande insektsmedel mot vita flygare.

Produkter som undersöktes var: Agronim, Biomek, Bioneem, EcoSwing, L'Ecomix och Kokossåpa+Chili, som i huvudsak är baserade på oljor och såpor med tillsats av växtextrakt. Inledningsvis jämfördes tre koncentrationer av varje produkt på fyra stadier av *A. socialis*; ägg, första och andra nymfstadiet samt vuxenstadiet. Försöken genomfördes i växthus på CIAT, Cali, Colombia.

Växthusförsöken visade att det finns fysikaliskt verkande insektsmedel med växtextrakt som orsakar hög mortalitet av vita flygare *A. socialis*. Det kommersiella insektsmedlet Biomek med koncentrationen 5 ml/l gav en mortalitet omkring 90 % för nymf- och vuxenstadierna då de doppades i sprutvätskan. Kokossåpa orsakade hög mortalitet i flera stadier; kring 80 % i nymf- och vuxenstadierna med koncentrationen 3,5 g/l observerades. Agronim var den produkt som gav högst mortalitet i äggstadiet och visade även en ökad mortalitet med ökande koncentration i detta stadium. Även i första nymfstadiet observerades hög mortalitet med Agronim. Ett par av produkterna, EcoSwing och L'Ecomix, visade mycket låg mortalitet och Bioneem visade en hög mortalitet endast i andra nymfstadiet.

För fysikaliskt verkande insektsmedel är hög täckningsgrad och en jämn spridning viktig. Bekämpning av vita flygare kräver en täckning av bladens undersidor på de nivåer i bladverket där de befinner sig. Täckningsförsök genomfördes, med hjälp av vattenkänsligt papper, i fält för att jämföra avsättningen för ett urval av spridare. Parametrar som mättes var vätskefördelningen på undersidan av bladen i ett etablerat bestånd av kassava samt vätskemängd och inträngning i bladverket. Försöket genomfördes med en hydraulisk ryggspruta och en roterande spridare.

Även ett fältförsök genomfördes med syftet att avgöra om de observerade effekterna från växthusen även kunde observeras i fält, om produkterna tolererade en utomhusmiljö med stark sol och värme och samtidigt kunde ge upphov till hög mortalitet. Intentionen var också att

jämföra om effekten var beroende av de olika spridarna genom att observera populationen av vita flygare i fält. Fältförsöket genomfördes i kassava med de två produkter som visat högst mortalitet, Biomel och Kokossåpa+Chili i kombination med två spridare anslutna till en rygg-spruta. Försöksmodellen som användes var ett traditionellt blockförsök med fyra upprepningar. Två kontrollled ingick, ett med ett kemiskt insektsmedel (tiametoxan) och ett obehandlat led. Utvärderingen i fält skedde visuellt genom att skatta antalet vuxna individer, nymfer och puppor som urskiljdes i olika nivåer i bladverket. Dessutom bedömdes graden av skada orsakad av vita flygare. Dessvärre var skillnaderna mellan kontrollled och de olika behandlingarna inte signifikanta, detta beroende av låg inflygning av *A. socialis* i kombination med onormalt hög nederbörd. Om dödligheten i fält liknar mortaliteten i växthusen kan man emellertid förvänta sig en relativt hög dödlighet även i fält. Täckningen i växthusförsöken var 100% till följd av att bladen doppades fullständigt och i fält bedömdes att med spridare som bildar fina droppar; mindre än 100µm och det traditionella munstycket som bildar grova droppar, uppnådde en täckning över 60%. Genom att använda det traditionella munstycket används 2-3 gånger större volym än vid användning av ett munstycke med små droppar (<100µm) men med de olika munstyckena uppnåddes ändå en liknande täckningsgrad.

Fysikaliskt verkande insektsmedel med växtextrakt har potential att användas för bekämpning av vita flygare. De moderna spridarna förmodas ge en tillräcklig täckning, möjliggöra användning av en lägre vätskemängd och kunna användas vid applicering av exempelvis Biomel och Kokossåpa+Chili vid bekämpning av vita flygare i kassava.

## ABSTRACTO

**Términos claves:** *Aleurotrachelus socialis*, *Manihot esculenta*, insecticidas con efecto físico, técnicas de aplicación, boquillas

Este trabajo fue realizado en el suroeste de Colombia en colaboración con el Centro Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. La tesis fue supervisada del Departamento de Entomología de la Universidad del Valle, Cali, Colombia y del Departamento de Manejo de paisajes y Tecnologías de horticultura, SLU, Alnarp, Suecia.

El propósito con esta tesis fue evaluar seis diferentes insecticidas no convencionales en su efectividad para el control de mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* en yuca *Manihot esculenta*. La meta era también evaluar la técnica de aplicación más apropiada para los productos evaluados, que fueron: Agronim, Biomel, Bioneem, EcoSwing, Jabón de coco + ají y L'Ecomix. Los productos están basados de aceites vegetales, jabones y extractos de plantas y causan principalmente un efecto físico de contacto lo cual implica que es fundamental obtener una cobertura alta en el envés de las hojas, donde se encuentra la mosca blanca.

Inicialmente se realizó ensayos en el invernadero comparando cuatro estados de *A. socialis*; huevos, adultos y ninfas del primer y segundo instar. Se evaluó la mortalidad de cada estado con tres concentraciones de cada producto.

Se observó que los diferentes productos redujeron el número de *A. Sociales*, especialmente en el estado de ninfas. La combinación aceite y jabón muestra posibilidades para control de *A. sociales*. Los tratamientos con Biomel y Jabón de coco + ají causó la mortalidad más alta en los cuatro estados.

Adicionalmente se evaluó dos equipos de aplicación y cuatro boquillas, midiendo el porcentaje de la cobertura en el envés de las hojas y calculando la dispersión en tres niveles del follaje de yuca, en comparación con flujo/mín. Las diferencias en cobertura entre las cuatro boquillas no fueron significativas, obteniendo ~60 % cobertura en los tres niveles. El flujo de la boquilla tradicional fue tres veces mayor que con las boquillas Albuz ATR (tamaño: lila), Goizper HC50/0,2/3) y TX SS 3, diferenciándose también en el tamaño de las gotas. Se pudo constatar que es posible mantener la misma cobertura disminuyendo el volumen asperjado con la bomba de espalda al cambiar la boquilla tradicional con una boquilla de gotas finas y un flujo menor.

Sucesivamente se realizó un ensayo de campo con Biomel 5ml/l y Jabón de coco 7g/l + ají 10g/l en tratamientos cruzados con dos boquillas diferentes. En el ensayo del campo, las diferencias en población de *A. socialis*, entre los tratamientos no fueron significativas, a causa de una incursión baja y una precipitación alta.





## ABSTRACT

**Key words:** *Aleurotrachelus socialis*, *Manihot esculenta*, contact insecticides with physical effect, application technique, nozzles.

The study was performed in southwest of Colombia in close collaboration with the international centre of tropical agriculture, CIAT and supervised from the university of Valle, Univalle, Cali, Colombia and from the Department of Landscape Management and Horticultural Technology, SLU, Alnarp, Sweden.

The main purpose of this thesis was to evaluate six different non-conventional insecticides and their ability to control whitefly *Aleurotrachelus socialis* in cassava *Manihot esculenta*. The aim was also to evaluate the most appropriate application technique for these products which were: Agronim, Biomel, Bioneem, EcoSwing, Coco soap + chilli and L'Ecomix. The products are mainly based on vegetable oil, soap and plant extract and cause primarily a physical contact effect which affirm that it is fundamental to obtain a high coverage of the underside of the leaves, where *A. socialis* is present.

Initial greenhouse trials were made, comparing four different stages of *A. socialis*; eggs, nymphs of first and second instars and adults. Mortality for each stage was measured for three concentrations of each product, by dipping leaves into the treatments.

Additionally two spray equipments and four different nozzles were evaluated, measuring percentage coverage of the lower surfaces of the leaves and calculating the dispersion in three levels in the foliage of cassava, in relation to the liquid amount used by the spray equipment and the nozzles. The differences in the coverage between the four nozzles were not significant; ~60% coverage was obtained in all three levels in the foliage. However, the flow rate (l/min) for the traditional nozzle was approximately three times higher than for Albus ATR (size: lilac), Goizper 50/0,2/3 and TX SS 3, which also differ in droplet size.

The different products were observed to reduce the number of *A. socialis*, especially in the nymphal stages. It was observed that oil in combination with soap probably could be used as a control method for *A. socialis*. Treatments with Biomel and Coco soap + Chilli had the highest mortality for the four stages.

Eventually a field trial was conducted with Biomel 5ml/l and Coco soap 7g/l + Chilli 10g/l simultaneously with two different nozzles. The differences in number of *A. socialis* between the different treatments, in the field trial, were not significant due to a low incursion in the field, in combination with an exceptionally high precipitation.

The results show potential for reducing the amount of spray required by using nozzles producing fine droplets and in the same time obtain a good coverage of the products to control *A. socialis* in cassava.



## INNEHÅLL

1	INLEDNING .....	1
2	PROBLEMFÖRMULERING .....	2
3	SYFTE .....	3
4	LITTERATURSTUDIE .....	4
4.1	Vita flygare .....	4
4.1.1	<i>Livscykel: Aleurotrachelus socialis Bondar</i> .....	4
4.1.2	<i>Skador i kassava</i> .....	5
4.1.3	<i>Bekämpning av vita flygare</i> .....	7
4.2	Appliceringsteknik .....	8
4.2.1	<i>Täckning</i> .....	8
4.2.2	<i>Fin duschkvalitet ökar täckning</i> .....	9
4.2.3	<i>Retention och penetration i plantbeståndet</i> .....	11
4.2.4	<i>Dos – respons</i> .....	11
4.2.5	<i>Sprutor</i> .....	12
4.2.6	<i>Spridare</i> .....	14
4.2.7	<i>Vatten, Volym och kvalitet</i> .....	16
4.3	Fysikaliskt verkande insektsmedel .....	16
4.3.1	<i>Såpor</i> .....	18
4.3.2	<i>Oljor</i> .....	18
4.3.3	<i>Växtextrakt i fysikaliskt verkande insektsmedel</i> .....	19
4.3.4	<i>Aktuell situation i Colombia för alternativa insektsmedel</i> .....	20
5	MATERIAL OCH METODER .....	22
5.1	Metod vid fytotoxicitetsförsök i växthus .....	22
5.2	Undersökta produkter .....	23
5.2.1	<i>Kokossåpa + Chili</i> .....	23
5.2.2	<i>Biomel</i> .....	24
5.2.3	<i>Bioneem</i> .....	24
5.2.4	<i>Agonim</i> .....	25
5.2.5	<i>EcoSwing</i> .....	26
5.2.6	<i>L'Ecomix</i> .....	26
5.2.7	<i>Syntetiskt växtskyddsmedel använt vid fältförsök</i> .....	27
5.3	Metod vid försök med fysikaliskt verkande insektsmedel i växthus .....	27
5.3.1	<i>Försök i äggstadiet</i> .....	28
5.3.2	<i>Försök i första nymfstadiet</i> .....	28
5.3.3	<i>Försök i andra nymfstadiet</i> .....	29
5.3.4	<i>Försök i vuxenstadiet</i> .....	29
5.4	Appliceringsförsök .....	29
5.4.1	<i>I växthus</i> .....	30
5.4.2	<i>I fält</i> .....	30
5.5	Fältförsök i kassava med fysikaliskt verkande insektsmedel .....	31
6	RESULTAT .....	35
6.1	Fytotoxicitet hos kassavaplantor vid försök i växthus .....	35
6.2	Mortalitet av ägg, nymfer och vuxna individer av <i>A. socialis</i> i växthus .....	36
6.2.1	<i>Utvecklingsstadium: Ägg</i> .....	39
6.2.2	<i>Utvecklingsstadium: Första nymfstadiet</i> .....	39
6.2.3	<i>Utvecklingsstadium: Andra nymfstadiet</i> .....	40
6.2.4	<i>Utvecklingsstadium: Vuxenstadiet</i> .....	40
6.2.5	<i>Produkt: Agonim</i> .....	41
6.2.6	<i>Produkt: Biomel</i> .....	41
6.2.7	<i>Produkt: Bioneem</i> .....	42
6.2.8	<i>Produkt: EcoSwing</i> .....	42
6.2.9	<i>Produkt: Kokossåpa + Chili</i> .....	43
6.2.10	<i>Produkt: L'Ecomix</i> .....	44
6.3	Täckningsresultat, Electrafan 12 och ryggspruta i växthus .....	44
6.3.1	<i>Electrafan 12 i fält</i> .....	46
6.3.2	<i>Ryggspruta i fält</i> .....	46
6.4	Resultat från fältförsök för bekämpning av vita flygare .....	49

7	DISKUSSION .....	52
7.1	Effekt .....	52
7.1.1	Resultat.....	52
7.1.2	Dos - Respons.....	52
7.1.3	Utvecklingsstadier.....	53
7.1.4	Fytotoxicitet.....	53
7.2	Teknik .....	54
7.2.1	Täckning och duschkvalitet .....	54
7.2.2	Nivå i plantan.....	55
7.2.3	Sprutor och spridare .....	55
7.2.4	Alternativ utrustning .....	57
7.3	Produkter.....	58
7.3.1	Verkan.....	58
7.3.2	Resistens.....	59
7.3.3	Naturliga fiender.....	59
7.3.4	Fler alternativa produkter.....	60
7.4	Metod.....	60
7.4.1	Mortalitet som parameter.....	60
7.4.2	Använd och alternativa metoder .....	60
8	SLUTSATSER OCH SLUTORD .....	62
9	TACK!.....	63
10	REFERENSER.....	64
10.1	Tryckta referenser .....	64
10.2	Internetreferenser .....	67
10.3	Personliga meddelanden .....	68

## 1 INLEDNING

Vita flygare, eller mjöllöss (fam. Aleyrodidae; Homoptera) är en grupp av skadegörare som påträffas i stora delar av världen och de olika arterna har ofta ett stort antal värdväxter. Det finns hundratals arter av vita flygare, men endast ett fåtal är skadeinsekter. Det är främst i varmare klimat och i växthus som de orsakar stor skada.

Vita flygare är den mest utbredda och svåraste skadegöraren i kassava *Manihot esculenta* i nästan alla tropiska och subtropiska zoner i världen. Förutom att föda sig rikligt av växtsaften, är vissa arter av vita flygare dessutom virusvektorer. I den nordliga delen av Sydamerika (Colombia, Ecuador och Venezuela) har man påträffat ett komplex av åtminstone tio arter av vita flygare i kassava. Dessa är *Aleurotrachelus socialis*, *Trialeurodes variabilis*, *Aleurothrixus aepim*, *Bemisia tuberculata*, *Bemisia tabaci*, *Trialeurodes abutiloneus*, *Aleurodicus dispersus*, *Paraleyrodes* sp., *Aleuronudus* sp. och *Tetraleurodes* sp. Av dessa har åtta påträffats i Colombia och av dem är *Aleurotrachelus socialis* den dominerande arten i kassava. Detta gäller även för Venezuela och Ecuador. Observerade skördebortfall stiger till 90 % vid långvariga angrepp som inletts på unga plantor (Bellotti, 2002). I Sverige finns problem med vita flygare *Trialeurodes vaporariorum* i växter som odlas i växthus; gurka, tomat, prydnadsväxter och julstjärneodlingar. Karantänsskadegöraren *Bemisia tabaci* bomullsbladlusen påträffas sporadiskt i julstjärna (SJV, www1).

I Colombias kassavaodlande distrikt bekämpas för närvarande vita flygare främst med syntetiska insektsmedel. I några områden har populationer av insekten utvecklat resistens och bekämpningen är således många gånger både överksam och mycket kostsam (CIAT, 2002). Globalt har man observerat över 250 fall av resistens hos populationer av vita flygare både i växthus och fältgrödor och fler än 540 insektsarter är resistenta efter användning av flera olikverkande syntetiska insekticider (IRAG, www; Vincent *et al.*, 2003). Användningen av syntetiska insektsmedel ger höga produktionskostnader och de löser ofta inte problemet med de vita flygarna utan har många gånger istället orsakat en uppförökning av andra skadeinsekter samt vållat problem hos både människan och naturlig fauna. Småbönder i utvecklingsländer är särskilt utsatta för skadeverkningarna av bekämpningsmedel i jordbruket. Bekämpningsmedel appliceras med ryggsprutor utan att använda skyddskläder, man fyller sprutorna ovarsamt, äter mat utan att tvätta händerna, etc. Sprututrustningen är ofta undermåliga och närmare 50 % av pesticiderna går förlorade p.g.a. oduglig applikationsteknik. Under de senaste femton åren har mängden aktiv substans i bekämpningsmedlen fördubblats och varje år förgiftas 400 000 människor enbart i Centralamerika av ogräsmedel, svamp- och insektsmedel flera miljoner förgiftas. Kemiföretagen lobbar mot regeringarna och marknadsföringen är mycket aggressiv (Friedrich, 2000; SR, www).

Alternativa insektsmedel utvecklas för att användas främst i ekologisk och integrerad produktion, men även för bekämpning av skadeinsekter i konventionell odling för att minska resistensuppkomst. Bland de alternativa bekämpningsmetoderna av skadeinsekter kan nämnas predatorer, parasitoider, nematoder, resistenta sorter samt botaniska-, biologiska- (svampar, bakterier), och fysikaliskt verkande medel.

## 2 PROBLEMFORMULERING

Detta examensarbete utformades med utgångspunkt i två olika situationer inom vilka det finns behov av lösningar på aktuella problem. Den ena området är behovet av att bekämpa skadeinsekten vita flygare (Homoptera) vilket är ett problem i många olika grödor i många av världens länder. I Colombia finns ansevärd problem med vita flygaren *Aleurotrachelus socialis* i kassavaodlingar och stora insatser krävs för att hitta hållbara bekämpningsmetoder av skadeinsekten, för att skydda skördarna, arbetarna och konsumenterna. Problemet med vita flygare i kassava har resulterat i att flera olika institutioner genomför forskning på alternativa bekämpningsmetoder. På det Internationella Centret för Tropiskt Lantbruk (CIAT) bedrivs projekt som syftar till att kunna förordna ett program för Integrerad produktion i vilket man undersöker biologiska- och fysikaliskt verkande insektsmedel, odlingstekniker, motståndskraftiga sorter, biologisk kontroll och ett rationellt användande av kemiska produkter. Detta examensarbete genomfördes inom ramen för nämnda program med målet att undersöka lågriskmedel med god förmåga att bekämpa skadliga populationer av vita flygare *Aleurotrachelus socialis* i kassava. *A. socialis* har sex utvecklingsstadier varav fyra är nymfer. De sista nymfstadierna har ett tjockt vaxlager på sin kutikula vilket gör att dessa stadier är mycket svåra att bekämpa med en fysikaliskt verkande produkt. Den största vikten måste därmed läggas på att bekämpa vuxna, ägg och de första nymfstadierna (Bellotti, 2002).

Det andra problemområdet rör fysikaliskt verkande insektsmedel. Appliceringstekniken för nämnda produkter är i dagsläget föga beskriven och det krävs mer kunskap för att uppnå en tillförlitlig och godtagbar bekämpningsnivå. På olika håll bedrivs forskning inom de två problemområdena och detta examensarbete strävar efter att sammanfoga dessa två för att skapa en gemensam lösning; en fungerande appliceringsteknik för ett effektivt fysikaliskt verkande insektsmedel mot vita flygare.

Det finns många goda exempel på fysikaliskt verkande insektsmedel för bekämpning av ett stort antal insekter i många grödor. Samtidigt har samma produkter i många fall visat ojämnt resultat och användningen har inte visat sig tillförlitlig eller garanterad. Det aktuella arbetet syftade till att studera de ojämheter som observerats vid användningen av fysikaliskt verkande insektsmedel. Antagandet var att en otillförlitlig, ojämn och otillräcklig appliceringsteknik kan vara *en* orsak till de variationer man har iakttagit. Ofullständiga rekommendationer angående volym och appliceringsteknik är vanlig för de nya fysikaliskt verkande insektsmedlen. Rekommendationer ges om att "tillförse en god täckning" och att "spruta till droppgränsen" men det saknas forskning i ämnet för många produkter och för många grödor. Det är nödvändigt att precisera appliceringstekniken för dessa insektsmedel vars verkan är via kontakt med insekten. En hög inträngning i bladverket är av största vikt så att produkten når målinsekten omedelbart och på så vis kan garantera kontakt mellan produkt och insekt. Täckningen av bladverkets undersida är en väsentlig parameter för att vita flygare i alla dess utvecklingsstadier nås (Puri *et al.*, 1994; Svensson, pers; Liu & Stansly, 2000).

Fysikaliskt verkande insektsmedel benämner jag de produkter som ej är syntetiska, utan baserade på naturligt förekommande ämnen (ex. såpor och oljor) och vars främsta effekt på insekterna är fysikalisk. Vid tillsats av andra aktiva ämnen såsom växtextrakt, vilka ger en avstötande, tillväxtstörande och förmodligen också toxisk effekt, förhöjs effekten ytterligare av de fysikaliskt verkande insektsmedlen och man utnyttjar därmed fler typer av verkningsmekanismer.

### 3 SYFTE

Syftet med examensarbetet var att skaffa kunskap om fysikaliskt verkande insektsmedel, med växtextrakt, för bekämpning av vita flygare *Aleurotrachelus socialis* i kassava *Manihot esculenta* och undersöka appliceringstekniker för nämnda produkter. Dessutom var de mer specifika målen att :

- Bedöma effekt av sex fysikaliskt verkande insektsmedel på ägg, första och andra nymfstadiet och på vuxna individer av *Aleurotrachelus socialis*.
- Avgöra appliceringsteknik för de fysikaliskt verkande insektsmedlen såsom volym, typ av spruta och spridare samt observera faktorer som påverkar effekten av produkterna såsom tryck och sprutteknik.
- Bedöma distributionen av insektsmedlen, täckning, spridning och inträngning i bladverket, i relation till använd vätskevolym.

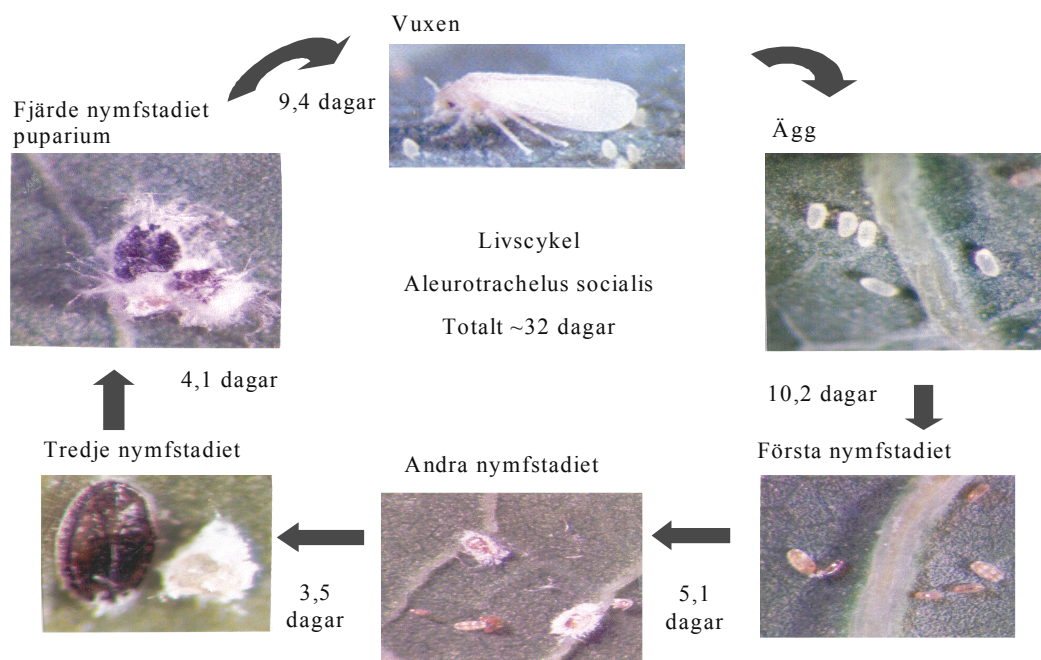
## 4 LITTERATURSTUDIE

### 4.1 Vita flygare

Vita flygare tillhör ordningen Homoptera, växtsugare och familjen Aleyrodidae. Man har funnit 1156 arter av vilka endast en handfull arter uppfattas som skadegörare. I tropikerna och i växthus är *Bemisia tabaci* och *Trialeurodes vaporariorum* de allvarligaste medan fem andra arter är viktiga skadegörare i specifika regioner. Däribland finns *Aleurotrachelus socialis* som endast har påträffats i norra Sydamerika; i Venezuela, Colombia och Ecuador och som där är en allvarlig skadegörare i kassava *Manihot esculenta*. De olika arterna av vita flygare har liknande biologi. Följande beskrivning gäller för *A. socialis* (Anderson, 2005).

#### 4.1.1 Livscykel: *Aleurotrachelus socialis* Bondar

*Aleurotrachelus socialis* liksom alla vita flygare har en hemimetabol utveckling, en ofullständig förvandling. Från ägg utvecklas *A. socialis* till nymf och från det fjärde nymfstadiet utvecklas den vuxna individen utan att passera ett puppstadium. Detta fjärde nymfstadium som även kallas puparium, liknar dock en puppa och de kan tyckas ha en holometabol utveckling. Under sin korta livscykel passerar den fyra nymfstadier från ägg till vuxen. Livscykeln är 30-45 dagar beroende på temperatur, relativ fuktighet och kassavasort. I följande text gäller tidsintervallen för  $28 \pm 1^\circ\text{C}$ , relativ luftfuktighet 70 % med den känsliga sorten CMC 40 i växthus. Den totala livscykeln tar då ca. 32 dagar (Arias, 1995) (Figur 1). Vid försök i fält med sorten Mcol 112, temperatur mellan 18-34°C och relativ fuktighet mellan 19-72 % var livscykeln 39 dagar (Bellotti & Vargas, 1986)



Figur 1. *Aleurotrachelus socialis* livscykel. (Arias, 1995)

Äggen är mycket små (längd 0,08 mm och diameter 0,035 mm) och placeras på bladens undersida. Varje individ av honkön lägger mellan 180 och 200 ägg. Under de första timmarna är äggen genomskinligt vita och därefter förändras färgen till gulbruna. På grund av den ringa



storleken kan äggen uppfattas som ett vitt pulver på bladet. Inkubationstiden för äggen är 10,2 dagar (Bellotti & Vargas, 1986; Arias, 1995).

Det första nymfstadiet är det enda nymfstadiet som är mobilt och benämns 'crawler' (krypare) eftersom nymfen rör sig sakta från ägget till en annan plats på samma blad. Där sätter den sig fast för att sedan stanna på denna plats under de följande nymfstadierna. Nymfen sätter sig fast i bladet med hjälp av den stickande - sugande mundelen genom vilken den suger växtsaft och på så sätt intar föda.

Nymfen är omkring 0,25 mm lång och oval och sitter platt på bladet. Färgen är genomskinligt gulaktig. Första nymfstadiet har tre par ben som är obetydligt utvecklade samt långa antenner. De har åtta par kännetecknande porer på kroppens ryggsida som sitter ihop med åtta bukkörtlar genom vilka de utsöndrar ett vitt vax. Från och med den andra dagen är de åtta synliga porerna ett kännetecken för denna art av vita flygare. I genomsnitt dröjer det 5,1 dagar för nymfen att utvecklas till andra nymfstadiet (Bellotti & Vargas 1986; Arias, 1995).

Då nymfen utvecklas till andra stadiet är den ordentligt fäst vid bladet. Nymfen mörknar och vaxet från första stadiet syns ovanpå ett nytt lager kutikula. Kroppen har nu mer kitin och är omgärdad med vitt vax utsöndrat från både laterala och dorsala porer. Efter 3,5 dagar går nymfen in i det tredje stadiet.

I och med att nymfen övergår i tredje stadiet mörknar kroppen alltmer mot brunsvart och det vita vaxlagret blir än rikligare. Efter 4,1 dagar övergår nymfen till det sista stadiet, det fjärde stadiet som också kallas puparium eftersom nymfen utvecklas inne i kutikulan, det är en ofullständig utveckling. Den synliga förändringen i fjärde nymfstadiet är dock mycket liten; nymfen mörknar ytterligare och sekretionen minskar något, organ som t.ex. ögon börjar utvecklas och storleken ökar. Det fjärde stadiet varar 9,4 dagar (Arias, 1995).

Den vuxna individen kläcks genom en T- formad öppning som syns på framkanten av pupariets översida. De vuxna individerna uppnår en längd av två till tre millimeter. De flyger mellan plantorna och från fält till fält. De har ben och utvecklade antenner och kroppen är täckt av vitt vax (Bellotti & Vargas, 1986). Färgen är matt och vitaktig. Vingarna har 3-4 vener, är fullständigt bleka eller med bruna eller gråbruna fläckar. Kroppen är täckt med minimala taggar. Antennerna har sju segment och är långsträckta liksom mundelen som är utvecklad för att perforera och suga från växtvävnaden (USDA, www). Honan är större och långsammare medan hanen är något mindre och mer rörlig (Bellotti & Vargas, 1986).

