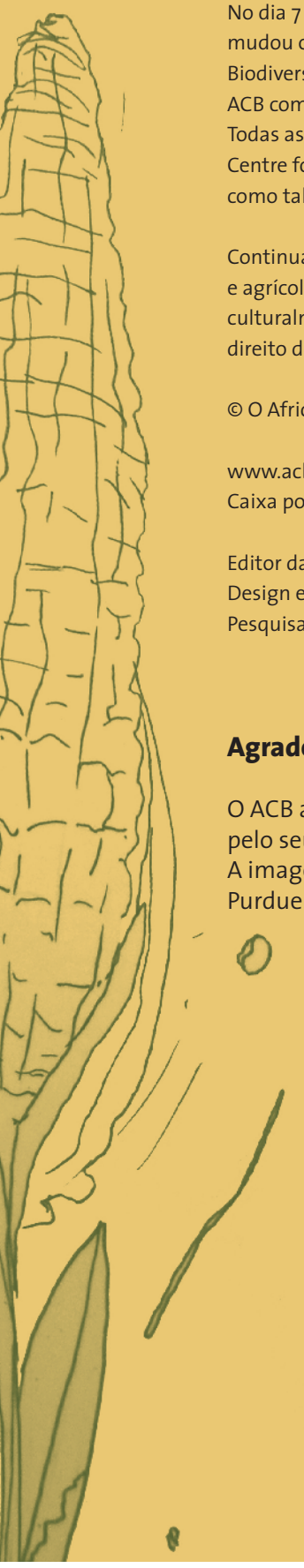
O milho bt e a lagarta do funil em África:
DESMITIFICANDO AS ALEGAÇÕES DA INDÚSTRIA

June 2018

african centre for biodiversity
www.acbio.org.za

Índice

Acrónimos e abreviaturas	3
Principais resultados	4
Sobre o presente documento	5
O que é lagarta de funil e qual é a sua origem?	5
Como é que chegou nos campos de cultivo em África?	6
Infestação e impactos	7
Mitificação da indústria	9
Desmitificando os mitos da indústria	14
Soluções	17
Conclusões	19
Anexo I	20
Referências	22



No dia 7 de Abril de 2015, o African Centre for Biosafety (Centro Africano de Biossegurança) mudou oficialmente o seu nome para African Centre for Biodiversity - Centro Africano para Biodiversidade (ACB). Essa mudança de nome foi acordada por meio de consultas dentro do ACB com vista a reflectir o ampliado escopo do nosso trabalho desenvolvido nos últimos anos. Todas as publicações do ACB antes dessa data permanecerão ao abrigo do antigo nome African Centre for Biosafety (Centro Africano de Biossegurança) e devem continuar a ser referenciadas como tal.

Continuamos empenhados em desmantelar as desigualdades nos sistemas alimentares e agrícolas em África e na nossa crença no direito dos povos a alimentos saudáveis e culturalmente apropriados, produzidos através de métodos ecológicos e sustentáveis, e no seu direito de definir os seus próprios sistemas alimentares e agrícolas.

© O African Centre for Biodiversity (Centro Africano para a Biodiversidade)

www.acbio.org.za
Caixa postal 29170, Melville 2109, Joanesburgo, África do Sul. Tel: +27 (0)11 486.1156

Editor da Cópia: Inga Norenius
Design e layout: Adam Rumball, Sharkbuoys Designs, Joanesburgo
Pesquisado por Dra. Eva Sirinathsinghji, pesquisadora independente

Agradecimentos

O ACB agradece a Bread for the World, Swift Foundation e Thousand Currents pelo seu apoio.
A imagem na Figura 1 foi reproduzida com a permissão de John Obermeyer, Purdue Extension Entomology, Purdue University, West Lafayette, Indiana, EUA.

Acrónimos e Abreviaturas

ACB	African Centre for Biodiversity (Centro Africano para a Biodiversidade)
AATF	Fundação de Tecnologia Agrária Africanas
CIMMYT	The International Maize and Wheat Improvement Center (conhecido pelo seu acronimo em espanholCIMMYT por *Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo) – Centro Internacional de melhoramento do Milho e Trigo*
DAFF	Departamento da Agricultura, Florestas e Pescas
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura
FAW	Lagarta do Funil
GM	Geneticamente Modificado
OGM	Organismo Geneticamente Modificado
IITA	Instituto Internacional da Agricultura Tropical
ISAAA	Serviço Internacional para a Aquisição de Aplicações de Agro-biotecnologia
KALRO	Organização de Investigação Agrária e Pecuária do Quênia
NARs	Sistema Nacional de Investigação Agrária
NU	Nações Unidas
USDA	Departamento da Agricultura dos Estados Unidos
WEMA	Water Efficient Maize for Africa – Milho com Eficiência Hídrica para África