De vuxna individerna rör sig från bladen där de kläcks till det mer aptitliga toppskottet där de intar växtsaft som föda. På undersidan av de yngsta bladen lägger de också sina ägg. Honan väljer ett friskt ljusgrönt blad för att garantera att ägg och nymf kommer att kunna utvecklas på bladet under de ca. 39 dagar som passerar till nästa generations tillblivelse. Allteftersom plantan växer "flyttas individerna längre ned" d.v.s. ägg och vuxna hittas i toppskotten, nymfer i de mittersta partierna och puparier i de undre delarna av plantan. Beroende på antal inflygningar kan de olika stadierna även komma att blandas på bladen (Arias, pers; Holguín, pers; Perez, pers).

#### **4.1.2 Skador i kassava**

Kassava är en gröda som generellt sett inte angrips av många skadeinsekter, beroende på dess höga cyanidinhåll. Stora monokulturer utgör dock ett högt selektionstryck på växtätande insekter och många populationer har utvecklat en hög tålighet mot syran (CAD, www; Bellotti *et al.*, 2002).

*A. socialis* har kunnat utvecklas till en växtskadegörare beroende på dess beteende och uppbyggnad. Dess relativt korta livscykel, höga förökningstakt (ca. 200 ägg/hona) och utvecklade flygförmåga ger den förutsättningar att bli en skadegörare. Därutöver har *A. socialis* ett tjockt vaxlager på epikutikulan. Epikutikulan består av tre lager, kutikulinsikt, vaxskikt och cementskikt. Förutom detta har *A. socialis* ett tjockt vaxlager, speciellt i de senare nymfstadierna, vilket gör den svår att bekämpa med både kemiska, biologiska och fysikaliskt verkande medel (Holguín, 2001; Petterson, 1989).

*A. socialis* orsakar både direkt och indirekt skada. Den direkta skadan är en följd av att både vuxna individer och nymfer livnär sig på växtsaften från floemet och på så sätt suger näring ur plantan. Då de vuxna individerna suger ur växten antar bladen en gulaktig färg och bladen böjer in sig, skrynklar sig och rullar så småningom ihop sig. Nymferna förorsakar klorotiska fläckar på bladen. Minskad näring i plantan minskar rotskörden och inverkar dessutom på möjligheten att använda stammarna som utsädesmaterial. Kassava planteras med ca. 30 cm långa stamdelar (CAD, www; Bellotti, 2005). De skördeminskningar som uppmäts är relaterade till angreppets längd, efter 1, 6 och 11 månader minskade rotskörden med 5, 42, 79 %. Andra försök har visat skördebortfall efter angrepp under 11 månader med 90 % (Bellotti & Vargas, 1986)

Indirekta skadorna avser det svampangrepp som är relaterat till vita flygare. Det söta sekret, honungsdagg, som både nymfer och vuxna individer avsöndrar gynnar tillväxt av ett komplex av sotdaggsvampar utav vilka *Capnodium* sp. är rikligast. Svampen kan täcka hela bladöversidan och på så vis inhibera fotosyntesen och därmed tillväxten av kassavan (Figur 2) (Bellotti & Vargas, 1986; SJV, www1).



**Figur 2.** Kassavaplanta med synligt mörkare blad på det undre bladverket orsakat av sotdaggsvampar

Indirekta skador i form av virus spridning är för närvarande inte dokumenterade med säkerhet för *A. socialis*. Man har trott att *A. socialis* spridit sjukdomen ”frog skin” (cuero de sapo) men man är ännu inte säker på virusvektor (Holguín, pers). När det gäller virus spridning är *B. tabaci* en allvarlig virusvektor av flera olika växt-begomovirus (Geminiviridae: Begomovirus) och dessa vita flygarvirus (WTS, whitefly transmitted viruses) är bland de mest destruktiva virusinfektionerna och orsakar ofta totalt skördebortfall. De mest utbredda virusen är afrikansk- och östafrikansk cassava mosaic virus som tillsammans påträffas i alla Afrikanska länder som odlar kassava. I Latinamerika orsakar *B. tabaci* spridning av Bean golden mosaic virus (BGMV) och Bean golden yellow mosaic virus (BGYMV) i tomat vilket ger både stora skörde- och ekonomiska bortfall. I bönor sprider *T. vaporariorum* BGYMV vilket 1994 var den största biotiska faktorn som förhindrade bönproduktion i Latinamerika (Anderson, 2005). Hittills har kassava varit befriad från dessa virus men i nyligen genomförda studier visade sig *Bemisia tabaci*, biotyp B, kunna anpassa sig och föröka sig på kassavaplantor. Man oroar sig nu för dess eventuella kapacitet att sprida ACMV i Latinamerika. Man vet att de sorter av kassava man använder är mottagliga för viruset (Carabalí *et al.*, 2005a, 2005b).

### 4.1.3 Bekämpning av vita flygare

För att förhindra och bekämpa angrepp av vita flygare används många olika metoder; odlingsteknisk kontroll, biologisk kontroll, resistent sorter och bekämpning med syntetiska-, biologiska-, och fysikaliskt verkande insektsmedel.

Kassava *Manihot esculenta* tillhör familjen Euphorbiaceae och är en semi-annuell gröda som har en växtperiod på åtta till arton månader beroende på sort och odlingsförutsättningar. Traditionellt har kassava samodlats med andra grödor såsom ärtväxten caupí/cowpea *Vigna unguiculata* och majs *Zea mays* (CAD, www; Moreno, 1992). Man har vid samodling både med majs och *V. unguiculata* sett lägre populationer av *Aleurotrachelus socialis* och *Trialeurodes variabilis* i jämförelse med kassava i monokultur. Kassava i samodling är mindre starkväxande än i monokultur vilket bidrar till att minska angreppen vid samodling eftersom populationer av vita flygare påverkas av tillgång av näring och yta. Samodling cowpea/kassava gav lägre äggläggning av *A. socialis* än majs/kassava med 69 % lägre än kassava i monokultur medan i majs/kassava observerades 54 % färre ägg än i monokultur. Skördebortfallet stod i försöket i relation till densiteten av vita flygare per blad. Med cowpea/kassava var skördebortfallet 18 % medan skördebortfallet var 58-65 % i andra försöksled, däribland monokultur (Gold, 1990).

I den västra delen av Colombia, i området Valle del Cauca gjordes nyligen en enkätundersökning om användningen av bekämpningsmetoder för vita flygare i kassava. Undersökningen visade att 60 % av lantbrukarna använde kemiska produkter, 10 % använde 'alternativ bekämpning' och 30 % utövade ingen bekämpning alls. Bland de kemiska produkter som användes fanns dimetoat, malation och cypermetrin. Bland de alternativa nämndes bensin, hypoklorit, matlagningsolja och kokossåpa (Holguín, 2001). De insektsmedel som används mest i hela Colombia innehåller de aktiva ingredienserna: imidakropid, tiametoxam och cypermetrin (Aleán *et al.*, 2004). Användningen av kemiska insekticider för bekämpning av *A. socialis* anses vara överdimensionerad (CAD, 2003; Holguín 2001).

Till odlingstekniska kontrollmetoder för växtskadegöraren inräknas tidpunkten för sådd. Genom att planera sådden till regnperiodens början minskar regnen populationerna av vita flygare, vilket skyddar plantorna från angrepp under de mest känsliga första månaderna. Kassava kan i Colombia sättas under större delen av året bl.a. tack vare dess tolerans mot torka (Arias 1995).

Forskning pågår inom flera områden av biologisk kontroll t.ex. med predatorer, parasitoider och mikroorganismer för att hitta nya bekämpningsmetoder. Av dessa har framförallt patogena svampar blivit rapporterade som möjliga att användas mot Aleyrodidae, tack vare förmågan att tränga in i kutikulan. De svampar som visat god effekt är främst *Verticillium lecani*, *Metarhizium anisoplae*, *Paecilomyces* och *Beauveria basiana* (Aleán *et al.*, 2004; CAD, www). Fortfarande står forskningen om användbara naturliga fiender i identifikationsfasen och de i litteraturen registrerade parasitoiderna används för närvarande inte i stor skala i kassavaodling. Likväl känner man till att steklar som *Encarsia* och *Eretmocerus* (Hymenoptera: Aphelinidae) och *Amitus* (Hymenoptera: Platygasteridae) ofta är associerade till vita flygarna *A. socialis*, *T. tuberculata* och *T. variabilis* (Castillo, 1996) liksom predatorerna *Chrysopa* sp, *Delphastus pusillus* och *Delphastus* sp. (Lopez-Ávila *et al.*, 2001; Trujillo *et al.*, 2004).

I Sverige sker bekämpning av vita flygare *Trialeurodes vaporariorum* med insättning av parasitstekeln *Eretmocerus mundos*, parasitoiden *Encarsia formosa* och de biologiska medlen BotaniGard (*Beuveriana bassiana*) och Preferal (*Paecilomyces fumosoroseus*). Det fysikaliskt verkande medlet Bio-Dux (kaliumoleat) används också. Bland övriga produkter

som används nämns Bionim (azadiraktin), Confidor (imidacloprid), Mesurol 500 SC (merkaptodimetur), Admiral (pyriproxyfen) och cypermetrin (SJV, www2; KEMI, www).

På CIAT har man genomfört forskning som syftar till att minska och förbättra användningen av syntetiska insekticider mot vita flygare i kassava. Man har även gjort försök med alternativa produkter såsom vegetabilisk olja, nim, naturliga terpentener och citronellaolja *Cymbopogon nardus*. Dessa försök visade en god kontroll vid låga populationsnivåer och i områden där odlingsarealen av kassava var liten (Holguín, Bellotti, 2004).

Man har även på CIAT under 15 år utvärderat kassavasorters resistens mot vita flygare och nyligen togs sorten 'Nataima' fram för lantbrukare i provinserna Cauca och Valle del Cauca (sydvästra Colombia). Sorten har en hög resistensgrad mot vita flygare.

En annan metod är att fysiskt suga bort vita flygare från plantorna. Vid ett försök med arten *Bemisia tabaci* i melon visades en minskning av populationen med 61 % (Vincent *et al.*, 2003). Denna metod är i de oftast mer extensiva kassavaodlingarna inte tänkbar.

## 4.2 Appliceringsteknik

Sedan 1800-talet har grödor besprutats för bekämpning av skadeinsekter och sjukdomar. Utrustningen för besprutningen har principiellt sett varit oförändrad sedan dess, sprutvätska med pesticiden finns i en behållare och tillsammans med en pump, ett stag och en spridare bildar det sprutredskapet. Den första utrustningen pumpades för hand och därefter har halv- eller helautomatiska fot-, motor- och elektriskt drivna pumpar utvecklats. Trots en stor mängd utrustning har appliceringsteknik inte fått så stor vikt vid besprutningen. Större vikt har lagts vid produkternas verkan. I försök har man observerat att vid användningen av insekticider mot bladlöss träffade mindre än 0,03 % av sprutvätskan skadeinsekterna (Vincent *et al.*, 2003) och vid applicering mot flyghavre *Avena fatua* i vete nådde endast 6 % ogräset medan 80 % träffade marken (Friessleben, pers).

Skillnad i toxicitet och verkningsätt av en pesticid avgör appliceringsmetoden men även vikten av appliceringstekniken. För fysikaliskt verkande insektsmedel får appliceringstekniken större betydelse än för systemiskt verkande pesticider (Galo, pers; Svensson, pers).

Majoriteten av Colombias kassavaodlande bönder har i dagsläget inte ekonomiskt utrymme att använda alltför högteknologisk utrustning. Bekämpning av vita flygare i kassava måste ske med relativt billig utrustning (Bellotti, 2002). I dagsläget används handpumpade rygg-sprutor och i undantagsfall motordrivna sådana. I kommande avsnitt följer en överblick över principerna för täckning och duschkvalitet inom appliceringstekniken samt en beskrivning av den utrustning som i detta försök har prövats för att utveckla appliceringstekniken hos de colombianska kassavaodlande bönderna.

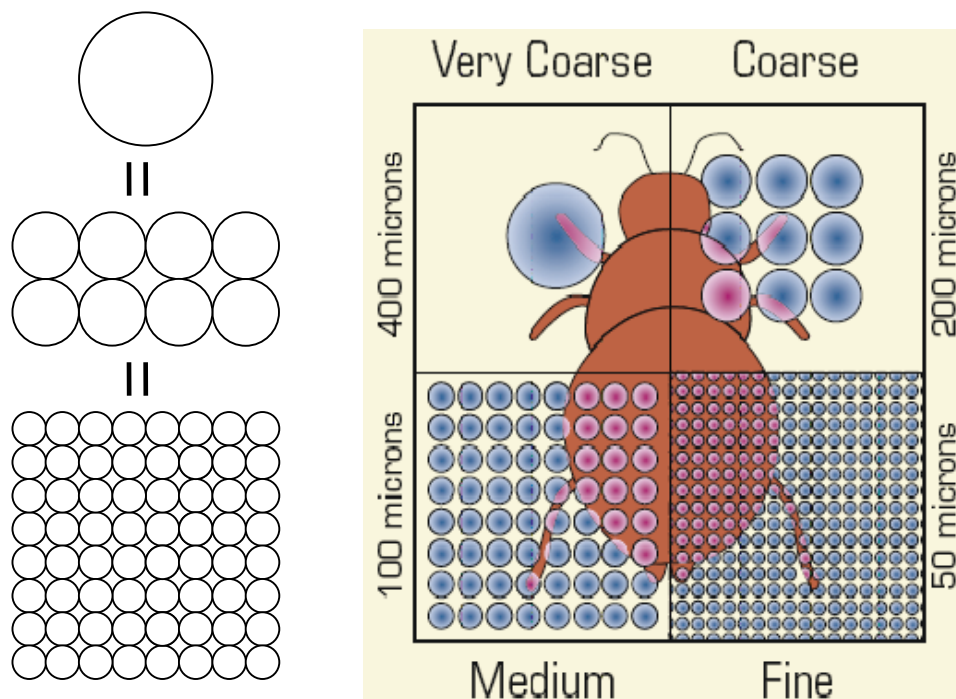
### 4.2.1 Täckning

Även om kontaktverkande insekticider generellt kräver en hög täckningsgrad för att ge effekt är det rimligt att fysikaliskt verkande medel kräver ännu högre täckningsgrad än de toxiska. Det krävs att en stor del av insekten täcks för att den önskade effekten skall uppnås. Det behövs därmed att de delar av plantan där insekternas känsliga stadier befinner sig täckes väl och att produkterna når insekten i så stor mängd att populationen bekämpas. För fysikaliskt verkande insektsmedel vill man maximera densiteten och spridningen för att optimera den potentiella kontaktytan mot målinsekten. Eftersom produkterna har begränsad långtidsverkan blir täckningsgraden extra betydelsefull. För att t.ex. andningsvägarna skall täckas på

insekten kan förmodas att det inte är tillräckligt med 'små stänk' av produkten, utan betydligt större täckning krävs. Den täckning som eftersträvas, avgörs av insektens storlek, produktens verkningsmekanism och antalet skadeinsekter per blad. Täckningsgraden är ett mått, angiven i procent, på hur stor andel av den totala målytan/växtytan som täcks av sprutvätskan och påverkas av mängden och storleken på dropparna i duschen (Brandt & Bengtsson, 1990). Både ansättning och täckningsgraden ökar med ökande vätskemängd upp till en viss nivå där retentionen av dropparna minskar och avrinningen ökar (Hagenvall, 1997). Beroende på täckningsbehovet, är den maximala sprutvolymen oftast nådd precis innan dropparna börjar glida av bladet. Hur stora dropparna kan bli innan de glider av beror på hur mycket bladet lutar och kontaktvinkeln mellan vätska, luft och blad (Shaw, 2000). För produkter som kräver en hög täckningsgrad rekommenderas mycket fina droppar (se nedan).

#### 4.2.2 Fin duschkvalitet ökar täckning

Dropparnas genomsnittliga storlek är avgörande för täckningen av en yta. Genom att minska dropparnas storlek är det möjligt att reducera mängden vätska och samtidigt uppnå god täckning. Vid en bestämd mängd vätska kan små droppar täcka en större area än samma mängd med stora droppar (Figur 3). Genom att halvera droppdiametern kan täckningen fördubblas (Hagenvall, 1997; Matthews, 2000). Ju mindre droppstorlek, desto fler får rum på samma yta.



**Figur 3.** Relationen mellan droppstorlek och vätskemängd. Varje grupp av droppar innehåller totalt samma mängd vätska (efter Matthews, 2000; Hardi, 2003)

Alla droppar i en sprutdusch inte lika stora utan droppstorlek anges utifrån ett karaktäristiskt mått, VMD (Volym median diameter). Detta mått baseras på den storlek där halva vätskemängden finns i mindre droppar och hälften i större. Utifrån detta klassindelas och benämns duschkvaliteterna enligt tabell 1. (Matthews, 2000). Droppstorlek redovisas i mikrometer,  $\mu\text{m}$  ( $1\mu\text{m} = 0.001\text{mm}$ ).

**Tabell 1.** Benämning av duschkvalitet i relation till VMD

<b>Benämning</b>	<b>VMD (<math>\mu\text{m}</math>)</b>
Mycket fin	$\leq 50 \mu\text{m}$
Fin	50 – 100 $\mu\text{m}$
Medium	100 – 200 $\mu\text{m}$
Grov	200 - 400 $\mu\text{m}$
Mycket grov	$> 400 \mu\text{m}$

Man har i flera försök påvisat att en fin duschkvalitet har bättre effekt på växtskadegörare än stora droppar och en ökad likformighet av dropparna kan eventuellt öka effekten (Bateman, www1). Adams *et al.* (1991) omtalar att nymfer av vita flygare *Trialeurodes vaporariorum* som besprutats med droppstorleken 20 $\mu\text{m}$  uppvisade en högre mortalitet än de som besprutats med samma medel, än med 78  $\mu\text{m}$  stora droppar.

Vätskedroppars storlek avgörs av flera parametrar. De viktigaste parametrarna är typ av spridare och trycket. De vanligaste spridarna är hydrauliska som bildar droppar genom vätsketrycket. Roterande spridare bildar droppar genom vätskan slungas ut från en roterande skiva. Den sistnämnda bildar generellt en mycket fin duschkvalitet med smalt droppstorleksspektra. Samma spridare kan bilda olika duschkvaliteter beroende på trycket. Ökat tryck minskar VMD samtidigt som det ökar flödet. För att fördubbla flödet krävs det att trycket fyrdubblas. Genom att öka trycket ökar också duschens toppvinkel. Vätskans viskositet inverkar också på toppvinkeln; högre viskositet ger mindre vinkel (Micron, www; TeeJet, www).

Grov duschkvalitet används främst då risken för vindavdrift är stor. Fördelarna med grov duschkvalitet är den lägre evaporationen som i varmt och blåsig klimat kan vara besvärande hög (Brandt & Bengtsson, 1990; Matthews, 2000). Livslängden för en fin droppe är mycket kortare än för en grov (Friessleben, pers). Evaporationen ökar med mindre droppar pga. den ökade ytan mot luften. En 50  $\mu\text{m}$  droppe har en livslängd som är mer än tre gånger så lång vid 20°C som vid 30°C vid samtidig minskning av luftfuktigheten från 80- 50 % (Matthews, 2000)

**Tabell 2.** Droppars livstid i relation till droppstorlek och temperatur (Matthews, 2000)

<b>Initial droppstorlek (<math>\mu\text{m}</math>)</b>	<b>Livstid (sekunder)</b>	
	<b>20°C, <math>\Delta T^*</math> 2.2°C, RH 80%</b>	<b>30°C, <math>\Delta T^*</math> 7.7°C, RH 50%</b>
50	14	4
100	57	16
200	227	65

\*  $\Delta T$  är skillnaden i temperatur mellan våt och torr termometer

### 4.2.3 Retention och penetration i plantbeståndet

Genom att använda grov droppstorlek riskeras att förlora ansevära mängder medel eftersom stora droppar har en låg retentionen på bladen. Retentionen av vätska på blad är den mängd vätska som stannar på bladen, vad som varken rinner av eller försvinner med vindavdriften. Då en droppe når sitt mål kommer den antingen att stanna, rinna av eller delas till fler droppar. Små droppar stannar oftast på bladet medan för stora droppar beror retentionen mer av hastigheten, bladets yta och vätskans egenskaper. Är dropparna stora och har låg rörelseenergi riskeras att de inte når fram till objektet utan faller hastigt till marken. Likadant sker det om många små droppar hamnar på bladverket och slås samman, de blir då för stora för att hålla sig kvar på bladet och glider av. Med konventionella munstycken splittras oftast de stora dropparna, över 400 µm, vid den första bladkontakten och faller nedåt (Brandt & Bengtsson, 1990; Hardi, 2003).

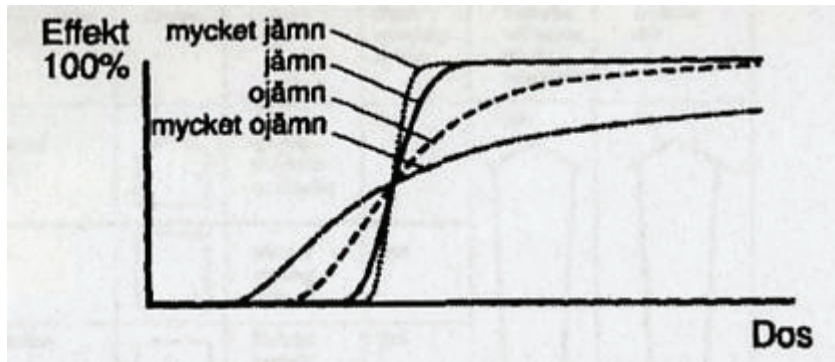
Vätskans egenskaper påverkar alltså vätskans häftegenskaper dvs. produkternas sammansättning avgör dropparnas ytspänning vilket i sin tur avgör droppens avsättning på bladet. Små droppar av en produkt med hög ytspänning kan ge lika god avsättning som stora droppar med en låg ytspänning. Inblandning av såpa i blandningarna minskar ytspänningen medan olja ger en högre ytspänning, men samtidigt en stabilare droppe. Olika duschkvalitet rekommenderas därför utifrån pesticidens sammansättning för att uppnå önskad täckning. För insekticider och fungicider rekommenderar Bateman (www3) mindre droppstorlek:

- Oljebaserade: 50 - 100 µm
- Vattenbaserade: 70 - 150 µm
- Flygande insekter: < 50 µm

Penetrationen av produkten i plantan ökar generellt med ökad droppstorlek och hög relativ hastighet mot objektet. Med större droppstorlek och om dropparna har högre rörelseenergi täcks bladen bättre än med små droppar och låg rörelseenergi. Stora droppar bibehåller sin rörelseenergi längre och tränger därför bättre in i ett tätt bestånd (Shaw, 2000; Friessleben, pers).

### 4.2.4 Dos – respons

Jämnheten i spridningen kan bedömas med en dosresponskurva (Figur 4) vilket visar relationen mellan dos och effekt. Vid en jämn spridning av bekämpningsmedel med olika doser fås normalt en kurva som visar att en låg dos inte ger effekt men effekten ökar kraftigt till nära 100 % mortalitet vid rekommenderad dos. Därefter ger ytterligare en liten höjning av dosen en 100 % effekt. Ojämn spridning betyder att vid besprutning av doser högre än den rekommenderade, sprids inte produkten tillräckligt på bladet/plantan/fältet utan lämnar områden obesprutade och en del skadegörare får inte tillräcklig mängd för effekt. Vid mycket ojämn spridning (utplanad kurva) når effekten aldrig upp till 100 % effekt trots hög dos (Hagenvall, 1997).



Figur 4: Dos – Responskurva (Hagenvall, 1997)

Respons eller effekt likställs i dessa resonemang med biologisk effekt, dödlighet och mortalitet. I mitt arbete använder jag dock ej termerna effekt och biologisk effekt som likvärdigt mortalitet utan beskriver biologisk effekt som något annat (se kapitlet om fysikaliskt verkande insektsmedel)

#### 4.2.5 Sprutor

Bland de sprutor som finns tillgängliga i handeln märks lantbrukssprutor, fläktsprutor, ryggsprutor, handsprutor, "ULV"-sprutor, flygbesprutning, dimningsutrustning, etc. Av dessa är endast några lämpliga för bekämpning av vita flygare i kassava, utav vilka ett par beskrivs i följande avsnitt.

Beroende på vilka stadier som bäst bekämpas av produkten måste appliceringen ske i de nivåer i plantan där stadiet befinner sig. Vuxna och ägg av vita flygare besprutas främst i toppskottet medan nymfer i tidiga stadier påträffas i de övre till mellersta delarna. Insekterna befinner sig på undersidan av bladen och det krävs att munstycket riktas *uppåt* vid appliceringen. Metoden för de flesta grödorna i Sverige, att spruta på grödan ovanifrån med traditionell lantbrukssprutbom, är därför inte lämpligt i kassava. De beskrivna sprutorna nedan kan anses vara lämpliga för bekämpning av vita flygare. De sprutor som jämfördes i fältförsöken var en ryggspruta och en roterande spridare.

Lantbrukare i många utvecklingsländer har ofta små ekonomiska tillgångar. Detta gör att det oattraktivt att utveckla appliceringsutrustning exklusivt för tropiska grödor, vilket försvårar förbättrandet av kvalitet och säkerhet av utrustningen (Friedrich, 2000)

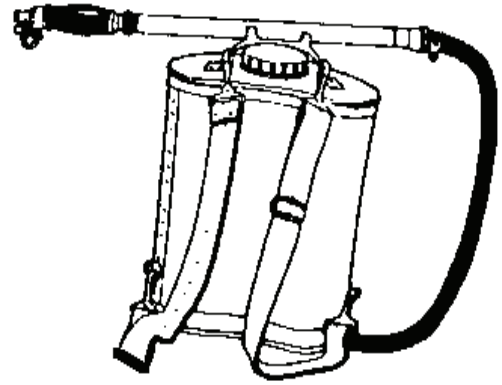
##### *Ryggsprutor*

Ryggsprutor är enkla hydrauliska sprutor med en kapacitet på 10-25 liter. Hydrauliska sprutor används i många små lantbruk i världen. De finns utformade antingen som handburna sprutor, ryggsprutor, kompressorsprutor och traktormonterade. Man har även utvecklat ryggsprutor med en lång sprutlans som bärs på ryggen med flera par uppåtriktade spridare. Dessa har utvecklats bl.a. för bekämpning av vita flygare i bomull för små lantbruk i östra Afrika (Bateman, www2).

Ryggsprutor består av en tank och en sidoplacerad arm med vilken man pumpar upp ett tryck i tryckkammaren som antingen sitter utanpå eller inne i spruttanken. De har en sprutlans som antingen riktas uppåt eller nedåt i bladverket. Sprutorna har normalt ett tryck på 0,3–0,7 MPa (43-101 PSI) beroende på pump (Figur 5).



De ryggsprutor som användes i fältförsöket var försedda med kolvpumpar med ett tämligen stabilt tryck på 0,6 MPa (90 PSI). Besprutning med en ryggspruta ställer stora krav på användaren som bör ha en jämn gånghastighet men sprutan ger samtidigt möjlighet att bespruta enskilda plantor och uppnå god precision. Sprutorna är utrustade med en sil vilken ofta är otillräcklig och det behövs även sil i spridaren

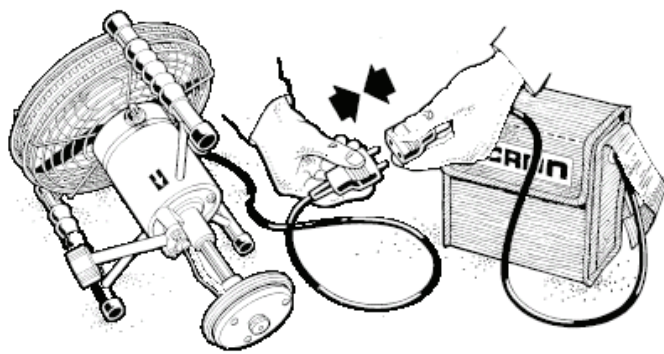


*Figur 5. Ryggspruta, liknande de som användes i försöket.*

### *Rotationsspridare*

För småskalig odling har det utvecklats elektriska rotationsspridare. De sprider en mycket liten vätskemängd per hektar och dropparna bildas genom att vätska leds ned till en roterande tandad skiva, delar sig och slungas ut. Sprutan saknar normalt pump och sprutvätskan rinner ned till den roterande skivan av gravitationskraften. Storleken på dropparna från roterande spridare är oftast mer likformiga än för hydrauliska spridare och den alstrar mycket fina droppar. Storleken på dropparna är beroende av rotationshastigheten, vätskemängden och roterande skivan. Flödet per minut kan förändras genom olika ”påfyllningsrör” i olika diametrar som leder vätskan till skivan. Med de enklaste rotationsspridarna appliceras produkterna ovanifrån och spridningen sker delvis med vinden (Bateman, www2). Nackdelarna med en roterande spridare är enligt Hagenvall (1997) risken för avdrift, ojämn vätskefördelning, för få droppar per ytenhet och dålig nedträngning i bladverket. Roterande spridare med motordriven fläkt har större inträngningsförmåga och valdes därför att undersöka i försöken.