Principais resultados

A lagarta do funil (Spodoptera frugiperda) é uma traça nativa das regiões tropicais e subtropicais das Américas e foi observada pela primeira vez no continente africano em 2016, na Nigéria, São Tomé e Príncipe. Desde então, espalhou-se para a maior parte dos países subsaarianos. A forma como chegou à África Ocidental está sujeita a especulações, embora a identificação de numerosas linhagens genéticas na África Ocidental e Central indique que houve potencialmente múltiplas introduções.

A disponibilidade limitada de estatísticas oficiais (dependendo de país) tornou difícil determinar a extensão da infestação e os impactos dos ataques da lagarta do funil. No entanto, relatos de vários países indicam que os danos variaram de mínimos a substanciais, com Moçambique a relatar perdas de até 65% em algumas regiões, enquanto os outros países relatam danos muito reduzidos ou mesmo insignificantes em 2018. Os danos diminuíram e os rendimentos parecem ter melhorado em 2018 em comparação com 2017 devido a uma variedade de factores, incluindo a implementação de estratégias de controlo, aumento da consciencialização dos agricultores e aumento das precipitações.

A introdução da lagarta do funil deu aos proponentes das tecnologias de modificação genética (GM) um ímpeto renovado para trazer à tona a comercialização de culturas GM – especialmente o milho Bt - usando toxinas Bt inseticidas para combater a praga. Os que representam o projeto Water Efficient Maize for Africa - *Milho com Eficiência Hídrica para África* (WEMA) e outras organizações pró-GM afirmaram que as toxinas Bt usadas em milho GM sendo testadas para o projeto WEMA estão a mostrar uma protecção de parcial a forte. No entanto, a solicitação de dados feita pela African Centre for Biodiversity - *Centro Africano para a Biodiversidade* (ACB) para fundamentar essas alegações não foram até agora respondidos. Tampouco esses dados foram publicados em estudos de revisão de pares ou em qualquer outro formato público disponível que permita o escrutínio independente por cientistas e pelo público.

Os dados que existem sobre a eficácia das culturas Bt em lidar com a lagarta do funil derivam de experiências que visam lidar com a praga no Brasil e em outras partes das Américas, de onde a praga se origina e onde as culturas GM foram amplamente implantadas para combatê-la. No Brasil, a lagarta do funil não só desenvolveu resistência a numerosos pesticidas químicos, mas, crucialmente, desenvolveu resistência a todos mas uma toxina Bt, as vezes após somente um ano de comercialização. Os dados laboratoriais que mostram que a resistência também pode se desenvolver contra a toxina Bt final efetiva no campo (Vip3AA20) indicam que ela provavelmente não será eficaz por muito tempo. A lagarta de funil é, até agora, o único insecto que desenvolveu resistência a toxinas Bt em vários locais, e a sua biologia parece torná-la particularmente adaptada ao desenvolvimento e a rápida propagação de genes de resistência.

Actualmente, há pouca informação sobre a presença ou não da resistência à toxina Bt das populações americanas no que diz respeito à aqueles que foram introduzidas em África. Apenas um estudo de uma linhagem genética no Togo avaliou a resistência à toxina Bt até agora. Parece também que esta não é uma área activa de inquérito por parte daqueles que pesquisam e impulsionam a comercialização de culturas GM - uma abordagem bastante negligente, que considera que as toxinas Bt usadas em plantas cultivadas podem ser ineficazes se a resistência estiver presente. Os altos níveis de resistência testemunhados no Brasil servem de alerta para o que provavelmente se vai repetir em África. Mesmo que a resistência não esteja presente, a resistência ao Bt é um processo evolutivo natural e é apenas uma questão de tempo até a sua ocorrência.

As soluções alternativas para os GM e modelos industrializados de produção agrícola e de alimentos estão a ser implementadas e pesquisadas. Uma dessas soluções é o sistema push-pull adaptado ao clima que mostrou minimizar os danos em mais de 80% nas terras de cultivo quenianas, ugandesas e tanzanianas e aumentar significativamente os rendimentos. Essas práticas agro-ecológicas podem ser implementadas imediatamente, com pouco

risco financeiro ou de biossegurança para produtores de pequena escala. Exortamos veementemente os governos a resistir às pressões externas que apontam para a introdução de culturas GM e rejeitar as infundadas alegações de que elas apresentam uma 'panacéia' aos ataques da lagarta de funil.

Sobre o presente documento

Este relatório de pesquisa faz parte da agenda de pesquisa mais ampla do ACB que tem como finalidade analisar os impactos das sementes / culturas GM nos sistemas alimentares de África.

Nos últimos anos, vários países africanos têm estado sob pressão reiteradas para comercializar culturas GM e para enfraquecer as suas leis de biossegurança de modo a aceitar. Impulsionado pelo sector privado, parceiros públicos, o projeto WEMA, uma iniciativa que visa desenvolver milho tolerante à seca e resistente a insectos usando melhoramento convencional, melhoramento assistido por marcadores e engenharia genética, está a exercer essa pressão. Ele faz isso sob o disfarce de intenção filantrópica de fornecer soluções para agricultores de pequena escala que enfrentam a real ameaça das mudanças climáticas. Em vez disso, o ACB chamou a atenção pelo facto do projecto estar a promover um sistema alimentar privatizado que aumentará os custos dos produtores, ao mesmo tempo faz alegações infundadas de segurança e eficácia.

Após observações iniciais da lagarta de funil, uma praga de traça americana, na África Ocidental e a sua subsequente rápida propagação em vários países da África subsaariana, os proponentes de GM estão actualmente a fazer alegações adicionais de que os organismos geneticamente modificados (OGM) e especificamente aqueles que estão a ser testados no âmbito do projeto WEMA, actualmente não são apenas uma solução de mudança climática, mas também uma solução para a praga de Lagarta de Funil.

Este artigo tem como objetivo documentar as várias alegações feitas pelos apologistas de que o milho GM vai resolver o problema da Lagarta de Funil e desmistifica aquelas que actualmente não são substanciadas por dados completos, publicamente disponíveis e revistos por pares. O ACB escreveu para os parceiros do projeto WEMA com vista a ter acesso a dados dos testes que respaldam as alegações de eficácia, mas até ao momento não recebeu tais dados, apenas subsequentes alegações não comprovadas. O artigo também critica essas alegações, através da análise de dados e relatórios publicados das Américas, onde está uma grande praga, que mostra que as culturas GM têm estado longe de ser uma solução segura, em contrapartida se tornaram rapidamente ineficazes em muitos casos devido à resistência da Lagarta de Funil aos traços dos GM. Em última instância, documentamos algumas das soluções agroecológicas alternativas que estão a ser actualmente implementadas ou pesquisadas que podem fornecer estratégias efectivas, sustentáveis e de longo prazo que podem ser implementadas imediatamente com um baixo risco financeiro e de biossegurança para os sistemas agrícolas de produtores de pequena escala.

O que é lagarta de funil e qual é a sua origem?

A lagarta do funil (FAW), *Spodoptera frugiperda*, é uma traça nativa das regiões tropicais e subtropicais das Américas. A lagarta do funil é uma espécie distinta da lagarta militar africana (*Spodoptera exempta*), com o termo 'lagarta militar', refere-se a numerosas espécies que partilham um comportamento de marcha ao viajar para novos locais de alimentação.

A larva ou lagarta do funil (Figura 1) é considerada uma praga devido ao seu comportamento altamente polífago, alimentando-se de 100 espécies de plantas registadas incluindo as suas plantas preferidas: milho, arroz e mapira, assim como cana-de-açúcar, algodão, painço, amendoim, soja, batata e outras culturas vegetais. Elas são altamente migratórios,

com as traças fêmeas viajando 100 km por noite, permitindo que a praga se propague rapidamente. A sua notável capacidade de dispersão permite a propagação territorial expansiva, das partes mais quentes das Américas até ao Canadá, no norte, Chile e Argentina, no sul, durante os meses de verão, embora não possam hibernar em temperaturas abaixo de 10°C. Estas características tornam-nas num risco significativo para a produção de culturas alimentares, com a capacidade de causar perdas de rendimento elevadas se não forem bem geridas. É considerada a mais importante praga de milho no Brasil, a terceira maior produtora de milho do mundo, e está estimada a custar 600 milhões de Dólares Americanos em estratégias de controlo (Filho *et al*. 2010).