Den roterande spridaren som användes i försöken var en bärbar spruta tillverkad av Micron Sprayer Ltd (modell: Electrafan 12) med en roterande platta och en motordriven fläkt (Figur 6). Den drivs av ett 12 volt batteri och kan arbeta ca. 1,5 timmar innan den måste laddas. Med hjälp av en fläkt förs dropparna fram till målet från den roterande skivan. Electrafan 12 är främst konstruerad för applicering av insekts- och ogräsmedel i växthus och odlingstunnlar samt för insektsbekämpning i djurbesättningar och för vaccinering av fågel. Electrafan 12 är av typen ”Ultra Low Volume” (ULV) och är lämpligast för vätskemängder mellan 20 och 40 l/ha. I gengäld används en högre koncentration av bekämpningsmedlet. I sprutans manual rekommenderas ca. 5 gånger högre koncentration än för hydrauliska spridare. Batteriet bärs i en väska över axeln, medan sprutan bärs med båda händerna framför kroppen. Sprutans tyngd är 9,85 kg. Till spridaren hör en enliters flaska för sprutvätskan.



Figur 6. Roterande spridare: Electrafan 12 och användning av densamma i växthus

På den i försöket använda Electrafan 12 kunde rotationshastigheten inte förändras men andra påfyllnadsrör är möjliga att användas. Flödet per minut var med originalröret 55 ml/min med vatten och 40 ml/min med olja som har högre viskositet. Rör finns för flöden från 30 till 110 ml per minut, vilket ger droppstorlekar från 60 till 70  $\mu\text{m}$ . Fläkten når enligt tillverkaren ett avstånd av 3 till 5 meter (Micron, www).

#### 4.2.6 Spridare

Med hydrauliska sprutor bildas sprutduschen genom att vätska pressas genom en spridare. Den potentiella vätskeenergin delar upp vätskan i mindre delar, droppar. Det finns flera olika typer av spridare med olika spridningsbild, virvelkammarspridare (konformad dusch) och spaltspridare (flat dusch). Munstycken som ger konformad spridningsbild rekommenderas då penetrationen är viktig. Hålförmad kon som ger avsättning i konens ytterkant, rekommenderad för låga volymer och full kon rekommenderas för större volymer. Munstycken med konformad duschbild ger oftast fler finare droppar än ett munstycke med flat duschbild (ABE, www; Hardi, 2003). Enligt Hagenvall (1997) bildar spaltspridare en flat, ellipsformad spridningsbild och ger generellt relativt stora droppar vid lågt tryck och kan användas vid 0,15-1,5 MPa. Virvelkammarspridare ger hålförmad spridningsbild, bildar droppar av varierande storlekar, ger en ojämn spridningsbild och används vid trycken 0,25-1,5 MPa (Hardi, www).



Hålförmad kon



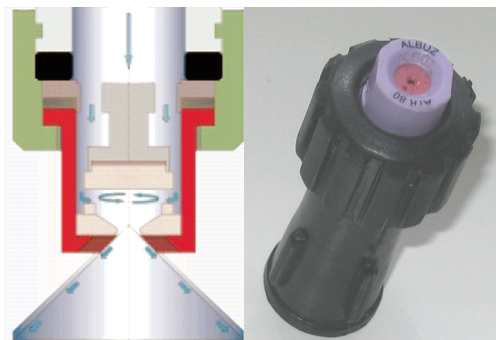
Full kon

Skillnaden mellan spridarna gäller även materialet vilket i sin tur påverkar hållbarheten. Den vanligaste spridaren är tillverkad i mässing vilket är känsligt för både mekaniska påverkan och korrosion. Mässing är det material som slits mest och detta påverkar både flödes- och spridningsbild. Med tiden ökar flödet på grund av att de slits av suspensioner, syra- eller

basiska lösningar och flytande växtnäring (Hagenvall, 1997). Försök har visat att mässings-spridare ökade flödet med 49-63 % efter 300 timmars användning av en suspension av kopparoxiklorid. I samma försök ökade flödet i spridare av rostfritt stål, keramik och plast endast med 0-9 % efter samma tid (Matthews, 2000). Vid förslitningsförsök vid institutionen för lantbruksteknik vid SLU visades att keramikmunstycken bäst bibehåller sin spridningsbild samt att keramik och plast bibehåller flödesbilden bäst. Munstycken i plast kan i vissa fall vara mer tåliga än munstycken i metall, men är hela spridaren i plast är den mindre tålig än en metallspridare. Plast visade sig bibehålla flödet per minut mycket jämn vid lång användning. Plastspridare av hög kvalitet klarar slitage från suspension och flytande växtnäring men är mer känsliga för mekanisk åverkan (Hagenvall, 1997). Enligt Hardi (www) har munstycken av rostfritt stål 30 % längre livslängd än mässing. Rostfritt stål och plast skiljde sig inte mycket åt i förslitningsförsöket och rostfritt stål behöll dock spridningsjämnheten bättre (Hagenvall, 1997). Tryck, sprutvätskans egenskaper, frekvens och varsamheten med vilka de används är också avgörande för hållbarheten.

I den colombianska handeln kan man inköpa en varierande mängd spridare. Det vanligaste är att man använder duschkvalitet "medium" (Hamann, pers). I detta arbete användes de vanligast förekommande spridarna med egenskaper för att bilda fin duschkvalitet. Tillsammans med försäljare av spridare samt ett par lantbruksrådgivare i provinsen Valle del Cauca, Colombia rådgjordes för att besluta om vilka spridare som kunde användas i försöken. De spridare som provades var: Albuz ATR (storlek: lila) Goizper HC50/0.2/3, TX-SSX 3 och den konventionella spridaren. Man skulle även ha kunnat undersöka munstycken av modellerna TX 3 och TX 4 som även dessa säljs, om än i liten utsträckning, för fysikaliskt verkande insektsmedel (Com Insucampo, pers). I kassavaodlingar i Colombia används främst ryggspruta med ett konventionellt munstycke. Nedan följer en beskrivning av de olika spridarna.

Albuz ATR (storlek: lila) är keramik infattat i plast. Materialet är slitstarkt. Albuz är en virvelkammerspridare som ger en hålförmad konisk sprutbild. Man rekommenderar tryck mellan 0.3 och 2.5 MPa. Med ett tryck på 0,5 MPa (70 PSI) blir duschens toppvinkel 80° (Albuz, www) (Figur 7).



**Figur 7:** Munstycket Albuz ATR (storlek: lila), uppbyggnad.

Munstycket Goizper HC50/0.2/3 är tillverkat av det spanska företaget Goizper. HC indikerar att det är en hålförmad kon och 50/0.2/3 betyder att duschens toppvinkel är 50°, flödet är 0,2 l/min vid 3 bars (0,3 MPa) tryck. Spridaren rekommenderas för applicering med total täckning. Munstycket är tillverkat i termoplasten polyacetal som enligt tillverkarna är bättre än mässing och nylon. Dess beräknade livslängd är 400 arbetstimmar (Peñagarikano, pers)



**Figur 9.** Munstycket Goizper HC50/0,2/3

Munstycket TX-SSX 3 är gjort i rostfritt stål och har en fin duschkvalitet med en fylld kon (Figur 9). Spridaren har ett flöde mellan 196-332 ml/min vid tryck mellan 0,3-1,0 MPa. Vid trycket 0,6 MPa (90 PSI) är flödet vara 266 ml/min (TeeJet, www).



*Figur 9. Munstycket TX-SSX 3*

Det konventionella munstycket är av mässing och bildar en ihålig kon. (Figur 10) Duschkvaliteten varierar mellan 200-350 µm dvs. grov duschkvalitet.



*Figur 10 Konventionellt munstycke*

Albuz ATR (storlek: lila), Goizper HC50/0.2/3 och TX-SSX 3 är munstycken som rekommenderas för insekticider. De har en konformad spridningsbild vilket skapar mer turbulens i jämförelse med t.ex. spaltspridare som i Colombia främst används för ogräsbesprutning (Com Insucampo, pers). I Sverige är spaltspridaren den vanligast förekommande i allt växtskyddsarbete med lantbruksspruta (Hagenvall, 1997).

#### **4.2.7 Vatten, Volym och kvalitet**

Kassava har en hög tillväxt och förändras starkt under växtsäsongen. Det är därför svårt att på ett enkelt sätt ge rekommendationer om vätskemängd (l/ha). Den mängd som är gängse vid besprutning av kassava är mellan 200 och 600 liter per hektar.

Växtskyddsmedel baserade på såpor kräver att man använder ett mjukt vatten på grund av att kalcium, magnesium och järn reagerar med såpans fettsyror och det bildas fällningar, s.k. Kalktvål (SJV, 2005).

### **4.3 Fysikaliskt verkande insektsmedel**

För att bekämpa eller reglera förekomst av växtskadegörare och växtsjukdomar används i ekologisk odling olika strategier i odlingen med olika metoder som bör ha en skonsam inverkan på miljön. Detta gäller även i vissa fall för integrerad produktion. Konventionellt lantbruk använder främst syntetiska pesticider till vilka det har relaterats många miljö- och kvalitetssänkande problem. Sammantaget leder det till ett gemensamt behov av att utveckla alternativa bekämpningsmetoder. Fysikaliskt verkande insektsmedel kan vara en av dem. Ett fysikaliskt verkande insektsmedel baserat på naturligt förekommande ämnen är många

gångar inte en produkt som är tillverkad för att ersätta de kemiska produkterna utan ett verktyg i en strävan mot ett långsiktigt hållbart lantbruk. Det är ett verktyg av flera som tillsammans kontrollerar angrepp av både sjukdomar och skadeinsekter för att samtidigt ge tillräckliga skördar. Fysikaliskt verkande insektsmedel förväntas därför inte helt eliminera skadeinsekterna utan minska populationerna till nivåer där andra bekämpningsmetoder t.ex. naturliga fiender, kan verka. Fysikaliskt verkande insektsmedel har även utvecklats för att användas vid lägre populationer som redan minskats av t.ex. bakterier eller svamp. Skapandet av ett lantbruk som är mindre mottagligt för skadedjur är ett annat av många andra verktyg i det ”ekologiska konceptet” (Montoya, pers).

Termen ”fysikaliskt verkande medel” är besvärlig vilket gör den svår att klassificera. Produkterna registreras i vissa fall som växtskyddsmedel, i andra fall som växtvårdsmedel. I litteraturen kan man finna olika klassificeringar för de fysikaliskt verkande medlen. Fysikaliskt verkande medel baseras vanligen på oljor, såpor, gelatin, kåda etc. Gemensamt är att de orsakar fysikaliska effekter på insekten (främst observerat vid hudömsning och kläckning) vilket leder till att insekterna antingen dör eller att livsdugligheten försämras.

Kemikalieinspektionen delar in bekämpningsmedel i biocidprodukter och växtskyddsmedel, där de förstnämnda används för att motverka skadliga organismer (desinfektionsmedel, konserveringsmedel, träskyddsmedel, bekämpningsmedel mot skadedjur, etc.). Växtskyddsmedel används inom jord-, skogs- och trädgårdsbruk, vilka sedan delas in i systemiska, biologiska och kontaktverkande medel, beroende på dess verkningsmekanism (KEMI, www). Vincent *et al.* (2003) klassificerar kontaktverkande bekämpningsmetoder i aktiva och passiva. Aktiva fysikaliska kontrollmetoder är ex. mekanisk kontroll, tvättning, pneumatisk och termisk kontroll. Som passiva metoder nämns diken/fårar, hinder, marktäckning, oljor och såpor, dvs. det inkluderar vad som i detta arbete benämns fysikaliskt verkande insektsmedel.

En annan möjlig indelning har sin utgångspunkt i verksamma ämnenas härkomst; syntetiska eller naturligt förekommande. Dessa kan i sin tur delas in i användningsområde och därefter i verkningsmekanism. Naturligt förekommande insekticider delas då in i kemiskt, biologiskt och fysikaliskt verkande medel. Såpor och oljor är baserade på naturligt förekommande ämnen och har främst fysikaliska effekter. Många fysikaliskt verkande insektsmedel har även en tillsats av botaniska extrakt (från växter) som både ensamt och i blandning har effekt på insekter; toxisk- och/eller repellerande verkan etc. Detta är fallet med de produkter som analyserats i detta arbete och produkterna skulle därför eventuellt kunna kallas ”naturligt förekommande, kemiskt och fysikaliskt verkande insektsmedel”. Enligt jordbruksverkets indelning klassificeras produkten Raptol Insekt Effekt som ett kemiskt bekämpningsmedel då det förutom rapsolja även innehåller pyretriner. Enbart såpa baserad på rapsolja klassificeras som fysikaliskt verkande växtskyddsmedel (SJV, 2005). Använda försöksmetoder antas främst mäta de fysikaliska effekterna och i detta arbete benämns därför samtliga använda produkter endast ”fysikaliskt verkande insektsmedel”. Enligt Kemikalieinspektionens och Jordbruksverkets indelning skulle några produkter av de undersökta benämnas ”kemiska insektsmedel”.

På grund av att verkan hos oljor och såpor ej är specifik, finns det en risk att även naturliga fiender berörs direkt eller indirekt. Problem kan även uppstå för de lantbrukare som använder biologisk kontroll med predatorer, parasitoider etc. Samtidigt har produkterna begränsad långtidsverkan, vilket enligt Vincent *et al.* (2003) gör att påverkan på naturliga fiender är liten. Den korta verkningseffekten leder dock till att det krävs upprepade behandlingar.

### 4.3.1 Såpor

Det finns dokumenterat att redan på slutet av 1770-talet användes såpor mot mjukhudade leddjur såsom trips, kvalster, bladlöss och vita flygare (Szumlas, 2002). *Såpa* (soft soap) är en generell term för kaliumsalter av högre organiska fettsyror, vilka bildas när kaliumhydroxid spjälkar oljor och fetter. Tvål (hard soaps) bildas av natriumsalter (Szumlas, 2002). Fettsyror kommer vanligtvis från växter; tall, kokosnötter, bomullsfrön, majs, sojaböner, hampfrön eller från djur; ister, talg eller benfett (Rämert, 1989). Det finns en stor variation av såpor och endast några besitter insekticid verkan. Skillnaden mellan olika såpors insekticid verkan är förenat med dess kolkedjors längd. De flesta såpor som har acaricid och insekticid verkan innehåller kolkedjor uppbyggda av mellan 10 och 18 kolatomer (C). De syror som har kortare kolkedjor verkar som herbicider och kan därför vara fytotoxisk för plantan (Cloyd, 2003; Szumlas, 2002).

Det finns tre teorier om hur såpor verkar; 1) såpor bryter ned kutikulan och bryter ned cellmembranen vilket leder till uttorkning 2) såpor påverkar tillväxthormoner under metamorfosen vilket förhindrar hudömsning 3) såpor blockerar spirakler i trakésystemet vilket leder till kvävning. De flesta är överens om att dessa teorier stämmer men fortfarande är effekterna av såpa oklara. I Szumlas (2002) försök med tysk kackerlacka, *Blattella germanica* orsakade såpa på thorax (mellankroppen) inte någon effekt, men vid utspädning av droppen så att såpblandningen täckte hela kroppen observerades mortalitet. Såporna reagerade med det hydrofoba yttre lagret och penetrerade djupt i trakésystemet och blockerade luftväxlingen. Kontrollerat med vatten påvisade att endast vatten i trakésystemet orsakar inte kvävning. För att få en kvävningseffekt med såpor krävs det att tillräcklig mängd och koncentration kommer in i trakésystemets spirakler.

Såpans fettsyror ”tvättar” bort vaxskiktet och bryter sedan ned cellmembran i den avdunstningsskyddande epikutikulan vilket gör insekten oskyddad för omgivande faktorer som värme, patogener etc. vilket i sin tur kan leda till uttorkning och död (Vincent *et al*, 2003; Rämert, 1989; Szumlas, 2002). Både trakéernas väggar och epikutikulan är i princip uppbyggda på samma sätt med tre lager (kutikulin, vax- och cementskikt) vilka såpa kan bryta ned (Pettersson, 1989).

Främst har såpor används mot mjukhudade insekter, men Szumlas (2002) observerade 100 % mortalitet efter tre dagar med 3 % såplösningar i nymfer och aduler av tysk kackerlacka *Blattella germanica*. I försöket observerades att vid användning av lägre koncentrationer uppträdde insekterna som döda ett par minuter varefter de försökte fly, kämpa, springa runt etc. Därefter dog några medan andra överlevde. De känsligaste stadierna var första och andra nymfstadiet.

Såpans funktion i blandning med oljor är även att fungera som ett emulgeringsmedel. Därefter fungerar såpan häftande på bladen för t.ex. växtextrakt.

### 4.3.2 Oljor

Flera olika taxonomiska grupper av leddjur påverkas av oljor; kvalster, skalbaggar, bladlöss, gräshoppor, fjärilar etc. Oljor använts sedan 1700-talet, då man främst använde mineralolja men senare har vegetabiliska oljor blivit allt vanligare (UK, www). Mineralolja (petroleumprodukt) har används ensamt eller i kombination med syntetiska insekticider för bekämpning av mjukhudade leddjur i fruktträd. I ett försök för bekämpning av *Bemisia argentifolii* i kål jämfördes mineral- och vegetabiliska oljor. Mineraloljan Sunspray Ultra-Fine Spray Oil, bomullsolja och en vegetabilisk olja applicerades eller doppades (~100 % täckning) på nymfer i andra och tredje nymfstadiet. Alla tre oljor undersöktes med en tillsats

av ett ytspänningssänkande ämne (APSA-80) och orsakade 53,1 - 68,6 % mortalitet i kål och 65,2 - 80,6 % i tomat. Resultaten påvisade att bomullsfröolja och den vegetabiliska oljan hade lika eller bättre effekt än mineraloljan. Den största effekten uppvisades i andra nymfstadiet. I försöket undersöktes även ytspänningssänkande tillsatser, vilka gav generellt högre mortalitet (med jämförbara koncentrationer) än oljorna men vållade även högre fytotoxicitet (Liu & Stansly, 2000).

Oljor påverkar främst genom kontakt vilket förstör andningssystemet (hypoxia) och orsakar kvävning, men olja kan även ha repellerande effekt på äggläggningen. Eventuellt påverkas även metabolismen (Liu & Stansly, 2000). Oljor har främst effekt på ägg (Szumlas, 2002; UK, www) och oljans effekt på ägg är större än med såpa (Svensson, pers). I ett försök av Sieburth *et al.* (1998) påverkades inte äggkläckningen av *B. tabaci* vid en behandling med mineraloljan SunSpray Ultra-Fine. Nymfer däremot påverkades, 50 - 75 % av nymferna dog direkt och av de överlevande utvecklades 90 % anormalt (förlängd utveckling eller avbruten hudömsning). Försöket visade också att ur 94 - 99 % av behandlade puparium kläcktes inga vuxna.

Olja förlänger dropparnas livslängd genom att evaporationen reduceras och p.g.a. att en god vidhäftning minskar avrinningen vid t.ex. häftiga regn. (Liu & Stansly, 2000)

#### 4.3.3 Växtextrakt i fysikaliskt verkande insektsmedel

Växter kan innehålla ämnen som är användbara för bekämpning av skadeinsekter. Vissa växtfamiljer utmärker sig mer än andra för sina verksamma ämnen. Växtfamiljerna Meliaceae, Asteraceae, Fabaceae och Labiaceae har studerats mest. Växtextrakt framställs av olika växtdelar; frön, blad och rötter, som kan användas färsk eller torkade eller användas för att extrahera något ämne ur dem. Beroende på ämnets löslighet används t.ex. vatten, alkohol eller fett i extraktionen. De effekter som växter uppvisar gentemot insekter är främst repellerande. Insektens orienteringsrörelser påverkas och insekten skräms iväg eller irriteras. Teoretiskt är ett repellerande ämne något som inte tillåter att insekterna varken sätter sig och äter eller lägger ägg på bladen (utan att döda den), men som i förlängningen leder till att insekten dör av svält (Cubillo *et al.*, 1999). Växter har också redovisats fungera som ätdeterrent (stoppas ätande) och påverka insekters utveckling. Extrakt från nim sägs få insekterna att tappa lusten att äta och fungerar repellerande (Rämert, 1989). Extrakt från tagetes, *Tagetes minuta* (Compositae), balsamgran, *Abies balsamo* (Pinaceae) och från *Psoralea corylifolia* (Fabaceae) har observerats hämma metamorfosen hos olika insekter. Naturliga antihormoner i växter kan enligt Alonso (1999) förstöra hormonbalansen hos larverna och påskynda metamorfosen så att de vuxna insekterna blir livsodugliga.

Effekten av växter och växtextrakt på insekter har undersökts av många forskare, däremot är det svårare att finna undersökningar om specifik verkan på *A. socialis*. Mer forskning finns gällande andra arter av vita flygare.

På CIAT undersöktes en produkt baserad på citronella mot *A. socialis* men signifikanta skillnader observerades varken i ägg-, vuxen- eller nymfstadiet. I försöket prövades även sex olika syntetiska insekticider, varav endast en produkt medförde signifikant mindre population av vuxna, tre produkter minskade nymfpopulationen och ingen produkt hade effekt på ägg. Alla produkter applicerades med samma sprutteknik, en ryggspruta med en traditionell spridare (CIAT, 2002).

Catie<sup>5</sup> har undersökt 70 olika växtextrakt för bekämpning av *B. tabaci*, främst genom att undersöka växternas repellerande effekt. De växter man undersökt är bl.a. *Chenopodium ambrosioides* (Chenopodiaceae), *Canavalia ensiformis* (Fabaceae), *Quassia amara* (Simaroubaceae), nim *Azadirachta indica* (Meliaceae) och *Tithonia diversifolia* (Asteraceae). Försöken gjordes med rena extrakt (alkohol) med en koncentration av minst 10 ml/l. Försöken har inledningsvis gjorts i växthus och därefter provades några extrakt även i fält. Man såg att *Drymaria cordata* (Caryophyllaceae), *Arachis pintoii* (Fabaceae) *Coriandrum sativum* (Umbelliferae) kunde minska omfattning av de geminivirus som *B. tabaci* sprider i tomat. *Quassia amara* (Simaroubaceae) visade repellerande och åt-deterrent effekt och paprikaextrakt medförde äggläggnings-deterrent effekt. (Catie, www; Cubillo *et al.*, 1999) I ett annat försök observerades en insekticid effekt av det kommersiella medlet True Stop som innehåller rotenon vilket har visat effekt på fler insekter, även nyttoinsekter (Cubillo *et al.*, 1999).

Corpoica<sup>6</sup> prövade extrakt av nim, *Azadirachta indica*, tagetes, *Tagetes erecta* och *Lonchocarpus nicou* i en blandning med kokossåpa mot *Trialeurodes vaporariorum* i tomat. Genom att applicera nim innan insättningen av vita flygarna observerades efter 48 timmar 15,6 ägg/blad på de behandlade bladen i jämförelse med kontrollens 65,2 ägg/blad. Vid applicering av nimextrakt efter insättning av vita flygare observerades 45,3 nymfer/blad i jämförelse med 68,4 nymfer/blad i kontrolleret. Med tagetes *Tagetes erecta* och *Lonchocarpus nicou*, observerades att förebyggande appliceringar minskade den reproduktiva kapaciteten i de följande generationerna. (García *et al.*, 2003; Aguirre *et al.*, 2003).

Nimträdet, *Azadirachta indica*, används vid bekämpning av flera olika skadeinsekter och man använder olika delar av trädet eller planterar hela träd. Terpentenen azadiraktin utvinns från växter ur familjen Meliaceae, däribland nim *Azadirachta indica* och *Melia azedarach*. Främst är det azadiraktin som har ur nimträdet frön men många andra ämnen har beskrivits vilka eventuellt också kan påverka insekterna på. Meliantrol och salamin är två ämnen som finns i nim och som också hindrar ätandet och/eller fungerar som insekticid (Alonso, 1999). I ett försök av Cubillo *et al.* (1999) medförde nimextrakt i oljeblandning insekticid verkan på vuxna vita flygare av *B. tabaci*. Rämert (1989) redovisar att nim (Margosan-O Concentrate, 0.002 azadiraktin) minskade antalet rapsbaggar *Meligethes aeneus* på plantorna genom att verka repellerande. Mot fjärilslarver i kål och mot åkersniglar *Deroceras agreste* och *D. reticulatum* visade nim dock ingen effekt i jämförelse med den obehandlade kontrollen.

Ytterligare växtextrakt kan förväntas ha effekt på *A. socialis* och i följande avsnitt (5.2) beskrivs några formulerade produkter med varierande innehåll av växtextrakt.

#### 4.3.4 Aktuell situation i Colombia för alternativa insektsmedel

I Colombia finns i dagsläget ca. 40 företag som producerar 'alternativa' produkter (alternativ till syntetiska pesticider) varav ett stort antal erbjuder produkter för bekämpning av vita flygare. Vita flygare är ett stort problem i växthus och den exportberoende odlingen av snittblommor i Colombia har bidragit till bildandet av dessa företag. På grund av nya internationella exportregler har användningen av kemiska medel minskat och ökat alternativa medel såsom icke-patogena svampar, bakterier, predatorer, parasitoider, växtextrakt och i någon mån även nematoder (Asocolflores *et al.*, 2004). Den internationella exporten både

---

<sup>5</sup> CATIE, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, ungefär: Tropiska lantbrukscentrat för forskning och undervisning

<sup>6</sup> Corpoica, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuario, ungefär: Colombianska föreningen för jordbruksforskning



framtvingar och möjliggör för en utveckling av alternativa metoder. Odlingen av kassava främjas däremot inte av en internationell export, vilket gör att produkter och metoder för att bekämpa vita flygare i kassava, måste vara ekonomiskt konkurrenskraftiga.

Intresset är just nu växande i Colombia för att använda alternativa produkter för att bekämpa skadeinsekter och växtsjukdomar. Odlarnas motivation att förändra hittas i behovet av att skydda miljön och arbetarna på odlingarna (Cock, pers). Hernández (pers) hävdar också att förändringen grundas i nödvändigheten att förbättra ekonomin. I vissa grödor observerats att användning av alternativa medel är lönsammare än syntetiska produkter (Catie, www; Asocolflore *et al.*, 2004). Andra fördelar med inhemskt producerade alternativa produkter är den positiva inverkan de har på landsbygden genom att öka odlingen av växter för extraktion samt att i högre grad utnyttja lokala naturresurser vilket har ökat biodiversiteten, ökat det ekonomiska oberoendet och därmed ökat levnadsstandarderna (WB, www).

## 5 MATERIAL OCH METODER

Före försök i fält genomfördes fytotoxicitets- och mortalitetsförsök i växthus. Växthusförsöken genomfördes i växthus tillhörande enheten Entomología de yuca<sup>7</sup> på CIAT, lokaliserat till kommunen Palmira. Fältförsöken utfördes på gården Agricol S.A. i kommunen Jamundí, båda lokaliteterna belägna i provinsen Valle del Cauca, Colombia. Området kännetecknas av höga populationer av vita flygare *Aleurotrachelus socialis*.

### 5.1 Metod vid fytotoxicitetsförsök i växthus

Som en inledning till de följande försöken genomfördes ett fytotoxicitetsförsök för att finna hur höga koncentrationer som plantorna tolererar utan att de tar skada. Detta för att vara säker på att insekterna dött av produkten och ej av att de inte kunnat föda sig, på en av produkten skadad planta. Definitionen av fytotoxicitet är en produkts kapacitet att ge upphov till en temporär eller permanent skada på en växt.

Symptom på fytotoxicitet är bl.a.:

- Förändringar i färg; blekhet, kloros, bladnekros, förändring i färgintensitet, bruna eller röda bladverk.
- Förändringar i form; ihoprullning, storleksförändring, dvärgväxt.

Ju äldre plantan är, desto mindre fytotoxiska symptom uppstår. Fördelen med ett fysikaliskt verkande medel är att det inte, som ett systemiskt medel, går in i växten, utan tillåter växten att återhämta sig.

Den försöksmodell som användes var slumpmässig med 20 behandlingar (6 produkter \* 3 koncentrationer) och en kontroll med vatten och ett helt obehandlat led. Försöket genomfördes med tre upprepningar d.v.s. tre plantor per koncentration och produkt. Vid fytotoxicitetsförsök råds man även att pröva dubbel koncentration mot den av tillverkarna rekommenderade (Comieco, www). I de fall där en rekommenderad koncentration fanns att tillgå utgick försöket från denna och därefter ökades dosen. För Agronim gjordes ett förförsök efter rekommendation av tillverkarna som tidigare sett fytotoxiska besvär på växter ur familjen Curcubitaceae. Detta visade stora fytotoxiska symptom vid den lägsta rekommenderade dosen, därav de valda koncentrationerna i fytotoxicitetsförsöket (Tabell 3).