Figura 1: Lagarta de funil

Fonte: Purdue Extension Entomology.

A lagarta de funil reproduz a uma taxa de até várias gerações por ano. Em climas / estações mais quentes, o seu ciclo de vida pode ser concluído em 30 dias, mas pode levar 90 dias durante temperaturas mais baixas. Uma traça fêmea pode colocar entre 6 a 10 massas de ovos de 100 a 300 ovos cada, totalizando um máximo de 1.500 a 2.000 ovos no seu período de vida de duas a três semanas. Os ovos tendem a ser colocados no fundo das folhas perto da base da planta e depois de alguns dias elas começam a se alimentar superficialmente, geralmente na parte de baixo das folhas. Nas plantas de milho, as lagartas chegam ao verticilo da planta onde causam mais danos, perfurando as plantas no ponto de crescimento, impedindo o desenvolvimento de novas folhas. A alimentação no verticilo do milho muitas vezes produz uma linha característica de perfurações nas folhas. Apenas uma ou duas lagartas tendem a ser encontradas no verticilo, pois se tornam canibais quando são maiores e comem umas às outras para reduzir a competição por alimentos. Quando as lagartas estiverem completamente crescidas (cerca de 14 dias), elas caem ao chão para passar a pupa depois de se enterrarem no solo, ou sob as folhas, antes de emergirem mais oito a nove dias mais tarde em forma de uma traça.

Em geral, considera-se que existem duas linhagens de lagarta de funil nas Américas, uma linhagem de arroz (*R-strain*) consistentemente encontrada em espécies de mapira e de gramíneas, e uma linhagem de milho (C-strain), que prefere milho e mapira. Ambas as linhagens ocorrem nas Américas. De acordo com estudos recentes, as duas linhagens são geneticamente distintas, representando duas espécies "irmãs". Estudos genéticos revelaram que a *strain C* pode ser subdividida em dois subgrupos, o tipo FL e o tipo TX, com base em diferenças geográficas e genéticas (haplótipo mitocondrial). O tipo TX é encontrado na maioria das Américas, enquanto o tipo FL é encontrado na Flórida e no Caribe, bem como na costa leste dos EUA, devido à migração de populações da Flórida. Nenhum subgrupo para a *R-strain* foi identificado. Verificou-se que estas linhagens hibridizam no campo, mas a baixos níveis.

Como é que chegou nos campos de cultivo em África?

As primeiras observações da Lagarta de Funil no continente africano foram feitas em janeiro de 2016 na região da floresta tropical do sudoeste da Nigéria e, muito curiosamente, em campos de milho no Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) em Ibadan e Ikenne, mas o dano foi primeiro atribuído à espécie da traça indígena do gênero *Spodoptera Guenée*, 1852 (Lepidoptera: Noctuidae) que é comum na região. No entanto, no final da época, várias populações da lagarta de funil foram observadas no norte da Nigéria, no Benim e no Togo. O Governo Federal da Nigéria lançou um alarme sobre o aumento da praga nos campos de milho de Edo e nas

áreas adjacentes. Em abril de 2016, após os apelos de socorro dos produtores de milho, o governo de São Tomé e Príncipe pediu assistência da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) através do seu escritório sub-regional para a África Central, que despachou uma missão técnica ao país para avaliar a situação.

Desde as observações iniciais, a presença da lagarta de funil foi relatada e confirmada em toda a parte continental da África Austral (excepto Lesoto), em Madagáscar e Seychelles e em toda a África Subsaariana, excepto Djibuti e Eritreia. A deteção no Gabão, na Guiné Equatorial e na República do Congo aguardava confirmação oficial, a partir de fevereiro de 2018 (FAO 2018a).

Como a lagarta do funil chegou ao continente está sujeito a especulação. Várias possibilidades têm sido sugeridas, inclusive por meio de actividades antropomórficas, tais como por meio de voos comerciais, viajantes, produtos agrícolas ou por dispersão a longa distância por meio de padrões de vento sob o Atlântico.