---

<sup>7</sup> 'Entomología de yuca' översattes 'Kassava Entomologi' numera Crop and Agroecosystem Health Management

**Tabell 3.** Använda koncentrationer för olika produkter som applicerades på kassavaplantor för fytotoxicitetsförsöket

<b>Produkt</b>	<b>Koncentration (ml/l)</b>			
	<b>Rekommenderat</b>	<b>Dos 1</b>	<b>Dos 2</b>	<b>Dos 3</b>
Agronim	5 - 10	2	3,5	5
Biomel	5 - 7,5	5	10	15
Bioneem	2,5	2,5	5	7,5
EcoSwing	1 - 1,5	1,5	3	6
Kokossåpa +Chili	-	7 g/l	12 g/l	25 g/l
L'Ecomix	3 - 4	3	6	12

Fyra veckor gamla kassavaplantor av sorten CMC 40 vilka hade mellan sju och nio blad, doppades under fem sekunder i de olika behandlingarna och därefter placerades plantorna slumpmässigt på borden i växthuset. Fytotoxicitetsgraden (%) beräknades efter två dagar genom att jämföra antal blad med fytotoxicitetsymptom, både färg- och formförändringar, med totalt antal blad per planta.

## 5.2 Undersökta produkter

De produkter som användes i studien var baserade på vegetabilier, främst såpor och oljor med en tillsats av växtextrakt. Produkterna framställs i Colombia och kan köpas eller beställas till i stort sett hela landet. Urvalet av produkter skedde i samråd med forskare på CIAT och genom att kontakta tillverkare.

Nedan följer en beskrivning av produkterna, information från tillverkarna och eventuella studier som har utförts med produkten.

### 5.2.1 Kokossåpa + Chili

#### *Ingredienser*

Kokossåpa av märket Varela användes på grund av att det är detta märke som främst används av de lantbrukare som nyttjar denna traditionella insektsbekämpning. Såpan är i första hand framtagen för tvätt av kläder etc. Den chili, *Capsicum* sp. som användes i försöken, kom från plantor som odlats i växthus i CIAT. Sorten anses som en av de starkare och den krossades färsk tillsammans med avjoniserat vatten för att därefter silas genom ett finmaskigt nät och blandas med såpan vid besprutningstillfället.

#### *Rekommenderad användning*

Kokossåpa i blandning med chili är en traditionell bekämpningsmetod i Colombia, men även i andra länder i Latinamerika. Nästan varje lantbrukare har sitt eget recept, men det finns trots allt några generella drag för blandningarna. Den valda koncentrationen chili var den vanligast förekommande. Några bönder krossar chilin för att därefter sila den och direkt applicera medan andra låter den mosade chilin fermentera ett par dagar innan användningen (Arias, pers). I den tekniska informationen av de botaniska insektsmedlen innehållande chili står att

läsa att chili irriterar och ökar rörligheten hos insekterna och därmed gör dem mer åtkomliga för externa faktorer inklusive ett insektsmedel (EcoFlora, 2005; Escobar, pers).

#### *Utförda studier*

Se tidigare avsnitt om såpor (4.3.1.).

### **5.2.2 Biomel**

#### *Producent och ingredienser*

Biomel är producerat av företaget Bioma i Medellín, Colombia. Produkten är en blandning av solrosolja, neutral såpa, emulsionsmedel och ett växtextrakt. Från början användes extrakt från *Melia azedarach* (Meliaceae) som är nära släkt med nimträdet men det byttes senare ut mot *Tithonia diversifolia* (Asteraceae) och tillverkaren garanterar en jämn nivå av extraktet (Madrigal, pers)

#### *Rekommenderad användning*

Den rekommenderade dosen är 5 - 7,5 ml/ liter vatten per hektar och man rekommenderar att applicera med fin duschkvalitet (Bioma, 2000). Biomel har studerats och använts i en rad olika grödor och mot olika insekter bl.a. mot trips. Enligt den tekniska informationen från tillverkaren har produkten ät- och ägglägnings-deterrent verkan (stoppas ätande och äggläggning) och har därigenom visat god kontroll av bl.a. *Aleutrachelus* spp (Bioma, 2000). Jades (pers) nämner att produkten har en repellerande effekt. Produkten blockerar dessutom andningsvägarna på nymfer av vita flygare och bryter ned och löser upp vaxlagret vilket orsakar uttorkning.

#### *Utförda studier*

Resultat från försök med Biomel har varit varierande. I ett försök på CIAT prövades Biomel med en koncentration av 7,5 ml/l i kassava mot *A. socialis*. Försöket pågick i sex månader och Biomel visade inga signifikanta skillnader i populationsnivå för nymfer, ägg och vuxna, mot kontrollen. Produkterna applicerades på samma sätt som de syntetiska insektsmedlen i försöket, med en traditionell spridare på ryggspruta (CIAT, 2002)

Enligt en annan studie, gjord i Costa Rica, gav Biomel ingen letal effekt, ej heller minskade äggläggningen, vilket tolkades som att ämnet saknade både insekticid och repellerande effekt. Produkten applicerades i detta försök på tomatplantor innan vita flygare *B. tabaci* placerats på plantorna, d.v.s. insekterna täcktes ej av produkten (Cubillo *et al.*, 1999).

### **5.2.3 Bioneem**

#### *Producent och ingredienser*

Bioneem produceras av BioTropical i Medellín, Colombia. Den huvudsakliga aktiva ingrediensen är extrakt av nim *Azadirachta indica* som framtagits genom att mala frön, tvätta dem med eter och extrahera med en alkohollösning. Till Bioneem används frön som importerats från Indien och Dominikanska Republiken. Därutöver består Bioneem av en (okänd) produkt från tobaksproduktionen. Bioneem består till 20% av extrakt och 80 % är en blandning mellan en vegetabilisk olja och en såpa. Bioneem garanterar ett innehåll av 2500 ppm azadiraktin. Tillverkarna lämnar inte ut mer detaljerad information. Produkten har den typiska nimlukten och är ljus brun till färgen.

### *Rekommenderad användning*

Den tekniska informationen om produkten från tillverkaren BioTropical, beskriver en produkt som har insekticid- och repellerande effekt samt har åt-deterrent verkan hos en mängd insekter. Dessutom sägs den minska insekternas reproduktiva förmåga, detta enligt försök på minerarflugor och vita flygare *Trialeurodes vaporariorum* och *Bemisia tabaci*. Produkten sägs vara ofarlig för däggdjur, fiskar, fåglar och miljön (Hernández, pers)

BioTropical rekommenderar en koncentration på 2.5 ml/l för applicering med låg volym, genom dimning. Kostnaden för 2 liter är 23 000 COP (~83 SEK) (Hernández, pers)

### *Utförda studier*

På CIAT utfördes ett mindre försök med insektsmedel i vilket man observerade att applicering av Bioneem, 2.5 ml/l, inte medförde signifikanta skillnader i nymfpopulationen av *A. socialis* jämfört med kontrolleret vid tre av fyra observationstillfällen. Vid tredje räkningen gav Bioneem och den syntetiska insekticiden imidaklopid, en signifikant lägre population än kontrollen. Populationerna av ägg och vuxna skiljde sig ej från kontrollen (CIAT, 2002)

## **5.2.4 Agronim**

### *Producent och ingredienser*

Agronim produceras av Agricultura Biológica i Buga, Colombia. Produkten är en blandning av växtextrakt och vegetabiliska oljor. Den innehåller bl.a. citronellaolja *Cymbopogon nardus* och nimolja från trädet *Azadirachta indica* och en syra från vedförbränning (ácido piroleñoso) Kostnaden per liter är: 9 500 COP (34 SEK).

### *Rekommenderad användning*

Tillverkarna Agricultura Biológica gör gällande att Agronim har flera verkningsmekanismer. Dels verkar produkten fysikaliskt genom att täppa till luftvägarna och bryta ned vaxlagret, vilket gör att insekten blir känsligare för yttre påverkan och lättare torkar ut. Dels är den en åt- och äggläggingsdeterrent främst mot vita flygare och minerarflugor och har repellerande effekt. Man rekommenderar användning mot vita flygare, bladlöss, trips, minerarflugor och *Hypothenemus hampei* (coffee berry borer). Produkten används i olika grödor såsom druvor, chili, tomat, lök, bomull, sockerrör, gurka, papaya, bönor, ris etc. Ännu finns mycket lite dokumenterat om försök och användning i kassava. Agronim har visat fytotoxiska symtom på grödor ur familjen Cucurbitaceae men vid rekommenderade koncentrationer skall dessa problem inte uppkomma, enligt tillverkarna (Agricultura Biológica, 2005).

Tillverkarna poängterar också att produkten är tänkt att användas inom ett ”paket” av växtskyddsmetoder. Den är inte tänkt att användas som den enda metoden utan tillsammans med icke-patogena svampar och parasitoider (beroende på gröda och skadegörare) (Agricultura Biológica, 2005). Galo (pers) som deltagit i framställningen av produkten gör gällande att appliceringstekniken är mycket viktig för att uppnå en god effekt av Agronim. Han rekommenderar att tillse en god täckning med spridare som kan ge droppar mindre än <math>100\mu\text{m}</math> med handpumpad eller motordriven ryggspruta med lågt flöde. Han anger att med en god appliceringsteknik som täcker undersidan av bladen, om så med vatten, kan man uppnå en tillräcklig kontroll av vita flygare. Tillverkarna rekommenderar att applicera Agronim varje femte dag (från det att man sett vita flygare i fältet) de första tre veckorna och därefter en gång per vecka, efter att ha gjort observationer av populationen av vita flygare

dessförinnan. Rekommenderad koncentration är 5 - 10 ml/l (1 - 1.5 liter/ha vid användning av besprutning från flygplan)(Galo 2005).

### 5.2.5 EcoSwing

#### *Producent och ingredienser*

EcoSwing baseras på kåda och gummi samt extrakt av blad från trädet *Swinglea glutinosa*. Mer exakta innehållsangivelser saknas. Produkten produceras av företaget EcoFlora i Medellín.

#### *Rekommenderad användning*

Man har hittills endast rekommenderat EcoSwing som en fungicid främst mot rosenmjöldagg *Spharerotheca pannosa* i prydnadsväxter. Man rekommenderar då en koncentration av 1 - 1,5 ml per liter mjukt vatten (mindre än 200 ppm av CaCO<sub>3</sub>) att applicera ca. en gång per vecka.

På CIAT har man nyligen studerat effekten med extrakt av *Swinglea glutinosa* och man är nu intresserad att studera effekten hos insekter (Castellanos, pers). Det är en mycket ny produkt och det finns lite dokumenterat om användningen av den. Företaget EcoFlora rekommenderade även de att undersöka produkten på insekter, då man i växthus sett effekter på bl.a. trips.

### 5.2.6 L'Ecomix

#### *Producent och ingredienser*

L'Ecomix är tillverkat av EcoFlora i Medellín. Produkten är en emulsion av essentiella oljor och växtextrakt av nio olika växter. De aktiva ingredienserna är bland andra alicin och capsaicin (EcoFlora, 2005; Asocolflores *et al.*, 2004). Mer exakta innehållsangivelser saknas.

#### *Rekommenderad användning*

L'Ecomix rekommenderas främst för minerarflugor och vita flygare i prydnadsväxter, frukt, grönsaker och grönfoder. Produkten verkar på nymfer av mjukhudade insekter (Homoptera) genom att täppa andningsvägarna och torka ut insekterna och produkten gör insekterna mer känsliga för faktorer i omgivningen. Den har en repellerande effekt på grund av dess starka lukt samt smak. Då L'Ecomix träffar bladen bildas ett täckande oljelager, vilket hindrar svampsporer att gro, dock utan att hindra växtens transpiration (EcoFlora, 2005; Cock, pers).

EcoFlora rekommenderar att applicera en koncentration av 3 - 4 ml/l vatten en gång per vecka eller beroende på angreppets omfattning.

#### *Utförda studier*

L'Ecomix används till viss del i odling av prydnadsväxter i Colombia (Medellín och Bogota). Vid ett försök i en odling med solrosor observerades en repellerande effekt som bidrog till att förhindra att vita flygare lade ägg och, i förlängningen, skadade blommorna (Asocolflores *et al.*, 2004). Vid försök i andra blommor var produktiviteten densamma efter användning av L'Ecomix och syntetiska insekticider och i vissa fall observerades högre produktion (Cock, pers).

### 5.2.7 Syntetiskt växtskyddsmedel använt vid fältförsök

Vid försöken i fält användes ett kontrollmedel med det syntetiska växtskyddsmedlet Actara 25 WG med den aktiva ingrediensen Tiametoxam. Det är ett systemiskt bredverkande ämne som används vid blad- och markbesprutning. Det har en långtidsverkan på växtätande insekter såsom bladlöss, vita flygare, trips och minerarflugor och rekommenderas för användning i frukt-, citrus-, grönsaks-, vin-, potatis och tobaksodlingar.

Tiametoxan verkar fysiskt och oralt genom att påverka nervsystemet (blockerar 'nicotinic acetylcholin' receptorn). Enligt tillverkaren Syngenta är LD<sub>50</sub> oralt >5.000 mg/kg (Syngenta, www).

### 5.3 Metod vid försök med fysikaliskt verkande insektsmedel i växthus

Vuxna vita flygare av *A. socialis* erhöles från den etablerade populationen av vita flygare som hålls på CIAT sedan 1992. Populationen vidmakthålls i växthus med temperatur  $27 \pm 2^\circ\text{C}$  och relativ fuktighet mellan 60 - 70 %.

För att bedöma effektiviteten av de olika insektsmedlen genomfördes försök på fyra olika utvecklingsstadier; ägg, första och andra nymfstadiet samt vuxenstadiet av vita flygare *Aleurotrachelus socialis*. Parametern mortalitet användes för att mäta effektiviteten av de olika produkterna hos de olika stadierna av *A. socialis*. Utvärderingar gjordes i fyra olika försök, ett för varje utvecklingsstadium. Försöken gjordes på ca 35 dagar gamla krukplanterade kassavaplantor av sorten CMC 40, vilken är känslig för angrepp av *A. socialis*.

För de utvalda produkterna provades tre olika koncentrationer. Den övre koncentrationen bestämdes utifrån fytotoxicitetsförsöket (se resultatavsnittet) i de fall där symtomen var allvarliga. Visades ingen tydlig ökning av symtomen valdes koncentrationen utifrån den av tillverkarna rekommenderade med en koncentration ca. 50 % över den rekommenderade och en ca. 50 % lägre. För varje utvecklingsstadium användes i följande försök samma tre koncentrationer (Tabell 4). Lösningarna tillreddes i 1 liter vatten.

**Tabell 4.** Använda koncentrationer för olika produkter som applicerades på ägg-, nymf- och vuxenstadiet i växthusförsök på kassavaplantor

<b>Produkt</b>	<b>Koncentration (ml/l)</b>		
Agronim	1	2	3
Biomel	3	5	10
Bioneem	1,7	2,5	5
EcoSwing	1	2	4
Kokossåpa +Chili	1,8 g/l	3,5 g/l	7 g/l
L'Ecomix	2	4	6

Försöksmodellen som användes var slumpmässig med 18 behandlingar, 3 upprepningar per behandling och en kontroll med vatten. De tre bladen på varje planta representerade tre upprepningar och i varje utvecklingsstadium mättes mortaliteten som funktion av koncentrationen av produkten.

### 5.3.1 Försök i äggstadiet

Genom att låta vuxna vita flygare *Aleurotrachelus socialis* lägga ägg på kassavaplantor erhöles nyligen lagda ägg. Med hjälp av en pipett sögs 30 vuxna honor av *A. socialis* från kassavaplantor och fördes därefter in i små nätbehållare (diameter 2.5 cm) som klämts fast på försöksplantorna (Figur 11a). På tre av de översta bladen på varje planta placerades nätbehållare. Vita flygare lämnades under 24 timmar att lägga ägg och därefter markerades nätbehållarens position på bladet och behållaren liksom de vita flygarna avlägsnades från plantorna (Figur 11b). Under de 24 timmar som försöket pågick sjönk temperaturen anmärkningsvärt i växthuset till 21° C under natten och luftfuktigheten ökade till 90 %, beroende på kyligt väder som inte kunde regleras i växthuset.

De lagda äggen räknades omgående och bladen med äggen doppades sedan i de olika behandlingarna under 1 sekund (Figur 11c). Plantorna placerades sedan slumpvis i växthuset för att efter 13 dagar utvärderas (Figur 11d). Antalet ägg som utvecklats till nymfer räknades. Resten betraktades som dödade av behandlingen. Fortsättningsvis observerades de nymfer som utvecklats, för att konfirmera överlevnaden av desamma.



**Figur 11 a)** 30 vuxna honor av *A. socialis* fördes in i nätbehållare fastklämda på kassavablad.



**Figur 11 b)** Lagda ägg på kassavablad som utvecklats till nymfer



**Figur 11 c)** Kassavablad med ägg som doppas i behandling.



**Figur 11 d)** Doppade plantor i växthuset

### 5.3.2 Försök i första nymfstadiet

Tillvägagångssättet för försök med nymfer av första stadiet påminner om föregående försök förutom att räkningen av äggen uteslöts och en räkning av nymfer genomfördes. Fjorton dagar efter äggläggningen och två dagar efter det att äggen kläckts, räknades nymferna. Vid samma tillfälle nedsänktes bladen med nymfer i baden med de olika koncentrationerna.



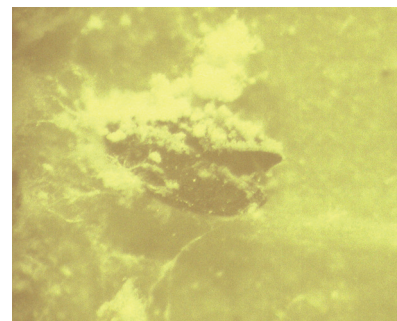
Det första nymfstadiet är mobilt och nymferna förflyttar sig på bladet till en plats där de fäster sig, för att sedan stanna under hela sin utveckling. Doppningen gjordes då nymferna med säkerhet hade fäst sig för att förhindra att de sköljdes av bladen vid doppningen.

Utvärderingen genomfördes nio dagar efter doppningen då nymferna utvecklats till andra nymfstadiet. Fortsättningsvis observerades nymfernas utveckling till vuxenstadiet. Individer som inte utvecklades till tredje eller fjärde nymfstadiet bedömdes som dödade av preparatet.

### 5.3.3 Försök i andra nymfstadiet

Tillvägagångssättet för försöket med andra nymfstadiet liknade försök med nymfer i första stadiet. Plantor med ägg lämnades 19 dagar innan antalet individer som utvecklats till andra nymfstadiet räknades. En dag därefter genomfördes doppningen i de olika produkterna.

Utvärderingen gjordes 21 dagar efter doppningen genom att jämföra antalet individer i andra nymfstadiet med de utvecklade puparierna (fjärde nymfstadiet). Därutöver gjordes ytterligare bedömning av dödligheten efter 41 dagar då vuxna individer kläckts från puparierna. De puparier med en öppning i form av ett T bedömdes som överlevande och de individer som stannat i andra, tredje eller fjärde nymfstadiet bedömdes som döda (Figur 12).



*Figur 12. Puparium öppnat i form av ett T*

### 5.3.4 Försök i vuxenstadiet

Försöket med de vuxna individerna av *A. socialis* utfördes i små burar med trästomme; 30 × 30 × 70 cm med väggar av finmaskigt nät. Plantorna som användes var 30 dagar gamla och de understa bladen och toppskottet togs bort så att endast fyra blad per planta lämnades kvar. I varje bur placerades 1 planta och 30 vuxna individer av vita flygare fördes in. Varje planta representerade en upprepning och varje behandling omfattade tre upprepningar.

Efter att vita flygare lokaliserat sig på plantan (ej på burväggarna) besprutades plantorna med de olika preparaten. Varje kassavaplanta besprutades med 15 ml av behandlingarna med hjälp av en ryggspruta (fabrikat Triumfo) med ett tryck på 0,6 MPa (90 PSI) med en virvelkammarspridare av märket Albus ATR (storlek: lila). Kontrollplantorna besprutades med vatten.

Dödligheten av de olika insektsmedlen bedömdes genom att räkna antalet individer som efter 24 timmar fortfarande befann sig levande på bladverket. Även de döda individerna räknades för kontroll. På krukans överkant placerades ett svart kartongark som gjorde det möjligt att återfinna de individer som dött.

## 5.4 Appliceringsförsök

Olika försök genomfördes för att jämföra olika utrustning och deras betydelse för täckning och mortalitet. Försöken ägde rum i växthus och i fält.

### 5.4.1 I växthus

För att jämföra mortaliteten av vuxna individer beroende av appliceringsteknik lades ett litet försök upp i växthus. Elektrafan 12 och Ryggspruta med spridaren Albuz ATR (storlek lila) jämfördes genom att applicera tre olika produkter, Biomel (3 ml/l), Kokossåpa (7 g/l + Chili 10 g/l) samt såpan Bio-Dux 40 (25 ml/l) d.v.s. rekommenderad koncentration). Utförandet av försöket liknade till stor del föregående försök med vuxna individer. En planta placerades i varje bur och 30 vuxna individer fördes in. För att bestämma sprutmängden för de olika sprutorna prövades volymerna (olika lång tid) för de olika sprutorna. Med utgångspunkt i täckningsgraden av bladen besprutades plantorna i försöket under 1 sekund för ryggsprutan och 4 sekunder med Elektrafan 12. Mängden sprutvätska som användes var för ryggsprutan 5 ml och för Elektrafan 2,7 ml.

### 5.4.2 I fält

Ett täckningsförsök genomfördes i fält för att jämföra avsättningen för ett urval av spridare som finns på den colombianska marknaden (Tabell 5). Parametrar som mättes var vätskefördelningen på undersidan av bladen i ett etablerat bestånd av kassava samt vätskemängd och inträngning i bladverket. Kassavaplantorna var ca 1 m höga.

*Tabell 5. Sammanställning av munstycken som jämfördes under försök i kassavafält, spridningsbild, material och kostnad*

<i>Spridare</i>	<i>Typ av spridningsbild</i>	<i>Material</i>	<i>Kostnad (COP/SEK)</i>
Traditionellt	Hålkon	Mässing	4 000 /15
Albuz ATR (storlek: lila)	Hålkon	Keramik i plastfattning	25 000/ 90
TX SSX 3	Fylld kon	Rostfritt stål	20 000/ 70
Giozper HC50/0,2/3	Hålkon	Plast	6 000/ 20

I försöket jämfördes de två vanligaste ryggsprutorna i det colombianska lantbruket; fabriken Triumfo och Tarea. Båda finns i plast och i plåt och har en volymkapacitet av 20 liter. Trycket i båda sprutorna mättes vid användande av olika munstycken och baserat på de inledande jämförelserna valdes för försöket en ryggspruta av märket Triumfo vilken håller ett konstant tryck på 0,6 MPa (90 PSI) vid kontinuerlig pumpning.

För att mäta täckningen av bladen användes i försöken vattenkänsliga papper vilka är tillverkade för att mäta fördelningen över en yta, storleken och antalet droppar per ytenhet. Pappret kan avläsas visuellt eller med hjälp av lupp eller mikroskop och kan visa droppstorlekar ned till 50 µm vid en luftfuktighet av 50 %. Tillverkaren av det vattenkänsliga pappret varnar för att luftfuktigheten kan vara för hög i tropiska områden (> 80 %) och avråder användning där evaporationen är hög eller temperaturen är under 10°C (CIBA–GEIGY, 2005).

Genom att placera vattenkänsligt papper på bladens undersida undersöktes fördelningen av appliceringsvätskan. Totalt tre papper placerades i varje planta; i toppskottet, mellanpartiet och i det undre bladverket. Under en upprepning användes vanligt papper tillsammans med

färgad vätska istället för vattenkänsligt papper. Detta pga. en lättare hantering och för att undvika att den naturliga fuktigheten i luften skulle göra utslag på pappret. Appliceringarna gjordes underifrån och gånghastigheten motsvarade ungefär 1 - 2 sekunder per planta.

Med sprutan Electrafan 12 gjordes liknande försök genom att förändra appliceringstiden. Täckningen i toppskottet, mellanpartiet och i det undre bladverket mättes med hjälp av vattenkänsligt papper. Sprutan riktades mot plantan på ett avstånd av 50 cm.

## 5.5 Fältförsök i kassava med fysikaliskt verkande insektsmedel

Försöken genomfördes i provinsen Valle del Cauca i kommunen Jamundí på gården Agricol S.A söder om Cali, Colombia. Området kännetecknas av höga populationer av *A. socialis*. Mark- och klimatkännetecknen i området är (Jaramillo & Hamann 2005):

- Nederbörd mellan 1600 - 1800 mm/år fördelat på två tidsperioder (april-maj och september-oktober)
- Kullig topografi.
- Låga halter av fosfor (P), kalcium (Ca) och magnesium (Mg) och höga halter av organiskt material. pH mellan 5 – 5,5.
- Beläget 1000 m.ö.h.

Fältet planterades den 19 mars 2005 med kassava, sorten ”M per 183” som förväntades ge ca. 40 ton/ha. En traditionell markbearbetningen genomfördes, liksom manuell ogräsbekämpning, konstgödning etc. Den 19 maj besprutades fältet med insektsmedlet Systemin (dimetoat) för att bekämpa ett tripsangrepp.

I fältförsöket utvärderades de två produkter som gett högst effektivitet enligt resultaten från försöken i växthuset. Mest effektivt bedömdes de produkter vara som visat högst mortalitet för de olika utvecklingsstadierna hos vita flygare. Dessa var Biomel och kokossåpa + Chili (se resultatavsnittet). Därutöver gjordes försök med produkten Agratex vilken är en mineralolja som främst har använts tillsammans med herbicider, insekticider, fungicider och växtstärkande medel. Oljan rekommenderas dock att användas ensam, som insektsmedel (Morales, pers.). Produkten analyserades p.g.a. intresse från markägaren.

Grundat på resultaten i täckningsförsöket i fält valdes två olika munstycken för fältförsöket med de fysikaliskt verkande insektsmedlen. Ett munstycke med fin duschkvalitet; Albuz ATR (storlek lila) valdes för att jämföras med det traditionella munstycket vars duschkvalitet är grov. Behandlingarna som undersöktes i fält var kombinationer av produkter och munstycken enligt tabell 6. Både ryggsprutor och munstycken som användes var nya.

**Tabell 6.** Behandlingar använda i försök i kassavafält

<b>Behandling</b>	<b>Produkt</b>	<b>Koncentration</b>	<b>Munstycke</b>
T1	Biomel	3 ml / l	Albuz
T2	Biomel	3 ml / l	Traditionellt
T3	Kokossåpa + Chili	7 g/ l	Albuz
T4	Kokossåpa + Chili	7 g/ l	Traditionellt
T5	Agratex	20 ml / l	Albuz
T6	Agratex	20 ml / l	Traditionellt
T7	Kemisk kontroll; Tiametoxan	0.3 g / l	Traditionellt
T8	Obehandlad kontroll	-	-

Försöksmodellen som användes var ett traditionellt blockförsök med fyra upprepningar (Figur 14). Två kontrollled ingick, ett med ett kemiskt insektsmedel (Tiametoxan) och ett obehandlat led. Parcellerna mätte 6 x 6 meter med en meter mellan raderna och en meter mellan plantorna, vilket resulterade i 36 plantor per parcell.

Block 1	T5	T1	T6	T8	T7	T4	T2	T3
Block 2	T4	T5	T8	T6	T7	T1	T3	T2
Block 3	T4	T2	T5	T6	T1	T8	T7	T3
Block 4	T2	T3	T4	T6	T5	T1	T8	T7

**Figur 14.** Experimentell design i fältförsöket.

Utvärderingen i fält skedde visuellt genom att skatta antalet vuxna individer, nymfer och puparium som urskildes i olika nivåer i bladverket. Dessutom bedömdes graden av skada orsakad av vita flygare. Som underlag för graderingarna fanns populations- och skadenivåskalor beskrivna av Arias (1995) (Tabell 7 och 8).

**Tabell 7.** Populationsskala för varje utvecklingsstadium av *A. socialis* i kassava (Arias, 1995)

Nivå	<i>Vuxna och ägg av A. socialis</i>		<i>Nymfer och puparium av A. socialis</i>	
	Population (antal /helblad)	% av helbladet täckt	Population (antal /helblad)	% av helbladet täckt
1	0	0	0	0
2	1 - 50	1 - 10	1 - 200	1 - 10
3	51 - 200	11 - 25	201 - 500	11 - 25
4	201 - 500	26 - 50	501 - 2000	26 - 50
5	501 - 1000	51 - 75	2001 - 4000	51 - 75
6	>1000	76 - 100	>4000	76 - 100

**Tabell 8.** Symptomskala av skador orsakade av *A. socialis* i kassava (Arias, 1995)

Skadenivå	Symptom på kassavaplantan
1	Friskt toppskott
2	Något hängig i toppskottet men fortfarande grönt
3	Påbörjad hoprullning av bladkanterna
4	Utvecklad hoprullning, närvaro av grön-gula fläckar i toppskottet och i plantans mitt. Mkt. utsöndringar
5	Som nivå 4 samt närvaro av sotdaggsvampar, torra blad och tunna stjälkar. Omkullfallna plantor och nytillväxt
6	Död planta

Den första besprutningen initierades då närvaro av vita flygare observerades i fältet och de följande behandlingarna utfördes då något utvecklingsstadium nått nivå 3. Sprutningarna genomfördes, så långt det var möjligt, under den period på dygnet då luftfuktighet är hög, solinstrålningen låg och vinden svag d.v.s. ett tillstånd som infinner sig på morgonen och under eftermiddagen-kvällen. Efter att ha övat gånghastigheterna och rörelsemönstret för appliceringen besprutades parcellerna med respektive behandling.

Vidare bedömdes nivån av ägg, nymfer, puparium och vuxna individer av vita flygare var 10: e dag under 12 veckor. Datum för populationsbedömning och datum för besprutning var de följande:

<b>Avläsningsdatum</b>	25/ 4	11/ 5	19/ 5	27/ 5	8/ 6	24/ 6	8/ 7
<b>Besprutningsdatum</b>	27/ 4			27/ 5		30/ 6	13/ 7

Den syntetiska insekticiden Actara (tiametoxan) besprutades endast den 27 maj.

Kassavans höga tillväxt under försökets gång föranledde att öka den applicerade vätskevolymen vid de olika besprutningstidpunkterna (Figur 13). De olika volymerna redovisas i tabell 9.



**Figur 13.** Nyligen planterad kassava samt fyra månader gammal kassava på gården Agricol S.A. utanför Cali, Colombia, där fältförsöken med fysikaliskt verkande insektsmedel mot vita flygare genomfördes.

**Tabell 9.** Appliceringsvolym per hektar med olika behandlingar med fysikaliskt verkande insektsmedel i kassavafält

<b>Behandlings- tidpunkt</b>	<b>Traditionellt munstycke</b>	<b>Albuz ATR (storlek: lila)</b>
	<b>l/ha</b>	
27 april	280	140
27 maj	590	280
30 juni	830	340
13 juli	830	340

Med det traditionella munstycket applicerades mellan 2 - 2.4 ggr högre volym jämfört med Albuz ATR (storlek: lila). Under fältförsöket placerades återigen vattenkänsligt papper på undersidan av bladen och skillnaden i täckningsgrad med de olika munstyckena observerades.

Inför den statistiska behandlingen av resultatet transformerades värdena (arcsinus ( $\sqrt{\text{mortalitet}}$ )) och jämfördes genom att använda statistikprogrammet SAS och medelvärdet jämfördes med den minsta signifikanta skillnaden  $p \leq 0,05$ .

## 6 RESULTAT

### 6.1 Fytotoxicitet hos kassavaplantor vid försök i växthus

Försöket gav ett varierande resultat mellan de olika produkterna. Några av produkterna gav tydliga fytotoxiska symptom på plantorna medan andra gav mycket svaga eller inga symptom alls.

Symptomen delades upp i färg- och formförändringar men generellt fanns ett samband eftersom de blad som hade färgförändringar oftast också hade en formförändring. Det är här viktigt att förtydliga att plantorna endast hade sju till nio blad och vid symptom på endast ett blad av sju blir det procentuella utfallet stort, hela 14 %.

Agronim visade vid 3,5 ml/l fytotoxiska formsymptom på mer än 60 % av bladen och 55 % av bladen hade färgförändringar. Symptomen var de mest tydliga av de olika produkterna med krulliga blad och mörka fläckar på de allra yngsta bladen i toppskottet. Vid fortsatta försök valdes den högsta koncentrationen till 3 ml/l.

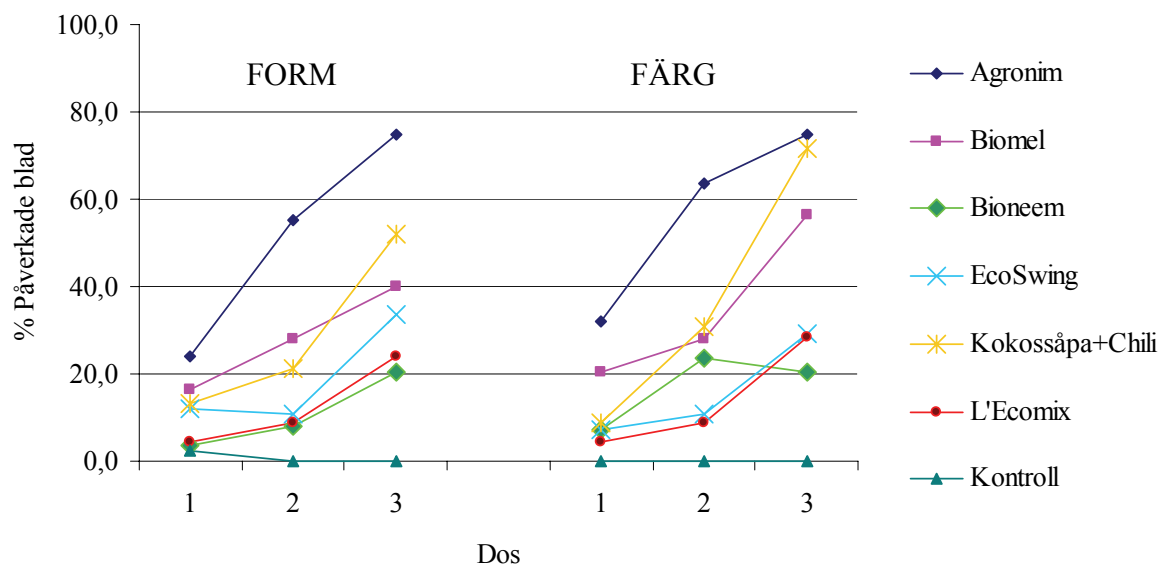
Biomel visade formsymptom på mer än 50 % och färgsymptom på 40 % av bladen vid en koncentration av 15 ml/l. Vid 10 ml/l var formsymptomen ca. 25 %, färgsymptomen 30 % och vid 5 ml/l under 20 %. Den högsta koncentrationen i vidare försök, valdes till 10 ml/l.

Formsymptom av Bioneem visade inte någon tydlig ökning vid stigande koncentration. Vid högsta koncentrationen, 7.5 ml/l hade 20 % av bladen symptom. Färgsymptom observerades på ca. 20 % av bladen vid 5 ml/l och 40 % hade färgsymptom vid 15 ml/l. Den högsta koncentrationen valdes till 5 ml/l.

EcoSwing visade mycket små fytotoxiska symptom. Intensiteten i symptomen var svag. Formsymptom syntes på 30 % av bladen vid 6 ml/l och färgsymptom på 35 % vid samma koncentration. Den högsta koncentrationen valdes till 4 ml/l.

Kokossåpa gav liksom Agronim tydliga förändringar på bladen vid applicering av de högre koncentrationerna. Med 25 g/l hade mer än 70 % av bladen formförändringar och 50 % färgförändringar. 12 g/l gav också symptom på en hög andel av bladen. Vid 7 g/l var ca. 10 % av bladen påverkade och 7g/l användes sedan som den högsta koncentrationen.

L'Ecomix gav form- och färgsymptom på ca. 25 % av bladen vid applicering av 12 ml/l. Vid en koncentration av 6 ml/l observerades symptom på 10 % av bladen varför man i vidare försök använde 6 ml/l som den högsta koncentrationen.



**Figur 14.** Form- och färgförändringar på kassavablad efter applicering med sex olika fysikaliskt verkande insektsmedel.



**Figur 15.** Tydliga fytotoxiska skador av Agronim vid 3,5 ml/l

## 6.2 Mortalitet av ägg, nymfer och vuxna individer av *A. socialis* i växthus

Resultaten från försöken i växthus redovisas först genom att jämföra varje utvecklingsstadium separat. Produkterna jämförs främst genom att använda den koncentration som ligger närmast den för varje produkt rekommenderade. Därefter följer en sammanställning för varje produkt där de tre koncentrationerna jämförs samt produktens effekt i de olika utvecklingsstadierna.

I den statistiska analysen användes arcsinus-transformationen ( $\arcsin(\sqrt{x})$ ) för varje upprepning och medelvärdena av dessa ligger till grund för analysen om statistiskt signifikanta skillnader. I tabellerna redovisas detta med bokstäver a, b, ab etc. Däremot redovisas den numerära mortaliteten med medelvärden från upprepningarna vilket leder till att resultaten ibland kan verka motsägelsefulla. Om det inte nämns annat har analyserna gjorts utan att ha tagit hänsyn till antalet individer i varje upprepning. I försöket med vuxna

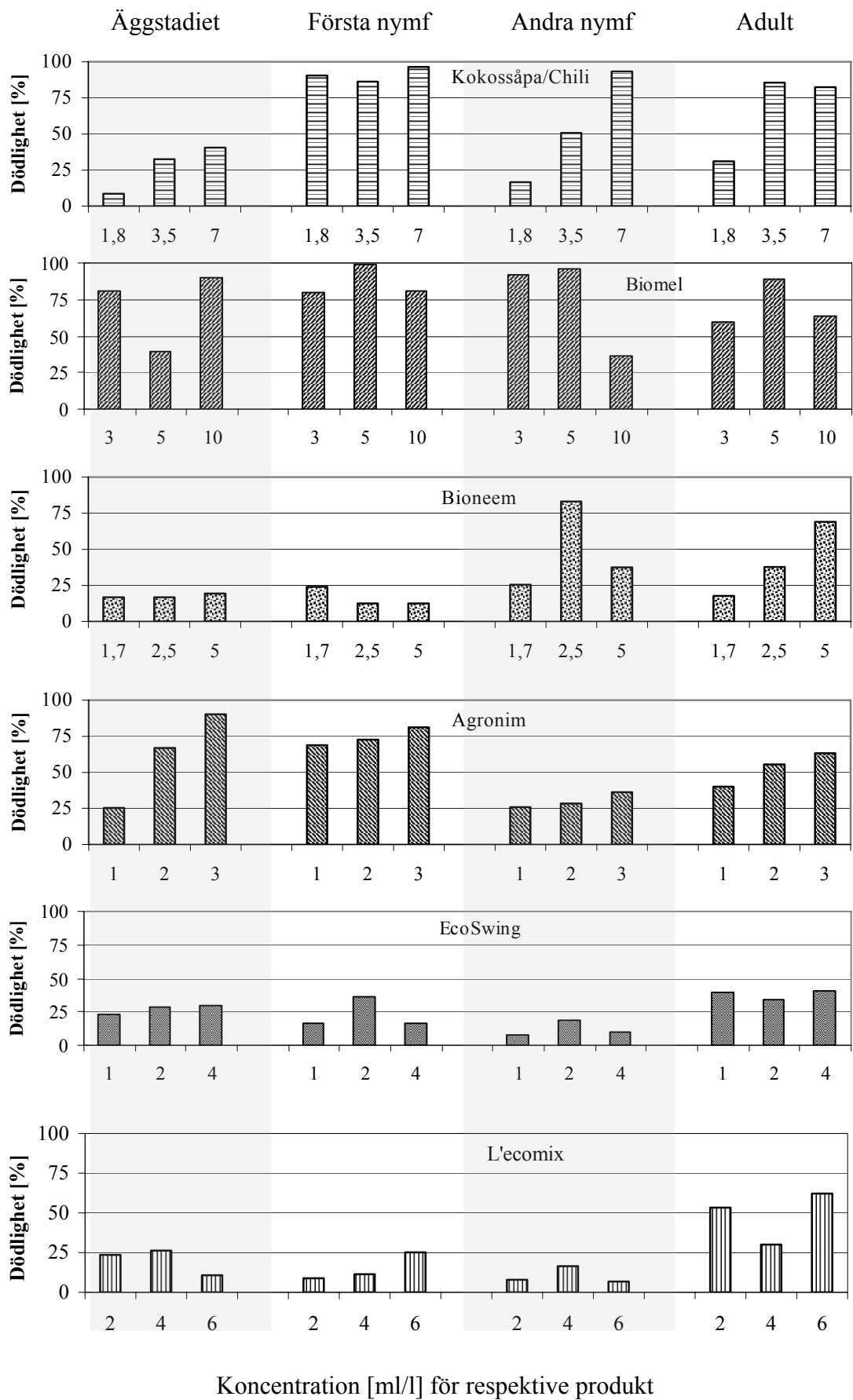


användes 30 individer per upprepning medan några av upprepningarna med ägg och nymfer kan ha fler än 100 individer, detta beroende på det antal ägg som lades av honorna. Antalet lagda ägg beror t.ex. på temperatur, luftfuktighet och honornas ålder vilket inte kunde styras till fullo. Temperaturen i växthuset växlade med väderleken och endast mycket höga temperaturer kunde regleras. Under äggläggningen till försöket i äggstadiet sjönk temperaturen till under den normala, från ca. 28°C till 21°C, och luftfuktigheten ökade till 90 %. Genom att ta hänsyn till antalet individer kan något annorlunda resultat observeras vilket i förekommande fall nämns i texten.

Det sammanlagda resultatet redovisas i tabell 10 och i figur 16. Notera att doserna är olika för de olika produkterna men lika för respektive utvecklingsstadier.

*Tabell 10. Sammanställning av mortalitet efter dopning för samtliga produkter, dosnivåer och utvecklingsstadier.*

<i>Mortalitet [%]</i>													
<i>Utvecklings - stadium</i>	<i>Ägg</i>			<i>Första nymstadiet</i>			<i>Andra nymfstadiet</i>			<i>Adulta</i>			
	<i>Dosnivå</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Kokossåpa+													
Chili		8,5	32,5	40,5	90,4	86,2	96,4	16,6	50,8	93,2	31,1	85,6	82,4
Biomel		80,8	39,5	90,3	79,4	98,9	81,2	91,7	95,7	36,3	60	88,9	63,3
Bioneem		16,8	16,7	19,4	24	12,5	12,4	25,5	83,1	37,4	17,8	37,8	68,9
Agronim		25,3	66,9	90,3	68,9	72,7	81,2	25,8	28,4	36,3	40	55,6	63,3
EcoSwing		22,9	28,6	29,8	16,6	36,3	16,3	8,1	18,6	9,7	40	34,4	41,1
L'Ecomix		23,5	26,3	10,8	8,8	11,4	25,2	7,9	16,5	6,8	53,3	30	62,2



Figur 16. Mortalitet av *A. socialis* för de olika produkterna, utvecklingsstadierna och doserna efter doppning

### 6.2.1 Utvecklingsstadium: Ägg

I äggstadiet observerades högst mortalitet med Agronim vid jämförelse mellan koncentrationer som ligger närmast den rekommenderade. Agronim gav signifikant högst mortalitet (90.3%) i jämförelse med de övriga produkterna (Tabell 11).

*Tabell 11. Dödlighet i äggstadiet hos A. socialis efter doppning i rekommenderad koncentration av fysikaliskt verkande bekämpningsmedel under växthusförhållanden*

<i>Produkt</i>	<i>Koncentration</i>	<i>% döda nymfer i första nymfstadiet</i>
Agronim,	2.5 ml/l	90,3 a
Biomel	5.0 ml/l	39,5 b
Kokossåpa	3,5 g/l (+ Chili, 10 g/l)	32,5 b
EcoSwing	2.0 ml/l	28,6 b
L'Ecomix	4.0 ml/l	26,3 b
Bioneem	2,5 ml/l	16,7 b
Kontroll	-	7,8

Medelvärden med samma bokstav är ej signifikant olika

### 6.2.2 Utvecklingsstadium: Första nymfstadiet

Vid jämförelse mellan de koncentrationer som ligger närmast den rekommenderade noterades att Biomel orsakade 98,9 % mortalitet, Kokossåpa + Chili 86,2 % och Agronim 81,2 %. Dessa produkter hade även signifikant högre mortalitet än de övriga produkterna (Tabell 12). Vid hänsyn tagen till antalet individer per upprepning uppvisades en signifikant skillnad mellan EcoSwing och L'Ecomix.

*Tabell 12. Dödlighet i första nymfstadiet hos A. socialis efter doppning i rekommenderad koncentration av fysikaliskt verkande bekämpningsmedel under växthusförhållanden*

<i>Produkt</i>	<i>Koncentration</i>	<i>% döda nymfer i första nymfstadiet</i>
Biomel	5.0 ml/l	98,9 a
Kokossåpa	3,5 g/l (+ Chili 10 g/l)	86,2 a
Agronim	3,0 ml/l	81,2 a
EcoSwing	2.0 ml/l	36,3 b
L'Ecomix	4.0 ml/l	11,4 b
Bioneem	2,5 ml/l	12,5 b
Kontroll	-	9,0

Medelvärden med samma bokstav är inte signifikant olika

### 6.2.3 Utvecklingsstadium: Andra nymfstadiet

Även i andra nymfstadiet orsakade Biomel högst mortalitet (95,7 %) vid jämförelse mellan de koncentrationer som ligger närmast den rekommenderade. Biomel och Bioneem (83,1 %) uppvisade signifikant högre mortalitet än Kokossåpa + Chili (50,8 %) (Tabell 13). Tar man hänsyn till antalet individer per upprepning uppvisade Agronim och L'Ecomix en signifikant skillnad för vilket inte redovisas i tabellen nedan.

*Tabell 13. Dödlighet i andra nymfstadiet hos A. socialis efter doppning i rekommenderad koncentration av fysikaliskt verkande bekämpningsmedel under växthusförhållanden*

<i>Produkt</i>	<i>Koncentration</i>	<i>% döda nymfer i andra nymfstadiet</i>
Biomel	5.0 ml/l	95,7 a
Bioneem	2,5 ml/l	83,1 a
Kokossåpa	3,5 g/l (+ Chili 10 g/l)	50,8 b
Agronim	3,0 ml/l	36,3 bc
EcoSwing	2,0 ml/l	18,6 c
L'Ecomix	4,0 ml/l	16,5 c
Kontroll	-	6,4

Medelvärden med samma bokstav är ej signifikant olika

### 6.2.4 Utvecklingsstadium: Vuxenstadiet

I vuxenstadiet observerades signifikant högre mortalitet av Biomel, Kokossåpa + Chili samt Agronim (fortfarande med de rekommenderade koncentrationerna) i jämförelse med de övriga produkterna och kontrollen. I detta försök var dödligheten över 20 % i kontrolleret vilket föranleder att de uppkomna resultaten ej har statistisk validitet (Tabell 14). Vid hänsyn tagen till antalet individer per upprepning observeras en statistiskt signifikant skillnad mellan Agronim och Kokossåpa samt mellan Agronim och Biomel.

*Tabell 14. Dödlighet i vuxenstadiet hos A. socialis efter doppning i rekommenderad koncentration av fysikaliskt verkande bekämpningsmedel under växthusförhållanden*

<i>Produkt</i>	<i>Koncentration</i>	<i>% döda vuxna</i>
Biomel	5,0 ml/l	88,9 a
Kokossåpa	3,5 g/l (+ Chili 10 g/l)	85,6 a
Agronim	3,0 ml/l	63,3 a
Bioneem	2,5 ml/l	37,8 b
EcoSwing	2.0 ml/l	34,4 b
L'Ecomix	4.0 ml/l	30,0 b
Kontroll	-	37

Medelvärden med samma bokstav är ej signifikant olika

### 6.2.5 Produkt: Agronim

Den högsta koncentrationen av Agronim 3ml/l gav mortalitet över 60% i alla utvecklingsstadier förutom i andra nymfstadiet.

Vid de lägre koncentrationerna observerades ingen signifikant skillnad mellan stadierna. I tabell 15 observeras att den högsta mortaliteten åstadkoms i äggstadiet med 3 ml/l. Där märks även en icke signifikant skillnad mellan första och andra nymfstadiet vid jämförelsen med koncentrationen 3 ml/l av Agronim, men vid analysen som tar i beaktande antalet individer per upprepning, observerades dock en statistiskt signifikant högre mortalitet hos nymfer i första nymfstadiet än i det andra nymfstadiet (se figur 16).

*Tabell 15. Jämförelse av mortalitet med olika koncentrationer av Agronim i olika utvecklingsstadier (jmf. inom resp. kolumn)*

<b>Utvecklings- stadium</b>	<b>Koncentration (ml/l)</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
Ägg	25.3 a	66.9 a	90.3 a
Första nymfstadiet	68.9 a	72.7 a	81.2 ab
Andra nymfstadiet	25.8 a	28.4 a	36.3 b
Vuxna	40 a	55.6 a	63.3 ab

Medelvärden med samma bokstav är ej signifikant olika

Endast i äggstadiet uppvisar Agronim en signifikant skillnad mellan de tre använda koncentrationerna. Högre mortalitet observerades med 2 och 3 ml/l i jämförelse med 1 ml/l, skillnaden mellan 2 och 3 ml/l var inte signifikant. I övriga stadier orsakade inte koncentrationsökningen en signifikant högre mortalitet.

### 6.2.6 Produkt: Biomel

Biomel gav hög dödlighet i de två nymfstadierna samt i vuxenstadiet. I äggstadiet erhöles tydligt lägre mortalitet och skillnaden var signifikant mot de övriga stadierna vid applicering av 5 och 10 ml/l (Tabell 16 och Figur 16).

*Tabell 16. Jämförelse av mortalitet med olika koncentrationer av Biomel i olika utvecklingsstadier (jmf. inom resp. kolumn)*

<b>Utvecklings- stadium</b>	<b>Koncentration (ml/l)</b>		
	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
Ägg	80,8 a	39,5 c	90.3 c
Första nymfstadiet	79,4 a	98,9 a	81.2 a
Andra nymfstadiet	91,7 a	95,7 ab	36.3 a
Vuxna	60,0 a	88,9 b	63.3 b

Medelvärden med samma bokstav är ej signifikant olika

I tabell 16 observeras en icke signifikant skillnad mellan första och andra nymfstadiet för Biomeel 5ml/l. Tar man sedan hänsyn till antalet individer per upprepning observeras att det finns en statistiskt signifikant högre mortalitet hos första nymfstadiet än i andra nymfstadiet vid nämnda koncentration.

Biomeel uppvisar en högre mortalitet vid högre koncentration i första och andra nymfstadierna. Mortaliteten för 5 och 10 ml/l är signifikant högre än för 3 ml/l i första nymfstadiet medan endast 10 ml/l är signifikant högre i andra nymfstadiet. En högre mortalitet observerades med *lägre* koncentration i äggstadiet och i vuxenstadiet fanns ingen relation koncentration–mortalitet (Figur 16).

### 6.2.7 Produkt Bioneem

Bioneem orsakade högst mortalitet i vuxenstadiet. Den rekommenderade koncentrationen 2,5 ml/l som är den rekommenderade uppvisade högst mortalitet i andra nymfstadiet, vilket var signifikant högre än i övriga stadier. För den lägre och högre koncentrationen var skillnaden ej signifikant mellan stadierna (Tabell 17).

*Tabell 17. Jämförelse av mortalitet med olika koncentrationer av Bioneem i olika utvecklingsstadier (jmf. inom kolumner)*

<b>Utvecklings- stadium</b>	<b>Koncentration (ml/l)</b>		
	<b>1,7</b>	<b>2,5</b>	<b>5</b>
Ägg	16.8 a	16.7 bc	19.4 b
Första nymfstadiet	24.0 a	12.5 c	12.4 b
Andra nymfstadiet	25.5 a	83.1 a	37.4 ab
Vuxna	17.8 a	37.8 b	68.9 a

Bioneem 2.5 ml/l uppvisar i tabellen ovan en icke signifikant skillnad mellan vuxen- och äggstadiet. Vid hänsyn till individantalet i upprepningarna observeras däremot en signifikant skillnad där mortaliteten hos vuxna är högre än för ägg. Koncentrationen 2.5 ml/l av Bioneem gav en högre mortalitet i andra nymfstadiet än med 1.7 och 5 ml/l. I vuxenstadiet ökade mortaliteten med ökad koncentration (1.7 - 5 ml/l) men skillnaden var inte statistiskt högre med 5 ml/l än med 2.5 ml/l (Figur 16).

### 6.2.8 Produkt: EcoSwing

EcoSwing uppvisade generellt mycket låg mortalitet och gav inga entydiga resultat av upprepningarna vilket resulterade i få signifikanta skillnader både mellan utvecklingsstadierna (Tabell 18) och mellan koncentrationerna (Figur 16). Endast mortaliteten i vuxenstadiet var signifikant högre än för andra stadier med samma koncentration.

**Tabell 18.** Jämförelse av mortalitet med olika koncentrationer av EcoSwing i olika utvecklingsstadier (jmf. inom resp. kolumn)

<b>Utvecklings- stadium</b>	<b>Koncentration (ml/l)</b>		
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
Ägg	22,9 ab	28,6 a	29,8 a
Första nymfstadiet	16,6 ab	36,3 a	16,3 a
Andra nymfstadiet	8,1 b	18,6 a	9,7 a
Vuxna	40,0 a	34,4 a	41,1 a

Medelvärden med samma bokstav är ej signifikant olika

Vid beaktande av antalet individer i varje upprepning vid 1 ml/l observerades en signifikant skillnad mellan de första och andra nymfstadierna liksom mellan första nymfstadiet och vuxna samt mellan ägg och andra nymfstadiet, dvs. skillnaden mellan vuxen- och andra nymfstadiet redovisas då vara större. För den högsta koncentrationen 4 ml/l observerades i denna analys att mortaliteten var signifikant högre i vuxenstadiet än i andra nymfstadiet. Vid jämförelse av medelvärdena för alla stadier tycks EcoSwing orsakat högst mortalitet i vuxenstadiet men skillnaden med kontrollen är inte signifikant, beroende på den mycket höga mortaliteten i kontrolledet i försöket med vuxna.

Ökad koncentration av EcoSwing orsakade inte signifikant högre mortalitet i något utvecklingsstadium (Figur 16).

## 6.2.9 Produkt: Kokossåpa + Chili

Kokossåpa + Chili visade högst mortalitet i första nymfstadiet följt av vuxna individer och andra nymfstadiet. Mortaliteten hos ägg var endast mellan 8 - 40 % (Tabell 19).

**Tabell 19.** Jämförelse av mortalitet med olika koncentrationer av Kokossåpa i olika utvecklingsstadier (jmf. inom resp. kolumn)

<b>Utvecklings- stadium</b>	<b>Koncentration (ml/l)</b>		
	<b>1,8</b>	<b>3,5</b>	<b>7,0</b>
Ägg	8,5 b	32,5 b	40,5 b
Första nymfstadiet	90,4 a	86,2 a	96,4 a
Andra nymfstadiet	16,6 b	50,8 b	93,2 a
Vuxna	31,1 b	85,6 a	82,4 a

Medelvärden med samma bokstav är ej signifikant olika

Med koncentrationen av Kokossåpa 3,5 g/ l var mortaliteten över 80 % i både första nymf- och vuxenstadiet. Mortaliteten av ägg var endast ca. 30 %. En koncentrationsökning av Kokossåpa i äggstadiet gav inte upphov till ökad mortalitet, ej heller i första nymfstadiet där alla tre koncentrationer orsakade mortalitet över 80 %. I andra nymfstadiet gav en ökande koncentration högre mortalitet och skillnaderna mellan koncentrationerna var signifikant. Vid en fördubbling av koncentrationen från 3.5 till 7 g/l ökade mortaliteten från ca. 50% till nära

100 %. I vuxenstadiet gav koncentrationerna 3,5 och 7 g/l signifikant högre mortalitet än med koncentrationen 1,8 g/l men en ökning från 3,5 till 7 g/l orsakade i detta stadium inte en högre mortalitet. Redan 3,5 g/l dödade mer än 80 % av de vuxna (Figur 16).

### 6.2.10 Produkt: L'Ecomix

Hos produkten L'Ecomix observerades högst mortalitet bland vuxna individer i jämförelse med övriga utvecklingsstadier, men det skall noteras att mortaliteten hos vuxna var 30 – 62,2 %, vilket i medeltal endast är något högre än mortaliteten hos kontrollen (37 %) (Tabell 20).

*Tabell 20. Jämförelse av mortalitet med olika koncentrationer av L'Ecomix i olika utvecklingsstadier (jmf. inom resp. kolumn)*

<i>Utvecklings- stadium</i>	<i>Koncentration (ml/l)</i>		
	<i>2</i>	<i>4</i>	<i>6</i>
Ägg	23,5 b	26,3 a	10,8 a
Första nymfstadiet	8,8 b	11,4 a	25,2 a
Andra nymfstadiet	7,9 b	16,5 a	6,8 a
Vuxna	53,3 a	30,0 a	62,2 a

Medelvärden med samma bokstav är ej signifikant olika

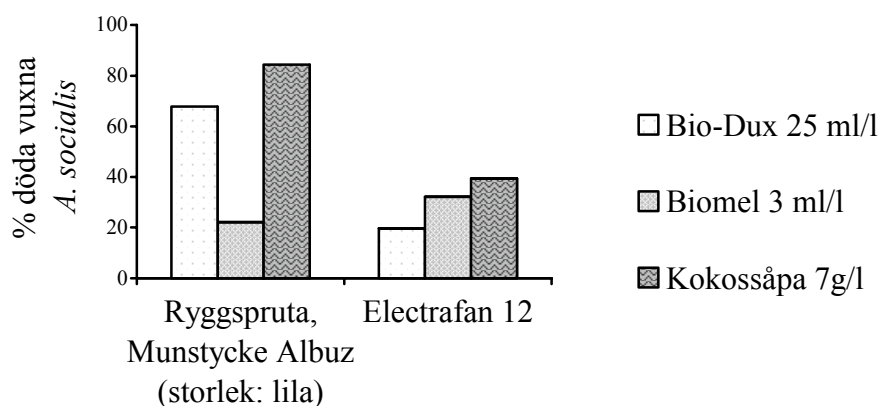
Den rekommenderade koncentrationen 4 ml/l visade i tabellen igen signifikant skillnad mellan stadierna medan analysen som tar hänsyn till individantalet redovisar en signifikant högre mortalitet i vuxen- och äggstadiet än i första nymfstadiet. Andra nymfstadiet uppvisar ingen signifikant skillnad jämfört med de övriga stadierna vid denna koncentration.