As análises genéticas de várias populações indicam a possibilidade de múltiplas introduções da Lagarta de Funil. A análise das populações nigerianas e de São Tomé, onde a praga foi detectada pela primeira vez, revelou a presença de pelo menos duas linhagens maternas (Goergen *et al*. 2016). As análises mais recentes de populações ugandenses constataram a presença adicional de uma terceira linhagem materna, duas da *C-strain*, tal como a encontrada na Nigéria, e uma das espécies irmãs da *R-strain* (Otim *et al*. 2018). Estas constatações orientaram os pesquisadores dos dois estudos a indicarem que pode ter ocorrido introduções separadas. Os estudos de populações de Gana também indicam a presença de ambas as espécies irmãs (Cock *et al*. 2017). Outro estudo recente, no entanto, questionou a presença da *R-strain* e também descobriu uma suposta nova população genética ainda por ser identificada no hemisfério ocidental, concluindo que provavelmente havia apenas uma única introdução da Lagarta de Funil originária da região da Flórida / Caribe (Nagoshi *et al*. 2018). Mais trabalho pode ser necessário para esclarecer quais linhagens estão presentes, especialmente quando se olha para as culturas que podem ser abrangidas, e quais linhagens carregam alelos de resistência existentes para as culturas Bt se elas forem eficazes em lidar com a praga.

Infestação e impactos

A extensão da infestação nos países africanos tem sido difícil de estimar, dependendo do nível de monitoria e da publicação das estatísticas. A obtenção de informações precisas é ainda mais obscurecida por afirmações predictivas feitas em meios de comunicação, muitas das quais parecem indicar os piores cenários observados antes da implementação das estratégias de controlo, que em alguns casos parecem ter evitado grandes perdas de cultura. As informações dos vários produtores de milho estão resumidas abaixo.

Na Nigéria, onde as infestações foram observadas pela primeira vez, o Ministério da Agricultura da Nigéria confirmou a presença da praga em 22 dos 36 estados do país em fevereiro de 2017 (Premium Times 2017). Eles também estimaram que uma soma de 2,98 milhões de naira seria necessária para reduzir a infestação. Os especialistas em agricultura estimaram perdas projetadas em 15% para o milho, se nenhuma medida de controlo fosse implementada. Os relatórios financeiros sobre a produção de milho de fevereiro de 2018, no entanto, estimaram uma queda menor na produção de 7% atribuível à Lagarta de Funil, mas também relataram redução do plantio da cultura devido à praga, bem como aumento das importações a preço mais baixo, com o resultado de que os produtores estavam a mudar para culturas alternativas. O Serviço Agrícola Estrangeiro do Departamento de Agricultura dos EUA (USDA) relatou uma queda na produção de milho em menor escala, de 2% este ano, ou de 10,7 milhões de toneladas em 2016/17 para 10,5 milhões de toneladas em 2017/18 em 5,8 milhões de hectares (1,81 toneladas por hectare). Em 2015/16, EUA relatou que a produção foi de 7 milhões de toneladas em 3,8 milhões de hectares (1,84 toneladas por hectare). No entanto, os relatos de perdas mais extremas foram feitos em certas regiões. No Estado de Jigawa, relatos dos

órgãos de comunicação de junho de 2017 afirmam que eles estavam a colher entre cinco a seis sacos de milho dos seus campos de cultivo, enquanto anteriormente colhiam entre 10 a 15 sacos. Até agora, os agricultores usam pesticidas químicos para combater o problema, e a FAO, para a proteção nacional de plantas, os especialistas em extensão e praticantes de FFS (formadores mestres e facilitadores) providenciaram formação na África Ocidental. O governo também assinou um acordo de cooperação técnica com a FAO para gerir o problema (Relief Web 2017).

Em Gana, os relatórios do Ministério da Alimentação e Agricultura de Abril de 2018 indicaram que 249.000 hectares de campos de milho foram afectados nesta época, dos quais 234.807 foram recuperados através da implementação de medidas de controlo tais como propespecção prévia, pesticidas químicos e campanhas de consciencializazação pública, enquanto 14 247 foram destruídos. O Ministério também revelou que os primeiros relatos de infestações da lagarta de funil em "Ashanti, Brong-Ahafo, Leste, Volta e Regiões Ocidentais tinham sido desproporcionais, já que era uma infestação de produção de pré-época" (Ghana Web 2018).

Nos países da África Oriental e Austral, as previsões de grandes perdas este ano foram mitigadas pela implementação de medidas de controlo, bem como pela precipitação acima da média, o que impulsionou os rendimentos. Os meios de comunicação do Zimbábue relataram recentemente uma redução acentuada nos danos este ano, com a FAO a confirmar 15.000 hectares de terras agrícolas durante a época 2017/18, em comparação com mais de 13.000 hectares na época anterior, uma queda de 88% (The Herald 2018).