Vid ökning av koncentrationen ökade inte mortaliteten i något utvecklingsstadium dvs. det observerades ingen statistisk säker relation koncentration-mortalitet (Figur 16)

## 6.3 Täckningsresultat, Electrafan 12 och ryggspruta i växthus

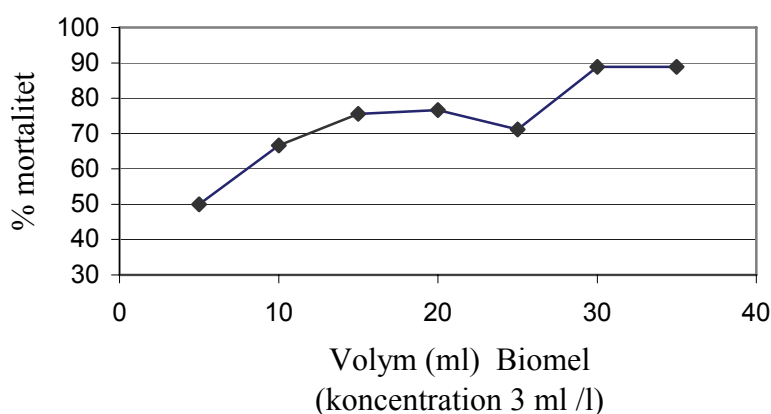
Vid jämförelse av mortaliteten för vuxna individer av *A. socialis* vid besprutning med två olika sprutor visades ingen signifikant skillnad mellan de båda sprutorna (Figur 17). Flödet/min och appliceringstiden för de båda sprutorna är olika vilket resulterade i att använd vätskemängd var hälften för Electrafan 12, trots fyra gånger så lång spruttid. Samtidigt jämfördes tre olika fysikaliskt verkande insektsmedel Bio-Dux (kaliumoleat = salt av oljesyra), Kokossåpa och Biemel och mellan dem fanns en statistisk signifikant skillnad. Kokossåpa visade högre mortalitet än Bio-Dux och Biemel.





**Figur 17.** Mortalitet hos *A. socialis* med två olika appliceringsmetoder av fysikaliskt verkande insektsmedel. Vätskemängd för ryggsspruta: 10 ml och för Electrafan 5 ml

Resultatet från försöket volym - mortalitet visade en ökad mortalitet för vuxna individer vid ökad volym av Biomel 3 ml/l. Vid en spruttid på 1 sekund (motsvarande 5 ml) var mortaliteten ca. 60 % och vid besprutning under 7 sek (motsvarande 35 ml) var mortaliteten 90 % (Figur 18).

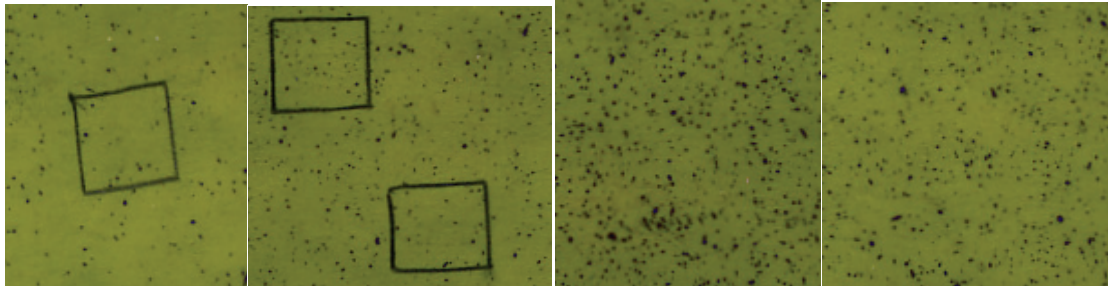


**Figur 18.** Mortalitet vid olika volymer av Biomel

### Dropstorlek

För att få ett begrepp om droppstorleken för de olika spridarna räknades antal droppar/cm<sup>2</sup> med olika spridare. Resultaten ger endast ett översiktligt uttryck för relationerna mellan spridarna och inte faktiska storlekar. Goizper HC50/0,2/3 gav 336 droppar/cm<sup>2</sup> och Albus ATR (storlek: lila) gav 566 droppar/cm<sup>2</sup>. Eftersom dessa två visade likartat antal droppar per cm<sup>2</sup> har de liknade droppstorlek ty flödet/minut (0,3 l/min) och trycket i sprutan var detsamma. Albus har något mindre droppar än Goizper. För Electrafan 12 blev antal droppar 463/cm<sup>2</sup> men flödet är mycket mindre (0,04 l/min) och tiden för sprutning var 4 gånger längre dvs. volymen var hälften så stor och då kan man se att droppstorleken måste vara ungefär hälften så stora som Albus och Goizper. Dropparna från den traditionella spridaren flöt ihop och det var omöjligt att räkna dem vilket därmed visar att dropparna är mycket större än för de andra.

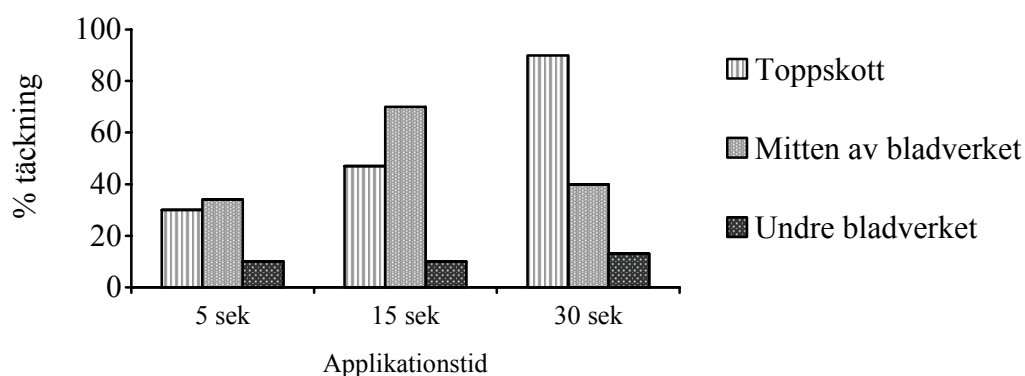
Experimentet upprepades med en kortare exponeringstid och samma munstycken vid ett annat tillfälle med liknande resultat. AlbuZ 77/cm<sup>2</sup> och Goizper 57/cm<sup>2</sup>, traditionellt 89/cm<sup>2</sup> och Electrafan 389/cm<sup>2</sup>, dvs., AlbuZ har en något mindre droppstorlek än Goizper. Det traditionella munstycket har 3 gånger högre flöde och mellan 1,2 och 1,6 ggr fler droppar dvs. mellan 2 - 3 ggr större droppar. Electrafan har minimal droppstorlek (Figur 18).



**Figur 18.** Droppar av Electrafan 12 på vattenkänsliga papper. Två vänstra: Appliceringstid 5 sek. från 1 meters avstånd med 1/4 cm<sup>2</sup> markerad, Två högra: Appliceringstid 10 sek från 1 meters avstånd.(ca. 4ggr förstoring)

### 6.3.1 Electrafan 12 i fält

Vid försöken med sprutan Electrafan 12 i fält visade det sig att sprutan inte är tillverkad för att användas i kassava (Sprutmodellen är utformad för växthusgrödor) och den gav en låg täckning. För att täcka 40 % av bladundersidorna krävdes att rikta sprutan mot plantan under 15 sekunder. Täckningen är den genomsnittliga på blad från toppskott, mitten- och undre bladverket. Täckning av 80 % bladundersidan krävde 30 sekunders sprutning (Figur 19). I en reell situation på ett kassavafält är en så lång spruttid ej praktiskt möjlig varför det i de följande försöken endast användes ryggspruta.



**Figur 19.** Procentuell täckningsgrad hos undersidan av kassavablada med sprutan Electrafan 12 och besprutning under varierande tid.

### 6.3.2 Ryggspruta i fält

Vid jämförelse av ryggsprutorna Triumfo och Tarea observerades olika tryck i de båda. För Tarea ändrades trycket beroende på vilket munstycke som användes. Med sprutan Triumfo hölls ett konstant tryck på 0,6 MPa oberoende av munstycke. Olika munstycken fästa vid ryggsprutan Triumfo vid ett tryck av 0,6 MPa uppvisade varierande flöde per minut (Tabell 21 och 22)

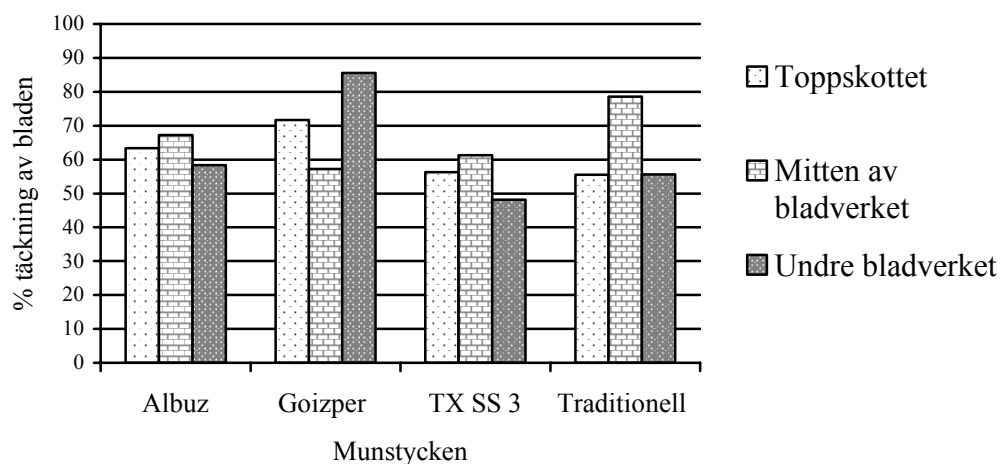
**Tabell 21.** Spridare och tryck för de sprutor som användes i fältförsöken. Jämförande tabell av trycket på de sprutor med de spridare som undersöktes

<i>Spruta</i>	<i>Spridare</i>	<i>Tryck MPa (PSI)</i>
Tarea	Traditionellt	0,6 (90)
	Albuz (storlek: lila)	0,9 (130)
	TX 3	0,2 (30)
	SX 3	0,8 (120)
Triumfo	Alla	0,6 (90)

**Tabell 22.** Flöde med olika munstycken med Triumfo ryggspruta vid tryck 0,6 MPa (90PSI)

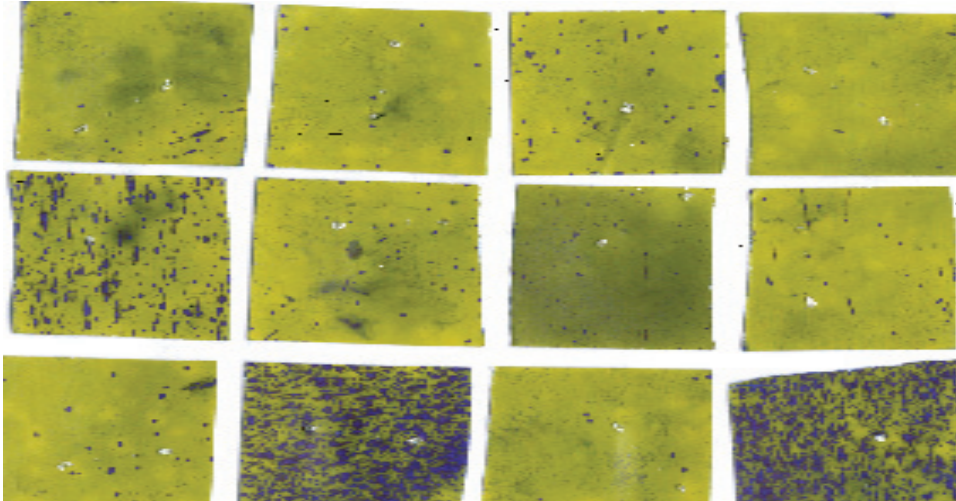
<i>Spridare</i>	<i>Spridningsbild</i>	<i>Flöde [l / min].</i>
Traditionell	hålkon	0,9
Albuz (storlek: lila)	hålkon	0,3
TX- SS3	fylld kon	0,35
Goizper	hålkon	0,3

Genom att läsa av vattenkänsliga papper (WSP) som placerats på plantorna värderades täckningsgraden i de olika nivåerna i plantan. Skillnaden i täckningsgrad mellan olika munstycken var ej signifikant, täckningsgraden var omkring 60 % i de tre nivåerna (toppskott, mellan- undre bladverket) för de fyra munstyckena. Skillnaden mellan täckningsgraden i de tre olika nivåerna i plantorna var även de mycket likartade (Figur 20).

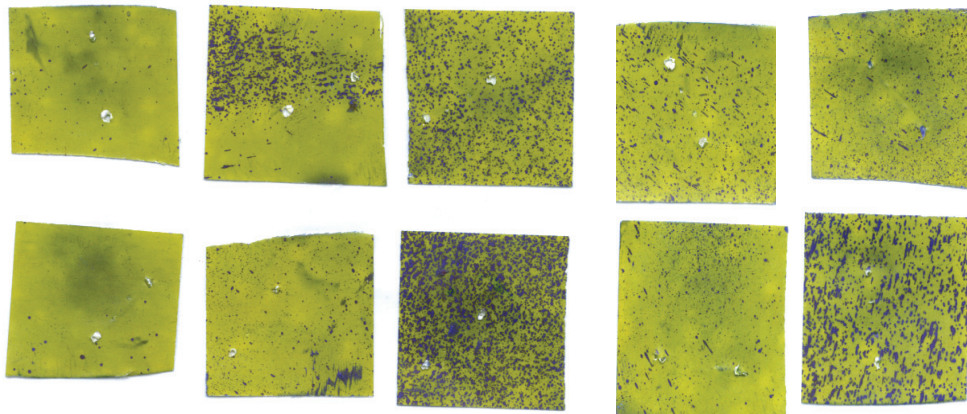


**Figur 20.** Procentuell täckningsgrad av bladundersidan på meterhöga kassavaplantor med olika munstycken på en ryggspruta

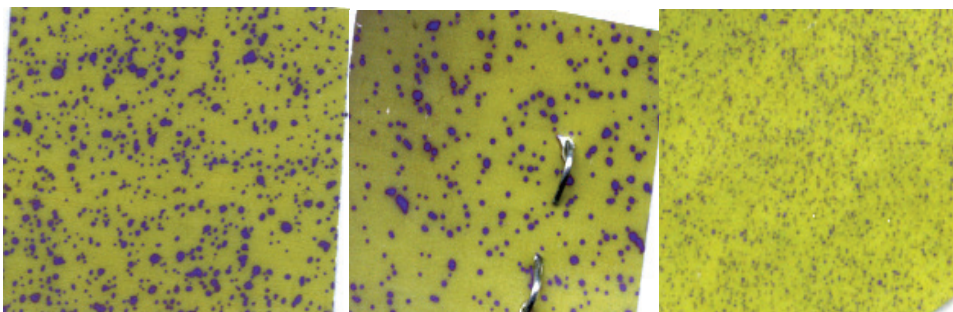
Täckning och jämnhet med de olika appliceringsteknikerna; illustrerat med vattenkänsligt papper i nedanstående figurer; det traditionella munstycket (Figur 21) och munstycket Albuz (storlek: lila)(Figur 22). Storleken på dropparna som frambringats av de olika munstyckena är märkbart olika vilket kunde observeras visuellt på det vattenkänsliga pappret (Figur 23).



**Figur 21.** Droppar av det traditionella munstycket på vattenkänsligt papper, placerat på undersidan av kassavaplantans övre blad, besprutat i fält.



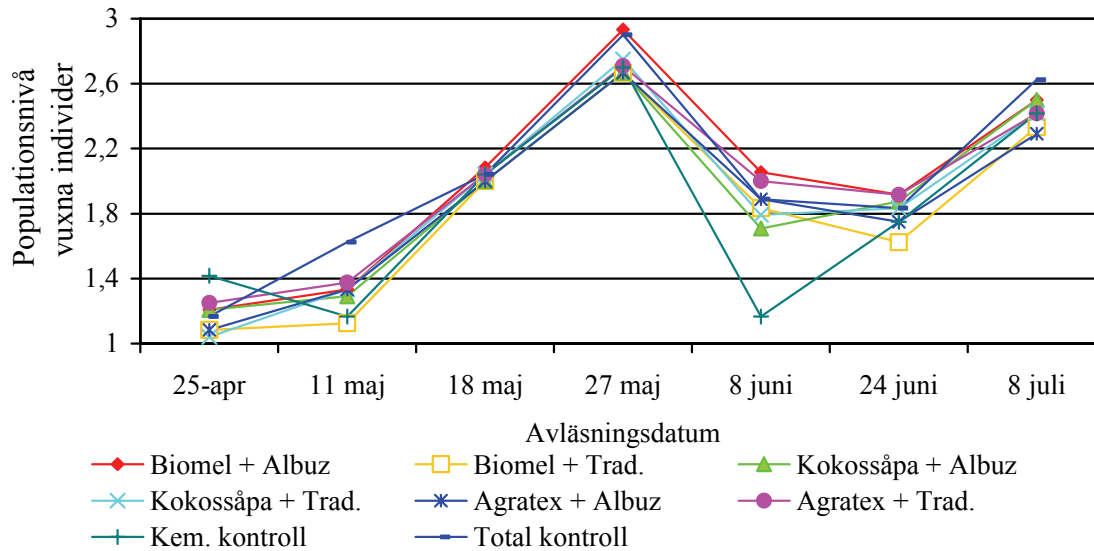
**Figur 22.** Droppar av munstycket Albuz (storlek: lila) på vattenkänsligt papper, placerat på undersidan av kassavaplantans övre blad, besprutat i fält.



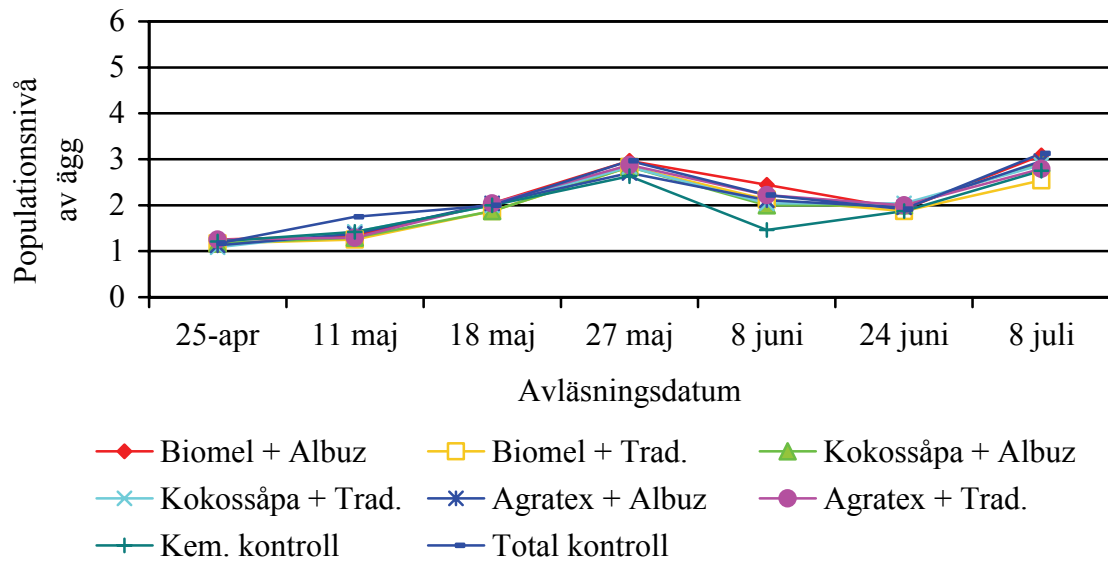
**Figur 23.** Droppstorlekar av munstycket Albuz (storlek: lila), (vänster), Goizper HC50/0,2/3 (mitten) och Electrafan 12 (höger) på vattenkänsligt papper som besprutats i växthus på 1 meters avstånd.

## 6.4 Resultat från fältförsök för bekämpning av vita flygare

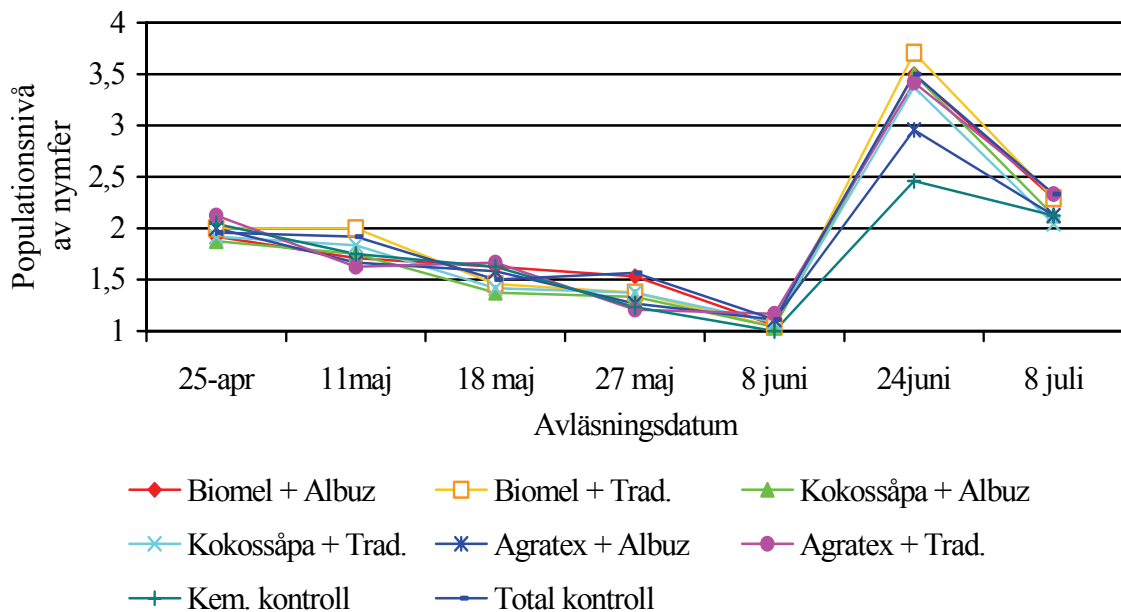
Under den period som försöket pågick i fält var nederbörden hög, vilket är mycket ovanligt för denna tid på året. Den förväntat höga population av vita flygare till fältet kom inte på grund av de återkommande regnen. Trots detta genomfördes besprutningar med de fysikaliskt verkande insektsmedlen. Vissa tendenser till skillnader mellan de olika behandlingarna kan skönjas även om skillnaderna inte är signifikanta (Figur 24, 25, 26, 27).



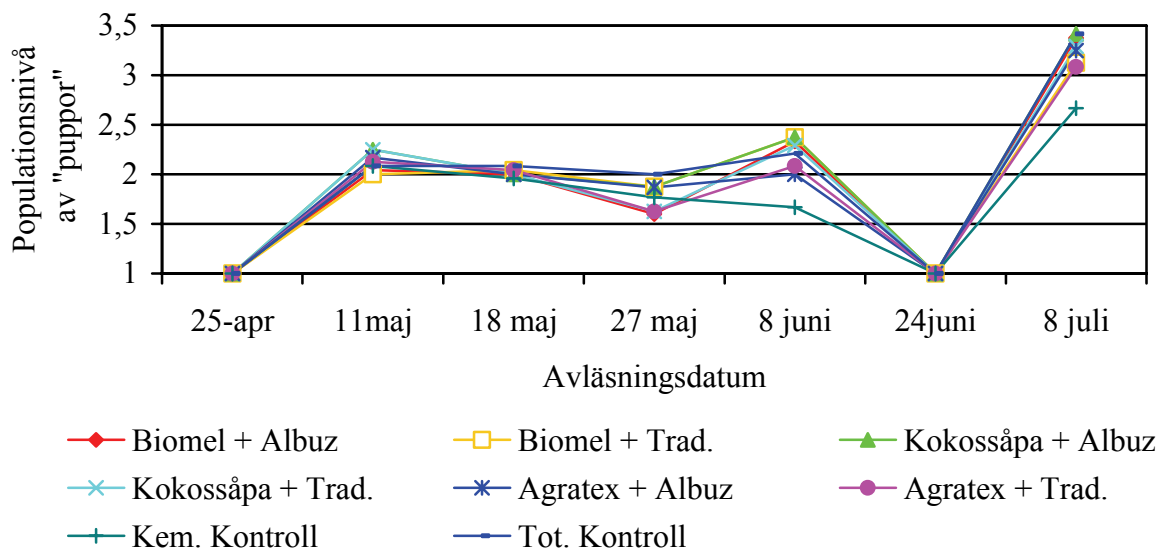
**Figur 24.** Population av vuxna individer av vita flygare *A. socialis* i kassava i Jamundí (Valle del Cauca, Colombia) vid behandlingar med Biomel 5ml/l, Kokossåpa 7 g/l +Chili 10 g/l, och Agratex 20nl/l sprutat med ryggspruta med det traditionella munstycket och munstycket Albuz (storlek: lila)



**Figur 25.** Population av ägg av vita flygare *A. socialis* i kassava i Jamundi (Valle del Cauca, Colombia) vid behandlingar med Biomel 5ml/l, Kokossåpa 7 g/l +Chili 10 g/l, och Agratex 20nl/l sprutat med ryggspruta med det traditionella munstycket och munstycket Albuz (storlek: lila)



**Figur 26.** Population av nymfer av vita flygare *A. socialis* i kassava i Jamundi (Valle del Cauca, Colombia) vid behandlingar med Biomel 5ml/l, Kokossåpa 7 g/l +Chili 10 g/l, och Agratex 20nl/l sprutat med ryggspruta med det traditionella munstycket och munstycket Albuz (storlek: lila)



**Figur 27.** Population av "puppor" av vita flygare *A. socialis* i kassava i Jamundí (Valle del Cauca, Colombia) vid behandlingar med Biomel 5ml/l, Kokossåpa 7 g/l +Chili 10 g/l, och Agratex 20ml/l sprutat med ryggspruta med det traditionella munstycket och munstycket Albuz (storlek: lila)

De föregående diagrammen visar att i början av odlingssäsongen var populationen av vita flygare låg, oberoende av utvecklingsstadiet. Därefter observeras att vuxna individer kommer in i fältet och med dem även ägg. Efter omkring en månad observeras hur äggen har utvecklats till nymfer och vid de sista analyserna fanns en hög population av puppor och med det följde en ny generation av vuxna individer av vita flygare. Man kan ev. utläsa att det under fältförsökstiden endast fanns en större inflygning av en population av vita flygare. Det observeras en tendens att vita flygare bekämpades mer av den kemiska produkten men skillnaden är ej signifikant.

## 7 DISKUSSION

### 7.1 Effekt

#### 7.1.1 Resultat

Växthusförsöken visade tydligt att det finns fysikaliskt verkande insektsmedel baserade på oljor, såpor och växtextrakt som orsakar hög mortalitet av vita flygare *Aleurotrachelus socialis*.

Det kommersiella insektsmedlet Biomel orsakade högst mortalitet i de två nymfstadierna och vuxenstadiet även om skillnader till nästföljande produkter inte var signifikant i alla stadier. Kokossåpa + Chili vållade också hög mortalitet i flera stadier. Gemensamt för båda produkterna var låg mortalitet i äggstadiet. Biomel med koncentrationen 5 ml/l gav en mortalitet omkring 90 % för nymf- och vuxenstadierna då de doppades i behandlingarna och kan utifrån dessa resultat rekommenderas som en metod att begränsa populationer av *A. socialis*. Med Kokossåpa + Chili observerades en mortalitet omkring 80 % i nymf- och vuxenstadierna med koncentrationen 3,5 g/l vilket också kan anses ligga till grund för en god bekämpning.

Agronim var den produkt som gav högst mortalitet i äggstadiet och visade även en ökad mortalitet med ökande koncentration i detta stadium. Agronim visade även i första nymfstadiet hög mortalitet vilket tyder på bra bekämpning i ett initialt skede i odlingen.

Bioneem visade hög mortalitet i andra nymfstadiet men resultaten är osäkra bl.a. eftersom det inte blev en ökande effekt vid ökande koncentration. Utifrån detta arbetes mortalitetsparameter är det svårt att rekommendera produkten (se även avsnittet om Produkt, verkan). Resultaten liknar nämnda försök i CIAT (CIAT, 2002) då den största skillnaden mot kontrollen observerades i nymfstadiet.

Ett par av produkterna, EcoSwing och L'EcoMix, visade mycket låg mortalitet men kan inte av den anledningen utdömas (se avsnittet om mortalitet som parameter). De kan dock inte, utifrån detta arbete, rekommenderas för bekämpning av vita flygare *A. socialis*. Med L'EcoMix observeras inte en tydligt högre mortalitet än i kontrollleden. Detta är speciellt tydligt i försöket med vuxna individer och nymfer i andra stadiet. Den sammanlagda mortaliteten för alla stadier och koncentrationer var under 30 %. Resultaten kan vara en indikation på att även enbart vatten har en letal effekt på vuxna individer av *A. socialis* och att L'EcoMix endast har en viss effekt på ägg och nymfer av första stadiet. Enligt Puri *et al.* (1994) orsakade en applicering till droppgränsen av enbart vatten 33 % minskning av nymfpopulationen vid användning av en liten pumpspruta (Ultramist). Även med EcoSwing var skillnaden mot kontrollen liten i många försök vilket tyder på att produkten inte är aktuell för bekämpning av vita flygare. Produkten är inte framtagen för bekämpning av insekter utan till bekämpning av växtskadesvampar som t.ex. rosmjöldagg.

#### 7.1.2 Dos - Respons

Gemensamt för försöken var att de inte visade tydliga dos – responskurvor. En ökad koncentration gav inte alltid högre mortalitet, som torde vara det förväntade. Spridningsjämnheten var god eftersom alla blad doppades lika länge i behandlingarna och blöttes helt. Dos-responskurvan borde i ett växthusförsök som detta, vara mer lik kurvan för jämn spridning än en mycket ojämn dvs. inte visa en linjär stigning utan öka kraftigt vid den rekommenderade dosen för att sedan plana ut vid 100% respons med en liten dosökning. Sannolikt är enbart tre koncentrationer för få för att kunna se en tendens och skapa en dos – responskurva.



Utifrån resultaten ser de rekommenderade doserna ut att kunna användas för ett par av produkterna. Koncentrationen av Bioneem rekommenderas till 2,5 ml/l och i vuxenstadiet för Bioneem uppvisade 2.5 ml/l inte signifikant lägre mortalitet än 5 ml/l vilket tyder på att man uppnått en tillräcklig koncentration för vuxenstadiet vilket även kan gälla för övriga stadier som inte uppvisade någon skillnad mellan koncentrationerna. Resultaten för Agronim visar att 2 ml/l är tillräckligt för en mortalitet omkring 70 % i äggstadiet och mellan 55 - 60 % i första nymf- och vuxenstadiet. Vid en högre koncentration ökar mortaliteten endast i äggstadiet. Ökad koncentration av Kokossåpa + Chili gav i andra nymf- och vuxenstadiet en ökande mortalitet vilket tyder på att man kan förvänta sig bättre bekämpningseffekt med högre dos men man måste ta i beaktande fytotoxiciteten.

### 7.1.3 Utvecklingsstadier

Den högsta mortaliteten, uppmättes för de flesta produkterna, i första nymfstadiet. Resultatet var det förväntade då nymfer i detta stadium inte har producerat så mycket vax att det totalt täcker dem. Andra nymfstadiet har tjockare vaxlager. Det är mycket troligt att äggens skyddande hölje hindrar produkterna från att tränga in och vaxlagret som täcker epikutikulan på de vuxna individerna skyddar mot nedbrytning och inträngning av produkterna. Nymferna i de inledande stadierna är i jämförelse relativt känsliga för de uttorkande och fysiskt verkande preparaten. Rekommendationen torde vara att applicera en produkt som visar hög mortalitet i flera olika stadier i vita flygarens livscykel så som var fallet med Biomeel och Kokossåpa. Tidpunkten för appliceringen bör, av denna anledning, bestämmas utifrån en bedömning av populationsnivån hos samtliga utvecklingsstadier av vita flygare.

### 7.1.4 Fytotoxicitet

Vid dopningen av kassavaplantorna i Bioneem och Agronim i höga koncentrationer (under fytotoxicitetsförsöket) observerades symptom på fytotoxicitet varför man i vidare försök använde lägre koncentrationer. Samtidigt finns erfarenheter av att kassavaplantan har en god kapacitet att återställa sig efter t.ex. en svår torka eller efter ett kraftigt angrepp av *Erinnyis ello* (Lepidoptera: Sphingidae) vilket gör att man skulle kunna anta att även efter en lättare fytotoxisk skada, kan plantan hämta sig. De plantor som användes i försöken var ca. 30 dagar gamla och i fält kan det finnas behov av att bekämpa vita flygare redan tidigare. Högre koncentrationer skulle därför eventuellt kunna rekommenderas till äldre plantor vars blad blivit grövre och tåligare. Ser man till de två produkterna visade de högre mortalitet vid användandet av högre koncentrationer. Vid ett försök i en sex månader gammal kassavaodling med produkterna Agronim och Biomeel med koncentrationen 10 ml/l kunde inte observeras några fytotoxiska symptom. Sex månader gamla blad tycks således tolerera högre doser men efter det datumet rekommenderas det inte att utföra någon bekämpning beroende på plantans resistens och höga kostnader för arbetsinsatsen. Plantan är då ca. 1,5 m hög och de volymer som åtgår för att bespruta plantorna är mycket stora. Fytotoxicitetsförsöket hade kunnat utföras bättre med större kunskap om de olika produkterna, fytotoxiska symptom och information om kassavans förmåga att utstå fytotoxiska symptom. Man måste dock ha i åtanke att försöken inte gjordes för att kunna använda produkterna i fält utan för att förhindra att plantorna i växthusförsöket skadades, vilket i sin tur skulle ha kunnat inverka på de följande avläsningarna. Liu och Stansly (2000) observerade stora fytotoxiska skador med ytspänningssänkande produkter, såsom Silwet L-77, men gjorde bedömningen att den risken inte fanns i fält.

Fytotoxiska försök med Elektrafan 12 gjordes inte på grund av den senkomna leveransen av sprutan, men det vore intressant för vidare försök med sprutor av typen ”Ultra Low Volume”. Vid användande av roterande spridare används en högre koncentration än med traditionella hydrauliska sprutor för att kompensera för den mycket låga vätskemängden. Fytotoxiska försök vid användande i fält blir då än viktigare.

## 7.2 Teknik

Försöket i fält var avsett att ge resultat angående appliceringstekniken för de båda insektsmedel som i växthusförsöken gett de bästa resultaten. Avsikten var att avgöra om de observerade effekterna från växthuset även kunde observeras i fält, om produkterna tolererade en utomhusmiljö med stark sol och värme och samtidigt kunde ge upphov till hög mortalitet. Intentionen var också att jämföra om effekten var beroende av de olika spridarna genom att observera populationen av vita flygare i fält. Dessvärre var skillnaderna mellan kontrollerad och de olika behandlingarna inte signifikanta, detta beroende på låg inflygning och mycket regn.

### 7.2.1 Täckning och duschkvalitet

Utifrån resultaten från försöken i växthuset, kan man förvänta sig en relativt hög dödlighet även i fält. Täckningen i växthusförsöken var 100 % till följd av att bladen doppades fullständigt. De spridare som bildar fin duschkvalitet; mindre än 100 µm, och det traditionella munstycket uppnådde en täckning över 60 % vid en appliceringstid på ca. 1 - 2 sekunder per kassavaplanta. Skillnaden mellan de två munstycken som undersöktes i fältförsöket var därför den applicerade mängden *insektsmedel/ tid* och *storleken på dropparna*.

Tiden för de olika appliceringarna valdes att vara densamma trots det högre flödet per minut med det traditionella munstycket. Gånghastigheten valdes beroende på att det är svårt att gå både fortare och långsammare i ett kassavafält. Det mest praktiska är att spruta två rader i taget och då odlingen är äldre än tre månader är raderna igenväxta och det krävs att man ”slår sig fram” mellan plantorna. Med en snabbare gång hinner man inte röra sprutstaget mellan de två raderna och i de olika nivåerna i plantan. Med en långsammare gång krävs det en i många fall orealistiskt lång tid att gå över hela fältet.

Eftersom tiden för appliceringen är densamma användes minst två gånger större vätskevolym med det traditionella munstycket än med Albuz ATR (storlek: lila). Spridningen av vätskan sker på samma mängd blad eftersom samma mängd rörelser är möjliga under denna tid. Skillnaden mellan appliceringarna visar sig alltså i slutändan vara dropparnas *storlek* och *spridning* på undersidan av bladet.

Det vattenkänsliga pappret visar på större droppar med större mellanrum med det traditionella munstycket och mindre droppar med mindre mellanrum mellan dem med munstycket Albuz ATR (storlek: lila) Det som bl.a. skulle undersökas med fältförsöket var om de mindre dropparna räckte för att ge en fysisk effekt på de vita flygarna, om dropparna täckte tillräckligt stor del av insekten för att den skulle avlida eller påverkas negativt så att populationen och därmed skadorna av angreppet blev lågt. Enligt resultaten skilde sig inte de olika metoderna åt men de har heller ingen statistisk skillnad i förhållande till kontrollen. Tyvärr kunde resultaten inte ligga till grund för att dra slutsatser om huruvida de olika appliceringsteknikerna skildes ifrån varandra i relationen täckning - mortalitet. Det var heller inte möjligt att avgöra om täckningsgraden 60 %, var tillräcklig för att hålla populationen av vita flygare nere.

Genom att använda det traditionella munstycket används ca. 3 gånger större volym än vid användning av ett munstycke med fin duschkvalitet (<100µm), beroende på att flödet per minut är olika för olika spridare. Med de olika munstyckena uppnåddes ändå en liknande täckningsgrad. Adams *et al.* (1991) uppnådde vid applicering med en hydraulisk spruta och en Hannifin ENS (låg volym, 30 l/ha) också en täckningsgrad på 60 % med de båda sprutorna. Vätskevolymen var den dubbla för den hydrauliska sprutan och mortaliteten av *T. vaporariorum* var 60 - 70 % för bägge metoderna. I försöket användes den syntetiska insekticiden bifenthrin och applicerades i samma dos (g/ha). Resultatet ger en indikation på att en mindre volym kan användas, eventuellt med högre koncentration. Genom att använda en mindre volym sparas både produkt och vattenmängd. Detta i sin tur reducerar kostnader för produkten och minskar behovet av arbetskraft.

Eventuellt kan droppstorleken ha en större betydelse för fysikaliskt verkande insektsmedel än för ex. biologiskt verkande preparat som också är fysikaliskt verkande, ej systemiskt och som också kräver god täckning. Man kan fundera på om mycket fina droppar, om än många, dödar insekten eller endast irriterar dem. För biologiska medel med ex. svampsporer kan det ev. räcka med att några få sporer gror och kan ta sig in i insekten och där föröka sig och döda insekten, men räcker en minimal droppe med olje-/såpblandning till att täcka thorax eller skada vaxlagret? Här har vätskemängden mycket stor betydelse liksom toxiciteten av produkten. Om verkningsmekanismerna enbart är fysikaliska som med ren såpa kan man anta att det krävs större vätskemängder än med en produkt med exempelvis inblandning av ämne (växtextrakt) som även har en mer toxisk verkan. Ju mer verksamt extrakt, desto mer liknar appliceringskraven de för syntetiska insekticider.

### 7.2.2 Nivå i plantan

Eftersom de olika stadierna av *A. socialis* är placerade i olika nivåer på kassavaplantan kan man beroende av produkt intensifiera applicering på de berörda nivåerna. Agronim orsakade högst mortalitet i de stadier som befinner sig högt upp i plantan, första nymfstadiet, ägg och vuxna. Man behöver därför inte bespruta de nedre delarna av plantan utan rikta in sig på toppskott och de översta tio bladen. Biomek, Bioneem och Kokossåpa + Chili orsakade hög dödlighet i både de stadier som hittas i toppskottet och i de mittersta delarna, första- och andra nymfstadierna samt de vuxna. Är plantan fortfarande liten, mindre än en meter, bör man täcka hela plantan för att senare i växtsäsongen slippa att bespruta de allra nedersta delarna.

### 7.2.3 Sprutor och spridare

I dagsläget är det en ryggspruta som står till buds för en colombiansk lantbrukare med få hektar. Oftast används det traditionella munstycket. Vill denne lantbrukare använda fysikaliskt verkande insektsmedel, talar mycket för att en investering i en annan spridare kan öka effekten av produkten, och resultaten av försöken tyder på att det även går att minska vätskemängden. I försök i grönsaker i Indonesien minskades vätskemängden med 70 % genom att byta den gamla spridaren på ryggsprutan mot en ny spaltspridare. Den ökade kostnaden för utrustningen kunde tjänas in på effektivare användning av produkterna. (Friedrich, 2000).

Initialkostnaden för spridarna Albus ATR (storlek: lila) och TX-SSX 3 är hög i jämförelse med exempelvis det traditionella munstycket eller Goizper HC50/0.2/3. Kostnaden för

spridarna i förhållande till minimilönen<sup>8</sup> är, för ATR (storlek: lila) 7 %, TX-SSX 3,5 %, Goizper HC50/0.2/3 1,6 % och för den traditionella spridaren endast 1 % av minimilönen.

Vid avvägningen inför investeringen skall även tas i beaktande hållbarheten hos de olika munstyckena. Beräknad livslängd för de olika sprutorna skiljer sig markant åt; ett munstycke av rostfritt stål håller betydligt längre än en mässingsspridare. TX-SSX 3 (rostfritt stål) håller 5ggr längre än Goizper HC50/0.2/3 (plast) Kostnad per timme resulterar för Goizper HC50/0.2/3 i 1.35 COP och för TX-SSX 3 endast 40 % av den summan (Hamann, pers). Ett munstycke i keramik håller ännu längre än rostfritt stål.

Vid försöken noterades nödvändigheten att använda mycket fina filter i munstycket för att undvika igensättning och för att öka hållbarheten och undvika att trycket minskar, kan kopplingar i metall rekommenderas.

Med ryggsprutor finns det både för och nackdelar. En fördel är de låga kostnaderna vid initial investering. Lantbrukare i Colombia har oftast råd med denna spruta och de är lätta att tillgå. Nackdelar med dem är att de kräver manuellt arbete som är tröttsamt om det är många hektar som skall besprutas. Det krävs konstant pumpning för en jämn spridning och för att bibehålla högt tryck. Spridare avsedda att ge fin duschkvalitet, kräver ett relativt högt tryck vilket kan vara svårt att vidmakthålla under många timmars arbete. Att förändra trycket i sprutan är ofta inte möjligt i de enkla sprutorna.

Täckningen av Electrafan 12 observerades vara väldigt låg, speciellt vida applicering i fält. Anledningen till detta kan eventuellt vara den höga evaporationen eller en låg vätskemängd/lågt flöde i förhållande till plantans storlek. Roterande spridare ger en mycket fin duschkvalitet vilket ger förutsättningar för en god och jämn täckning samtidigt som låga vätskemängder används. Roterande spridare kan därför anses lämpliga för fysiskt verkande medel. Två lösningar är tänkbara för att öka täckningen med Electrafan 12; öka flödet eller minska hastigheten. Vid genomförande av försök med modellen Electrafan 12 var det varken möjligt att reglera flöde eller hastighet. Med ett ökat flöde kan högre täckning förväntas liksom vid lägre effekt vilket ger större droppar. Electrafan 12 alstrar minimala droppar vilka är mycket känsliga för vind och värme. Den ökade droppstorleken skulle kunna minska avdunstningen, vilken kan misstänkas ha varit hög i fält. Det är troligt att den höga temperaturen (> 25°C) gjorde att dropparna evaporerade innan de nådde plantorna. Under de olika försöken var vinden svag varför det inte kan vara orsak till låg täckning. Enligt Matthews (2000) minskar livslängden för en 50 µm droppe fyra gånger med en temperaturökning från 20 - 30°C och avdunstningen fördubblas om temperaturen ökar från 20 till 30°C eller om RH minskar från 85 till 70 %. Avdunstning av vattenbaserade sprutvätskor ökar tiofalt vid halverad droppstorlek (100-50µm) (Sandström, pers). Skillnaden mellan växthus och fält var 5 - 10°C och med droppar mindre än 50 µm torde avdunstningen förkorta livslängden avsevärt vilket förklarar den observerade skillnaden av täckningen vid besprutning i växthus och på fält med Electrafan 12. För att minska evaporationen kan eventuellt den av Piggott (2003) nyligen utformade roterande spridaren vara användbar för fysikaliskt verkande insektsmedel. Dessa spridare har en roterande skiva utan tänder vilket ger större droppar och även ett större flöde per minut men som fortfarande använder relativt lite vätska jämfört med hydrauliska spridare.

---

<sup>8</sup> Minimilönen 2005: 381 500 COP (MAVDT, www) ung. 1360 SEK

## 7.2.4 Alternativ utrustning

Kassavans täta bladverk kräver en god inträngningskapacitet hos sprutan. För att i fält öka jämnheten av vätskefördelning rekommenderas lufttillsats för att ge de små dropparna mer energi för att tränga in i bladverket. Tillsatsluft kan dels användas i hydrauliska sprutor och i roterande spridare. En manuell roterande spridare med fläkt är, liksom motordrivna ryggsprutor med lufttillsats, ett tänkbart alternativ. Skillnaden mellan fläktspruta och en lufttillsats är att fläktsprutan transporterar medlet med luft med hög hastighet och i stor mängd och luftassistans innebär att luften används att assistera dropparna i deras färd till bekämpningsobjektet. Lufttillsatsen blandas antingen med vattnet utanför eller inne i spridaren (Danfoil sprutan, blandar sprutvätska och luft i munstycket) eller för dropparna framåt (Hardi Twin sprutan) (Brandt, Bengtsson, 1990). Både Danfoil och Hardi Twin kan tänkas uppfylla kraven för bekämpning med fysikaliskt verkande insektsmedel och kan samtidigt minska vindavdriften som i annat fall ökar med minskande droppstorlek.

Vid vidare försök med roterande spridare är det viktigt att använda en spruta designad för kassavaodling, med bl.a. ett längre sprutstag.

Det vore även intressant att undersöka effektiviteten av en motordriven ryggspruta. Dessa driver en fläkt vilket ökar inträngningen i bladverket. Motordrivna ryggsprutor är utformade för att ge en duschkvalitet med 50 - 100 $\mu$ m VMD och har ett mindre flöde/min än handdrivna ryggsprutor (Figur 28a). Motordriven spruta är för närvarande inte en utrustning som kassavaodlande lantbrukare nyttjar i Colombia idag. I vissa fall används den i de större lantbruken men är alltför kostsam för de mindre lantbruken.

Besprutning av vita flygare i kassava kräver en sprututrustning som applicerar underifrån. En anpassning till detta behov har utarbetats av ett schweiziskt maskinföretag i samarbete med ett forskningsinstitut. Spridaren, avsedd för potatis och jordgubbsodling, har placerats uppåtriktad i botten av fåran (Figur 28b) (Svensson, pers). Eventuellt kan utrustningen utvecklas för att även användas i kassava. En av fördelarna med denna modell är att användaren utsätts i mindre omfattning för sprutvätskan. Även ryggsprutor med sprutlansen monterad på ryggen har denna fördel (Figur 28c). Skyddsutrustning används sällan vid applicering med ryggspruta vilket är ett problem som är svårt att lösa. Riskerna är kända men en förändring tycks/känns avlägsen. Ingen av de lantbrukare jag besökte använde någon skyddsutrustning annat än ett tygstycke för munnen. Enligt Friedrich (2000) är skyddsutrustning oftast okänt och "considered unrealistic" i många utvecklingsländer.



**Figur 28.** a) Motordriven ryggspruta (Bateman, www) b) Uppåtriktad sprutlans för applicering underifrån i potatisfåra (Svensson, pers) c) ryggspruta med sprutlans monterad på ryggen (Bateman, www).

## 7.3 Produkter

### 7.3.1 Verkan

Biomel visade i detta arbete mycket god kurativ effekt. Vid försök på *Catie* (www) observerades låg repellerande effekt samt ät- och äggläggningdeterrent effekt vid applicering innan de vuxna individerna placerats på plantorna dvs. försöken visade varken insekticid eller repellerande effekt. Vid ett öppet-val-försök med *B. tabaci* observerades vaken ät- eller äggläggningdeterrens vid behandling av tomatplantor med extrakt av *T. diversifolia*. Vid ett stängt försök, där *B. tabaci* inte kunde välja planta, visades däremot både ät- och äggläggningdeterrens vid behandling av *T. diversifolia* (1,0 och 1,5 %) (Aguiar *et al.*, 2003). Utifrån dessa försök kan man anta att den totala effekten av Biomel i bekämpning av vita flygare inte kan förväntas bli avsevärt högre i fält än vad som observerats i växthusförsöken. Den mortalitet som uppvisas med Biomel, i detta arbete, kan antas orsakad främst av insekternas direkta kontakt med produkten och ytterligare effekt av produktens innehåll av växtextraktet *Tithonia diversifolia*, kan förmodligen inte förväntas.

Mortaliteten i äggstadiet för Agronim är mycket hög. Agronim innehåller vegetabiliska oljor och extrakt av nim. Även Bioneem innehåller extrakt av nim, men visar en mycket låg mortalitet i äggstadiet. Bioneem innehåller, förutom nim, en blandning mellan vegetabilisk olja och en såpa medan det för Agronim inte redovisas någon inblandning av såpa. Enligt Cubillo *et al.* (1999) orsakade nimextrakt insekticid verkan i vuxenstadiet av *Bemisia tabaci* då nimolja används och applicerats innan insekterna placerats på plantorna. Försök med vattenbaserade extrakt av malt frö av nim visade ingen signifikant skillnad i mortalitet, i jämförelse med kontrollen. Eventuellt kan oljan *per se* ha en letal effekt på vita flygare och den höga mortaliteten hos ägg beror av oljan i Agronim och inte enskilt av nimextrakt. I

Extrakt av nim till Bioneem har tagits fram genom att extrahera krossade frön med en alkohollösning medan Agronim är baserat på nimolja av pressade frön. Detta kan svara på skillnaden mellan de två produkterna förutom att Agronim har större inblandning av olja. Veierov (1996) observerade i försök med vegetabiliska oljor att insekterna avled indirekt, inte enbart genom direkt kontakt. Han föreslog att oljorna kunde ha någon inanitionseffekt dvs. att insekterna dog av utmattning som kan uppkomma ex. av långvarig svält eller felaktigt sammansatt kost.

Nim innehåller förutom substansen azadiraktin andra ämnen som påverkar insekterna (Cubillo *et al.*, 1999). Hur ämnen extraheras ur växterna är därför avgörande för extraktets insekticida-, repellerande- etc. verkan. Vattenbaserat extrakt av nim visade tecken på äggläggningdeterrens som förmodligen berodde på något annat ämne än azadiraktin, eventuellt meliantröl och salanin (Alonso, 1999; *Catie*, www).

Kokossåpa och Chili är ett traditionellt insektsmedel i Colombia (Holguín, 2001). Varje lantbrukare gör sin egen blandning och det finns inga studier på vilka koncentrationer som behövs för vita flygare. Det är även svårt att rekommendera en koncentration av chili som lantbrukarna själva kan mäta. Såpa och chili är inte dyra i inköp men blandning tar naturligtvis mer tid att preparera än en redan formulerad produkt. Vid jämförelserna i detta arbete mellan koncentrationerna av Kokossåpa + Chili skiljer sig endast koncentrationen av såpan. Man kan anta att det är såpan och inte chili som främst orsakat den letala effekten hos vita flygarna eftersom mortaliteten ökade (i två utvecklingsstadier) med ökande koncentration av såpa. Man kan även anta att situationen i fält blir annorlunda och att chili har en repellerande effekt som via kontakt ger irritation. Cubillo *et al.* (1999) observerade att paprikafrukter gav äggläggningdeterrent effekt hos *B. tabaci* vilket eventuellt påvisar att chili i såpa ökar bekämpningseffekterna ytterligare.

### 7.3.2 Resistens

Syntetiska växtskyddsmedel bekämpar i många fall vita flygare men orsakar samtidigt, efter intensiv användning, ofta resistens hos insekterna och effekterna av produkten minskar. Hittills känner man inte till om huruvida insekter kan utveckla resistens mot fysikaliskt verkande insektsmedel, men eftersom medlet oftast inte går in i insekten och därmed inte påverkar cellerna behöver man nog inte befara det. Resistens mot såpor borde uppkomma långsammare än för andra pesticider (Liu & Stansly, 2000; Szumlas 2002). Såpor kan därför rekommenderas för användning i resistensprogram då man växlar mellan olikverkande preparat.

Vid tillsats av växtextrakt är risken för resistens större. I försök då vita flygare applicerats med Kokossåpa + tagetes och *Lonchocarpus nicou* har man observerat att den efterföljande generationen har sämre reproduktiv kapacitet (García, 2003). De produkter som har en mer långvarig verkan över generationer har också större risk att skapa resistens eftersom alla insekter i generationen inte påverkas utan de som genom mutationer, lyckas "ta sig förbi" skapar en ny aggressivare population.

### 7.3.3 Naturliga fiender

Jämfört med syntetiska insekticider har fysikaliskt verkande medel ingen eller kort efterverkan. Därför är de mer skonsamma mot naturliga fiender. Samtidigt är de fysikaliskt verkande insektsmedlen i många fall inte specifika vilket gör att om naturliga fiender kommer i kontakt med produkten kan de ändå påverkas negativt. Detta gör det än mer viktigt att den applicerade produkten når målinsekten och att produkten inte förloras i form av dropp och avrinning från bladen och därmed kommer i kontakt med eventuella naturliga fiender som befinner sig i de lägre partierna.

De produkter som förutom en fysikalisk verkan även har en biologisk verkan (repellerande etc.), specifik för vita flygare, medverkar ev. inte till att minska populationerna av naturliga fiender. Vissa växtextrakt är i viss mån selektiva (Nedstam, pers.). Den selektivitet som finns hos insekterna beror av insekternas olika motståndskraft i form av uppbyggnad, exponering och att de inte uppträder med känsliga stadier samtidigt som målinsekten. Parasitsteklar så som *Encarsia* sp och *Eretmocerus* som parasiterar *A. socialis* föredrar nymfer i tredje stadiet vilka befinner sig i de undre bladverket (Pilar, pers; Nedstam, pers). Resultaten från detta arbete visade högre effekt på tidigare stadier vilket gör att man kan anta att appliceringar riktade till det övre bladverket kan ge en högre total bekämpning än om hela plantan besprutas. I Iannacone och Lamas (2002) försök med azadiraktin på *Crysoperla externa* som tillhör samma släkte som guldögonsländorna *Crysopa* sp som äter nymfer av *A. socialis* fann man varken effekt på kläckning av ägg eller puppor. Däremot visade azadiraktin (40 mg a.i./l) effekt på första nymfstadiet. För vidare användning av nimprodukter för bekämpning av *A. socialis* är det därför viktigt att göra fler studier för att avgöra eventuella effekterna på naturliga fiender.

Botaniska insektsmedel (växtextrakt) har i Colombia generellt blivit hanterade och klassificerade enligt samma förordningar som de syntetiska växtskyddsmedlen. På många håll har det fördröjt utvecklingen och certifieringen av alternativa produkter genom att de små producenterna inte haft ekonomiska förutsättningar för att utföra de undersökningar som krävs för att få en produkt godkänd. De högt ställda kraven på undersökningar av produkterna utvecklades p.g.a. den höga toxicitet för djur, växter och människor som de syntetiska produkterna många gånger innehar. (Cock 2003; SJV, www2). En god granskning är

nödvändig för trovärdigheten, även såp- och olje- baserade bör analyseras så att inga produkter med negativa biverkningar för omgivande miljö, marknadsförs. Det vore intressant att se en utveckling där dessa alternativa medel inte förblir alternativa utan används av en majoritet av lantbrukare t.ex. för att alternera med syntetiska insektsmedel och på så sätt minska risken för resistens. I detta scenario skulle en god certifieringskontroll vara ekonomiskt möjlig för de små producenterna men i dagsläget kan kraven för produktcertifiering vara för höga (Nedstam, pers.; Larsson, pers.; Tandlund, pers.). I dagsläget används alltför många såpor som insektsmedel och trenden är att regleringen för godkännande av dessa produkter hårdnar, speciellt för produkter med växtextrakt. Toxicitets- och miljötester för produkterna kommer att troligen att krävas (Larsson, pers; Szumlas, 2002; Tandlund, pers)

### **7.3.4 Fler alternativa produkter**

På den Colombianska marknaden finns ytterligare ett par medel som skulle kunna vara aktuella att prova för bekämpning av vita flygare. För detta arbete beställdes den kommersiella kokossåpan Safer men företaget gjorde en felförsändelse. I mitt arbete var det planerat att pröva det dansktillverkade medlet Bio-Dux som används i Sverige av växthusodlare mot problem med vita flygare och trips. Medlet används också mot svampangrepp ex. *Phytophthora infestans* i potatis. På grund av försenad leverans gjordes inte försök med denna produkt. Ytterligare fysikaliskt verkande insektsmedel och växtextrakt som även de är värda att undersökas finns med stor sannolikhet runt om i världen. Produkter baserade på oljor av jojoba, bomullsfrö, nejlikor och sesamfrö är några exempel som redan tillverkas i USA mot vita flygare.

## **7.4 Metod**

### **7.4.1 Mortalitet som parameter**

Under växthusförsöket undersöktes parametern *mortalitet* av de olika produkterna. Mortalitet är endast en parameter för att avgöra effekten av ett insektsmedel. Om mortaliteten enbart var en effekt av fysikalisk påverkan är förmodligen bedömningen av produkterna missvisande om man tolkar resultaten som produkternas *totala* effektivitet. Den totala effekten av produkterna visar med största sannolikhet andra resultat. I vidare försök framöver vore det intressant att även undersöka andra parametrar än mortalitet, exempelvis biologiska effekter och även undersöka effekterna på individer i efterföljande generationer. Vid försök under en längre tidsperiod borde produkterna undersökas i flera olika regioner, vid olika tidpunkter på året och/eller under samma tid under flera år för att kunna dra generella slutsatser om de olika produkternas effekt på vita flygare i kassava. Tillverkarna av L'EcoMix, EcoFlora, rekommenderar att effekten av produkten på vuxna individer mätes bäst genom att jämföra skadan av äggläggning och födointag i förhållande till den absoluta kontrollen. EcoFlora menar också att det är svårt att i ett kort perspektiv kvantifiera bekämpningseffekten och menar att produkten ger fördelar i ett längre perspektiv genom att ge en bättre balans och uthållighet i systemet och återstabilisera faunan av nyttoinsekter, jämfört med syntetiska insekticider.

### **7.4.2 Använd och alternativa metoder**

Valda försöksmetoder är anpassningar till liknande arbeten med vita flygare och insektsmedel. Framför allt har tidigare arbeten på CIAT (Entomologi-programmen för



kassava och bönor), legat till grund för kunskap om metod, men även arbeten skrivna av Liu och Stansly (2000), Cubillo *et al.* (1999), personliga samtal med Jorge Tadeo Lozano på Universidad Nacional de Colombia, och mina handledare har haft inflytande. Detta gäller för försöket i fält där även agronomen Henry Hamann var mycket behjälplig.

Appliceringarna i fält gjordes i stort sett enligt den norm som rekommenderas för kemiska insektsmedel. Detta skulle eventuellt ha modifierats. De fysikaliskt verkande insektsmedlen rekommenderas av tillverkarna att appliceras var 5 - 8:e dag, ofta utan att nämna någon nivå på populationen. Enligt förfrågan av tillverkarna till Biomel är det, trots andra rekommendationer på förpackningen, möjligt att använda Biomel vid nivå tre (uppnått i något stadium enligt använd skala) och därmed förfara som om produkten har en direkt utslagsverkan. Många andra produkter rekommenderas att användas kontinuerligt för att uppnå exempelvis avstötande och andra biologiska effekter. Eventuellt skulle resultaten blivit annorlunda om, i fältförsöken, Biomel och Kokossåpa + Chili hade applicerats i tätare intervall. De ihållande regnen och den låga populationen av vita flygare orsakade att beslut angående appliceringsfrekvens var mycket svåra att ta.

Vuxenförsöket gav hög mortalitet i kontrolleret. *A. socialis* kräver utrymme för att överleva och detta var förmodligen anledningen till att dödligheten blev så hög i detta arbete. Behovet av utrymme är också en av anledningarna till att CIAT numera använder ett helt växthus för att bevara försökspopulationen av *A. socialis*. Vid försöket som visade relationen mortalitet – volym överensstämde mortaliteten för 15 ml/planta med försöken i vuxenstadiet, i vilket 15 ml/planta också användes. Vid båda försöken gav denna volym ca. 60 % mortalitet. Resultaten visar att försöken i vuxenstadiet ändå gav jämförbara resultat. För ytterligare försök i växthus rekommenderas att använda stora burar.

I fält är det viktigt att göra fler täckningsförsök, med varierad volym och undersöka relationen täckning-dödlighet vilket inte har gjorts tillräckligt. Fältförsök bör också göras vid olika tidpunkter, så att en hög population av vita flygare är garanterad. Man bör även undersöka olika intervall mellan appliceringarna.

## 8 SLUTSATSER OCH SLUTORD

Vid arbetets början antogs att produkterna som undersöktes skulle kunna ha en bekämpningseffekt på *Aleurotrachelus socialis*. Främst föreställde man sig att uppkommen mortalitet skulle vara ett mått på de fysikaliska effekterna av produkterna, på grund av deras innehåll av t.ex. olja och såpa. Det antogs också att tidiga nymfstadier skulle vara känsligare än ägg. Effekter på vuxenstadiet fanns det mycket lite kunskap om, eftersom de flesta arbeten som gjorts med vita flygare och insektsmedel har koncentrerats på nymfer och ägg. För aduler har främst repellerande-, ät- och äggläggningsdeterrent effekt undersökts vilket gjorde det osäkert vilken effekt produkterna skulle orsaka på de, generellt sett, svårbekämpade *A. socialis*. Det är ovanligt att utforma försöken så som gjordes i detta arbete, att applicera produkterna på insekterna efter att insekterna placerats på plantorna.

Utifrån resultaten i detta arbete kan konstateras att några produkter, Biomel och Kokossåpa+Chili, orsakar hög mortalitet i framför allt första nymfstadiet. En produkt, Agronim, orsakar hög mortalitet i äggstadiet vilket främst kan hänvisas till en icke-fysikalisk effekt.

Med fysikaliskt verkande medel behövs det en hög täckningsgrad av produkten på målinsekten. För bekämpning av vita flygare i kassava krävs det dessutom att sprutvätskan riktas mot bladens undersidor och att sprutan har tillräcklig kapacitet att tränga in i bladverket. Den traditionella appliceringstekniken består i att använda ryggsprutor med spridare av mässing och applicera med stora mängder sprutvätska per hektar. Genom att använda spridare av högre kvalitet går det enligt genomförda försök att uppnå god täckning med lägre mängder vätska. Huruvida denna täckningsgrad och duschkvalitet inverkar på mortaliteten i fält kunde däremot inte klargöras efter dessa försök.

Nya frågor har uppkommit under arbetets gång vilka kan ligga till grund för fortsatta studier. Vilken är den bästa relationen mellan oljor och såpor i en blandning? Vilka oljor? Lönar det sig att tillsätta ett växtextrakt eller påverkar det negativt de naturliga fienderna? Vilket växtextrakt? Kan dessa produkter användas om kassavans blad sedan användes för djur- eller människoföda? Finns det ytterligare utvecklingsmöjligheter av ekonomiskt möjliga appliceringsutrustningar för colombianska småbönder? Hur stor inverkan har hög temperatur på användbarheten av roterande spridare? Hur väl täcker små droppar insekterna, tränger produkterna in i spiraklarna? Hur väl stämmer teorin om att bekämpningseffekten ökar då droppstorleken minskar, för fysikaliskt verkande insektsmedel?

I takt med att efterfrågan av minskad användning av kemiska medel i lantbruket och i våra livsmedel ökar, ökar också kraven på den enskilde lantbrukaren. Det räcker inte att endast producera grödor till ett lågt pris till konsumenten, utan det förväntas också att han/hon producerar till ett, för miljön, lågt pris. Detta ansvar borde inte vara enbart bondens. Det krävs att det för varje land och varje region utvecklas lösningar som kan begränsa skadeinsekter på ett sätt som passar in i den sociala och ekologiska verkligheten i varje område. Det måste tas fram produkter och utvecklas tekniker för detta och lantbrukaren måste få betalt för det. Det finns mycket kvar att göra.

## 9 TACK!

Avslutningsvis vill jag tacka alla som på något sätt varit med mig under det senaste året, alla som har hjälpt mig att utföra detta examensarbete. Det finns många som jag skulle vilja nämna och ordningen på de nedan nämna personerna har inget att göra med hur viktiga de har varit och det finns mycket mer jag skulle kunna tacka er för.

Tack James Montoya Lerma, min handledare på La Universidad del Valle i Cali, Colombia som var så positiv till att jag skulle göra ett examensarbete i Colombia och som hjälpte mig att komma i kontakt med CIAT.

Tack till Sven Axel Svensson, min handledare på Sveriges Lantbruksuniversitetet i Alnarp, Sverige som var den förste att föreslå ett arbete kring det spännande ämnet, fysikaliskt verkande insektsmedel och som alltid tror på en lösning.

Gracias a todos en CIAT del programa Entomología de Yuca, especialmente Anthony Bellotti por haberme aceptado como investigadora visitante.

Tack till Claudia Holguín, Josefina Martinez, Arturo Caravalí, Gerardino Perez, Carlos Muños, Carlos Julio Herrera, Bernardo Arias för att ni lärde mig så mycket om dessa fantastiska vita flygare.

Tack till alla andra på CIAT, speciellt Jimena, Rosalba, Tassilo, Maria Fernanda, Carolina\*3, Javier, Frank samt ni i växthuset som hjälpte mig med det praktiska.

Tack till Henry Hamann, rådgivande agronom på Agronom i Jamundí som lärde mig så mycket och som alltid var så otroligt positiv trots att det regnade.

Ett enormt tack till alla ni på Agricol i Jamundí, Humberto Rodríguez som frågade hundra frågor, Antonio Veraso som lärde mig att använda ryggspruta.

Tack till CIAT som gav mig möjligheten att tillbringa nio underbart lärorika men samtidigt frustrerande månader i Cali. Ni visade mig att det finns så mycket mer att lära.

Tack till SLU och SIDA som accepterade ansökan om MFS stipendium.

Tack till Tom Bals på Micron Sprayers i Storbritannien som lånade ut sprutan Electrafan 12.

Tack till James Silva och Jan Eric Englund för ovärderlig hjälp med statistiken.

Tack till Barbro Nedstam för intressanta synpunkter i samband med seminariet och till examinator Jan Erik Mattsson för genomläsning.

Tack till alla underbara vänner och min kära familj som alltid finns där när det behövs.

## 10 REFERENSER

Översättningarna efter referenserna avser artikeln eller bokens titel.

### 10.1 Tryckta referenser

- Adams, A. J., Lindquist R.K., Adams I. H. H. & Hall F. R. 1991. Efficacy of bifenthrin against pyrethroid - resistant and - susceptible populations of glasshouse whitefly in bioassays and using three spray application methods, *Crop Protection*, (10).
- Aguiar, A., Kass D. C., Mora G. A. & Hilje L. 2003. Fagodisuasión de tres extractos vegetales sobre los adultos de *Bemisia tabaci*, *Revista Manejo Integrado de Plagas y Agroecología* (68). (Feed dissuasion of three vegetal extracts on the adults of *Bemisia tabaci*)
- Aguirre, M.C. & Norato F. T. 2003. *Manejo las plagas del tomate chono con extractos de barbasco, marigol y nim*, Corpoica y Pronatta, PAB'S Publicidad, Ibagué. (Control of pests in the tomato var. chono with extracts of barbasco, marigol and nim)
- Agricultura Biológica. 2005. *Información técnica*, Agricultura Biológica, Buga. (Technical information)
- Aleán, I., Morales, A., Holguín, C. & Bellotti, A.C. 2004. Patogenicidad de diferentes hongos entomopatógenos para el control de *Aleurotrachelus socialis* (Homoptera: Aleyrodidae) bajo condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Entomología* **30**(1):29-36. (Pathogenicity of different entomopathogenic fungi for the control of *Aleurotrachelus socialis* (Homoptera: Aleyrodidae) under conditions of greenhouses)
- Alonso, O. 1999. Los insecticidas botánicos: una opción ecológica para el control de plagas, *Pastos y Forrages* **22** (1) (The botanical insecticides: an ecological option for control of plagues)
- Anderson, P. K. 2005. *Whiteflies as vectors of plant viruses in cassava and sweetpotato in Africa* In: *Whitefly and Whitefly-Borne Viruses in the Tropics: Building a Knowledge Base for Global Action*, CIAT, Cali.
- Arias, B. 1995. *Estudio sobre el comportamiento de la mosca blanca Aleurotrachelus socialis Bondar (Homóptera: Aleyrodidae) en diferentes genotipos de yuca, Manihot esculenta Crantz*, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, pg.167 (Study on the behavior of the whitefly *Aleurotrachelus socialis* Bondar (Homóptera: Aleyrodidae) in different genotypes from cassava)
- Asocolfiores & Cecodes Ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial. 2004. *Utilización de bioinsumos en Colombia, estudio el caso de flores de corte*, Grupo de mercados verdes, Panamericana formas e impresos S.A., Bogota, ISBN 33-6215-8 (Use of 'organic infusions' in Colombia, study the case of cut flowers)
- Bellotti, A. C. & Vargas, O. 1986. *Mosca blanca del cultivo de yuca: Biología y control*; Unidad Audiotutorial, CIAT, Cali. (Whiteflies in the cassava culture)
- Bellotti, A. C. 2002. *Arthropod pest in cassava* In *Cassava: biology, production and utilization*, Eds. Hillocks R.J., Thresh J.M., Bellotti A.C., Wallingford, CABI 209-236
- Bellotti, A. C., Arias, B., Vargas, O., Reyes, J. & Guerrero, J. 2002. *Insectos y acaros dañinos en la yuca y su control. En la yuca en el tercer milenio, sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización*, Compilación y dirección, Bernardo Ospina, Hernán Ceballos, Clayuca, Cali, pp.160-203 (Harmful insects and

- mites in the cassava and its control. In the cassava in third millennium, modern systems of production, processing, use and commercialization)
- Bellotti, A. C. 2005. *Biological control of whiteflies by indigenous natural enemies for major food crops in the neotropics* in: Whitefly and Whitefly-Borne Viruses in the Tropics: Building a Knowledge Base for Global Action, CIAT, Cali
- Bioma. 2000. *Uso de Biomec en el control de Plagas Agrícolas*, Bioma, Medellín. (The use of Biomec in the control of agricultural plagues)
- Brandt, J. & Bengtsson, A. 1990. 31:a svenska Växtskyddskonferensen 91-106. Institutionen för växt- och skogsskydd, Konsulentavd./Växtskydd, SLU.
- Carabalí, A., Bellotti, A.C. & Montoya-Lerma, J. 2005a. Potencial de resistencia de genotipos de yuca al biotipo "B2 de *Bemisia tabaci*, Resúmenes XXXII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología, SOCOLEN. 27-29/07/05, Ibagué, 101. (Potential of resistance of genotypes of cassava to biotype "B2 of *Bemisia tabaci*)
- Carabalí, A., Bellotti, A.C., Montoya-Lerma, J. & Cuéllar, A.C. 2005b. Adaptation of *Bemisia tabaci* biotype B (Gennadius) to cassava, *Manihot esculenta* (Crantz). *Crop Protection* (24) 643-649.
- CIAT. 2002. *Annual report 2002*. Integrated Pest and Disease Management in major Agroecosystems, CIAT, Cali.
- CIBA-GEIGY. 2005. Water – sensitive paper for monitoring spray distribution, *Bul. 332-W CIBA-GEIGY Limited*, Basle.
- Cloyd, R.A. 2003. *Soaps and Detergents: Should they be used in interior landscapes?*, Department of Natural Resources and Environmental Sciences, University of Illinois.
- Cubillo, D., Guido, S. & Hilje, L. 1999. Evaluación de la repelencia y mortalidad causada por insecticidas comerciales y extractos vegetales sobre *Bemisia tabaci*, *Revista Manejo Integrado de Plagas* (53). (Evaluation of the repellence and mortality caused by commercial insecticides and vegetal extracts on *Bemisia tabaci*)
- EcoFlora. 2005. *Información técnica*, EcoFlora, Medellín. (Technical information)
- Friedrich, T. 2000. Pesticide application needs in developing countries, *Aspects of Applied Biology* (57) 193-199.
- García, G., González, J. G. & Gutierrez, D. 2003. Evaluación de los extractos vegetales de barbasco, neem y marigol para el control de la mosca blanca de los invernaderos, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae), *Revista Nataima*, (7). (Evaluation of vegetal extracts of barbasco, neem and marigol for the control of whitefly in greenhouses, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae)
- Gold, C. S., Altieri, M. A. & Bellotti, A. C. 1990. Intercropping Suppresses Whitefly in Colombia, Direct and residual effects of short duration intercrops on cassava whiteflies *Aleurotrachelus socialis* and *Trialeurodes variabilis* (Homoptera: Aleyrodidae) in Colombia. *Agriculture, Ecosystem and Environment*. (32), 57-67.
- Hagenvall, H. & Nilsson, E. 1997. Specialhäfte teknik 97/98, Att använda kemiska bekämpningsmedel, SJV.
- Hardi. 2003. *Spray Technique*, Fieldsprayer 674953-GB-2003/01.
- Holguín, C. 2001. *Informe, Avances en el establecimiento de un programa de manejo integrado de las plagas más limitantes de la yuca en el Valle de Cauca y norte del*

- Cauca*, Annual report 2001, CIAT. (Report, Advances in the establishment of a handling program of integrated management of the most limiting pests of cassava in the Valley of Cauca and north of Cauca).
- Holguín, C. M. & Bellotti, A. C. 2004. Efecto de la aplicación de insecticidas químicos en el control de la mosca blanca *Aleurotrachelus socialis* (Homoptera: Aleyrodidae) en el cultivo de yuca *Manihot esculenta* Crantz, *Revista Colombiana de Entomología* **30** (1) 37-42. (Effect of the application of chemical insecticides in the control of the whitefly *Aleurotrachelus socialis* (Homoptera: Aleyrodidae) in the culture of cassava *Manihot esculenta* Crantz)
- Iannacone, J. & Lamas, G. 2002. Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Crysoperla externa*, *Manejo Integrado de plagas* (65). (Effect of two botanical extracts and a conventional insecticide on the predator *Crysoperla externa*)
- Jaramillo, G. & Hamann, H. 2005. *La experiencia con la yuca de Agricol S.A. Alternativa para mirar con interés*, Informe en seminario de Clayuca 2005/04/23, Clayuca, Cali. (The experience with cassava in Agricol S.A. Alternative to watch with interest)
- Liu, T-X. & Stansly, P. A. 2000. Insecticidal activity of surfactants and oils against silverleaf whitefly (*Bemisia argentifolii*) nymphs (Homoptera: Aleyrodidae) on collards and tomato, *Pest Management Science* (56) 861-866.
- Matthews, G.A. 2000. *Pesticide Application Methods*, 3rd edition 2000, Blackwell, Oxford.
- Pettersson, J. 1989. *Funktionell anatomi och fysiologi hos insekter*, Utkast till kompendium för kurserna i växtpatologi, SLU, Uppsala.
- Piggott, S. J., Clayton R., Matthews G. A. & Wright D. J. 2003. Development of a new application apparatus for entomopathogenic nematodes, *Pest Management Science* (59), 1344-1348.
- Puri, S. N., Bhosle, B. B., Ilyas, M., Butler, G. D. & Henneberry, T. J. 1994. Detergents and plant-derived oils for control of sweetpotato whitefly on cotton, *Crop Protection*, **13** (1).
- Shaw, D.J. 2000. *Introduccion to colloid and surface chemistry*, 4:th edition, Butterworth Heinemann.
- Sieburth, P. J., Schroeder W. J. & Mayer R. T. 1998. Effects of Oil and Oil-Surfactant Combinations on Silverleaf Whitefly Nymphs (Homoptera: Aleyroididae) on Collards, *Florida Entomologist*, **81** (3).pp. 446 ff.
- SJV. 2005. *Växtskyddsmedel i ekologisk odling*, Jordbruksinformation JO05:24 ISSN 1102-8025
- Trujillo, H., Arias, B., Guerrero, J., Hernández, P., Bellotti, A. C. & Peña, J.E. 2004. Survey for parasitoids of whiteflies in cassava growing regions of Colombia and Ecuador. *Florida Entomologist* 87:268-273.
- Veierov, D. 1996. *Physically and behaviorally active formulations for control of Bemisia*. In *Bemisia 1995: Taxonomy, biology, damage control and management*. D. Gerling; R.T. Mayer (eds.). Andover, Hants, UK. p. 557-576.

Vincent, C., Hallman, G., Panneton, B. & Fleurat-Lessard, F. 2003. Management of agricultural insects with physical control methods, *Annual Rev. Entomology*. (48), pp. 261-81

Wake, M. 2005. Native plant as repellents against malaria mosquitoes, Phd 2005:66, SLU

## 10.2 Internetreferenser

ABE. Spraying Equipment: Nozzles, ISU Extension Pm-1101a, Agricultural and Biosystems Engineering College of Engineering. Iowa State University.  
<http://www.abe.iastate.edu/machinery/pm1101a.asp>, 2005-10-02

Albuz. Albuz ATR Hollow cone nozzle clips, Saint-Gobain Advanced ceramics Desmarquest, [http://www.albuz.saint-gobain.com/anglais/gamme\\_arbo.asp](http://www.albuz.saint-gobain.com/anglais/gamme_arbo.asp), 2005-01

Bateman<sup>1</sup>, R.P., The application of biopesticides to perennial crops, CABI, Bioscience  
<http://www.cabi-commodities.org/Acc/ACCrc/PDFFiles/W-BPD/Ch8.pdf>

Bateman<sup>2</sup>, R. P.; Controlled Droplet Application (CDA) v. 3.2,  
<http://www.dropdata.net/download/cda.pdf>, 2005-10-06

Bateman<sup>3</sup>, R.P., Hydraulic atomisers and manual (knapsack) sprayers v. 1,5,  
<http://www.dropdata.net/download/Hydraulic.PDF>, 2005-10-02

CAD. Manual de fitoprotección y análisis de plaguicidas, Colombia Alternative Development, <http://www.fundacad.org.co/uploads/ManualCultivoYuca.pdf>, 2005-03

Catie. Bioplaguicidas para un ambiente más limpio, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñansa,  
[http://web.catie.ac.cr/catie/Informe\\_anual2001/bioplagicidas.htm](http://web.catie.ac.cr/catie/Informe_anual2001/bioplagicidas.htm), 2005-06-16 (Organic pesticides for a healthier environment)

Comieco. Protocolo patrón para ensayos de eficacia biológica de plaguicidas de uso agrícola, Anexo 5, Resolución 118-2004, El Consejo de Ministros de Integración Económica,  
[http://www.comex.go.cr/acuerdos/comerciales/centroamerica/resoluciones/ane5\\_1182004.pdf](http://www.comex.go.cr/acuerdos/comerciales/centroamerica/resoluciones/ane5_1182004.pdf), 2005-01-07. (Protocol for trials about biological efficiency of agricultural pesticides).

Hardi. Catálogo de productos, <http://www.hardi-es.com/Dysekatalog-E.pdf>,  
[http://www.hardi-international.com/HTML/brochure\\_nozzles5.html](http://www.hardi-international.com/HTML/brochure_nozzles5.html), 2005-05-05.  
(Production catalogue)

IRAG. Resistant matrix, Insecticide Resistent Action Group,  
[www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web\\_Assets/RAGs/IRAGResistanceMatrix.xls](http://www.pesticides.gov.uk/uploadedfiles/Web_Assets/RAGs/IRAGResistanceMatrix.xls), 2005-12-08.

KEMI. Kemikalieinspektionen, [www.kemi.se/templates/Page\\_\\_\\_\\_242.aspx](http://www.kemi.se/templates/Page____242.aspx), 2005-10-05.

MAVDT. Auto nr. 1883, Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial,  
[www.minambiente.gov.co/prensa/gacetas/2005/octubre/auto\\_1833\\_031005.pdf](http://www.minambiente.gov.co/prensa/gacetas/2005/octubre/auto_1833_031005.pdf), 2005-12-06.

Micron. Technidea Micron, Pulverizadores con sistema de aplicación de gota controlada, Capacitación y tecnología para el campo, <http://www.technidea.com.ar/Micron/>, 2005-02. (Atomisers with a system for application of controlled droplet size, capacitation and technology for the agriculture)

- SJV<sup>1</sup>. Mjöllöss (vita flygare), Svenska Jordbruksverket,  
<http://www.sjv.se/amnesomraden/vaxtmiljovatten/vaxtskyddscentralen/vaxtskyddvaxthus/mjollössvitaflugare.4.111089b102c4e186cc80007052.html>, 2005-11-01.
- SJV<sup>2</sup>. Växtskyddscentralerna, Godkända bekämpningsmedel 2005, Svenska Jordbruksverket,  
<http://www.sjv.se/amnesomraden/vaxtmiljovatten/vaxtskyddscentralen.4.111089b102c4e186cc8000898.html>, 2005-10-16.
- SR. Bekämpningsmedel förgiftar allt fler i utvecklingsländer, Sveriges radio,  
<http://www.sr.se/ekot/artikel.asp?artikel=639667>, 2005-09-25
- Syngenta. Products and services, insecticides, Actara,  
[http://www.syngenta.com/en/products\\_services/actara\\_page.aspx](http://www.syngenta.com/en/products_services/actara_page.aspx), 2005-04-12.
- TeeJet. A user's guide to spray nozzles,  
[http://www.teejet.com/MS/TeeJet/documents/Sales%20Literature/User's%20Guide%20Final\(low\).pdf](http://www.teejet.com/MS/TeeJet/documents/Sales%20Literature/User's%20Guide%20Final(low).pdf), 2005-02-2005-11.
- UK. Alternative Control Measures for pest of shade trees and woody ornamentals in the home landscape, Factsheet nr.448, University of Kentucky Cooperative Extension Service, <http://www.uky.edu/Agriculture/Entomology/entfacts>, 2005-06-28.
- USDA. Whitefly web page, 2001-07-05, The systematic, entomology laboratory, Agricultural Research Center, <http://www.sel.barc.usda.gov/whitefly/wfframe.htm>, 2005-05-04.
- WB. Technology and innovations, Biocomercio: oportunidades y retos para la integración regional y el desarrollo socialmente equitativo, El Caso de EcoFlora en Colombia, empresa productora de bioinsumos y extractos vegetales para la agricultura sostenible, Världsbanken,  
<http://wbln0018.worldbank.org/LAC/LAC.nsf/ECADocByUnid2ndLanguage/FAE848E20E8495AC85256DD50058752F?>, 2004-12-05. (Organic commercialization, opportunities and obligations for the regional integration and an equitable sustainable development, the case of EcoFlora in Colombia, production company of 'organic infusions' and vegetal extracts for a sustainable agriculture)

### 10.3 Personliga meddelanden

- Arias Bernardo, Agronom, Entomologi kassava, CIAT, [barias@hotmail.com](mailto:barias@hotmail.com),  
 2005-01-2005-08.
- Castellanos Guillermo, Forskningstekniker, Bönpatogenforskning, CIAT,  
 +57'2'445 00 00-3388, 2005-01-06.
- Cock Nicolas, Chef på EcoFlora, [ncock@ecoflora.com](mailto:ncock@ecoflora.com), mailkontakt, telefonsamtal, besök  
 2005-06-01.
- Com Insucampo, Lantbruksteknikbutik, Buga, besök 2005-03-29.
- Escobar Mauricio, Biolog, Safer Agrobiológicos, besök, +57'4'422 16 05, 2005-05-31.
- Friessleben, Reinahard, Avdelningschef appliceringsteknik, Bayer CropScience, Manheim, Tyskland, SJV:s temadag Bekämpningsteknik - Biologisk effekt 2005-11-07.
- Galo Vivas José, Grundare och delägare av Agricultura Biológica, intervju på CIAT,  
 +57'2'227 37 11, 2005-01-28.
- Hamann Henry, Agronom, Rådgivare i bl.a. Agricol S. A., +57'315'584 31 64,  
 2005-04-2005-10.



Hernández Leon Guillermo, Grundare och delägare av BioTropical, telefonsamtal, besök, +57'4'341 25 80, 2005-01, 2005-05-27, 2005-06.

Holguín Claudia María, Agronom, Entomologi kassava, CIAT, Caludia\_holguin@hotmail.com, 2005-01-2005-08.

Jades Jiménez, Agronom, Productos Biológicos Perkins Ltda. telefonsamtal, besök, +57'2'273 37 19, 2005-01-20, 2005-04-11.

Larsson Åke, Nordisk Alkali AB, Producent av Bionim, telefonsamtal, 040-187010, 2005-12-07.

Madrigal Alejandro, Entomolog La Universidad de Antioquia, Ägare av företaget Coinbiol S.A., telefonsamtal, besök +57'4'421 90 70, 2005-05-26.

Montoya Lerma James, Kursansvarig Entomología Agrícola och Manejo Integrado vid Biologiinstitutionen på La Universidad del Valle, +57'2'321 21 00-2570, 2005-02-2005-06.

Morales Carlos Manuel, Försäljningschef, Alfatex, Chevron Texaco Company, carlosmanuel@epm.net.co, 2005-03-20.

Peñagarikano Jon, Försäljare Export Goizper Coop, +34 943 78 60 00, 2005-11-02.

Perez Gerardino, Lantbrukstekniker, Entomologi kassava, CIAT, +57'2'445 00 00-3383, 2005-01-2005-08.

Pilar Hernández María del, Biolog-Entomolog, Entomologi kassava, CIAT, mapihernandez@hotmail.com, 2005-05.

Sandström Magnus, Rådgivare teknik, SJV:s temadag Bekämpningsteknik - Biologisk effekt 2005-11-07.

Svensson Sven Axel, Forskningsledare, Institutionen för landskap och trädgårdsteknik, SLU Alnarp, 040-41 51 45, 2004-05-2005-12.

Tandlund Jonas, KRAV, 018-10 02 90, 2005-12-06.