Da mesma forma, no Quênia, o Ministério da Agricultura reportou números de 200.000 hectares sendo perdidos em 2017, com as infestações a correrem em 27 dos 47 municípios (Dhahabu Quênia 2018). Os relatórios de 2018 indicam que 160.000 hectares estão actualmente afectados - aproximadamente 7% de terra de milho - mas abrangendo mais municípios do que em 2017, com 43 dos 47 municípios afectados (Bloomberg 2018). Em maio de 2018, a FAO anunciou que as infestações foram contidas neste ano, uma vez que a gestão das pragas já entrou em acção (FAO 2018b). O relatório anual do Serviço Agrícola Estrangeiro do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, relatório anual de Grãos e Alimentos de 2018 também indicou que "se espera que a produção também aumente à medida que o país se recupera de um período de quase dois anos de clima instável, da melhoria na gestão da lagarta do funil e da aparente contenção da necrose letal do milho (NLM)" (USDA 2018a). Até agora, o governo reservou KSh300 milhões, que aumentarão para KSh1 bilhão no futuro para combater a praga (Business Daily 2018).

Em Uganda, há relatos semelhantes de perdas menores do que o esperado. Um relatório da FAO de fevereiro de 2018 indica que as medidas de implementação evitaram os piores cenários, com safras "satisfatórias" colhidas na safra da segunda época de 2017. O relatório indica que "as infestações por lagarta do funil foram relatadas em meados de 2017 em 60 dos 112 distritos do município. No entanto, as perdas de culturas são relatadas como sendo menos significativas do que inicialmente esperado devido ao aumento da gestão de pragas e medidas de prevenção." No entanto, a redução na produção de milho devido a ataques climáticos e da lagarta do funil na região de Karamoja também foi mencionado no mesmo relatório (FAO 2018c).

Na Tanzânia, o Ministério da Agricultura publicou dados recolhidos de dezembro de 2017 a janeiro de 2018, que relatam que 71.425,9 hectares de milho, mapira e outras culturas (um pouco de café e algodão) foram atacados, bem como 34 034,2 hectares de cereais nas regiões de Singida, Lindi, Simiyu, Kagera, Mwanza, Geita, Iringa, Kilimanjaro, Mbeya, Pwani, Tabora, Shinyanga, Tanga e Ruvuma.

A Etiópia, um país que parece ter-se juntado recentemente ao projeto WEMA, também relatou infestações significativas de 353.000 hectares de milho, embora 30.000 já tenham sido controlados através de "métodos tradicionais e modernos", segundo o jornal chinês Xinhuanet. (Xinhuanet 2018). A partir de maio de 2018, as medidas de controlo ainda eram necessárias para deter os

possíveis impactos nos restantes 57.000 hectares. No entanto, o Serviço Agrícola Estrangeiro do USDA afirma que os impactos desde março de 2018 foram mínimos:

Ao mesmo tempo, o impacto da Lagarta de Funil na produção geral de milho foi relativamente menor devido a várias intervenções do governo e de parceiros de desenvolvimento, o que incluiu a remoção manual, aplicação de pesticidas e outras medidas. Além disso, a estação chuvosa mais longa que o país testemunhou (Meher) também foi tida como tendo contribuido para a diminuição da propagação da praga, devido às temperaturas mais baixas. (USDA 2018b)

O Ministério da Agricultura de Moçambique divulgou através de relatórios publicados em Abril de 2018 perdas mais graves situado entre os 50-60% na produção de milho. Em Maputo, a lagarta do funil infestou 42.000 hectares, embora as infestações de 33.000 hectares tenham sido controladas desde então. Contudo, um membro da FAO alegou que os impactos da praga "ainda não são alarmantes". As áreas mais afectadas são a província do Niassa, no extremo norte, com 65% de perdas, a província de Maputo no sul (56% de perdas) e a Zambézia na região centro (46% de perdas) (All Africa 2018a).

As informações sobre as áreas afectadas na África do Sul foram enviadas pelo Departamento de Agricultura, Florestas e Pesca (DAFF) via email, após solicitações de informações sobre a extensão da infestação e se o milho transgênico terá sido eficaz na prevenção de ataques (Tabela 1). Esta informação não relata a extensão de culturas perdidas, o que torna difícil estimar os danos causados pela praga. A sua actualização publicada em fevereiro indica: "O nível de infestação é menor do que no ano anterior (2017), uma vez que a maioria dos produtores está a usar e / ou a pulverizar agroquímicos registados. Houve mais produtos químicos registados em 2017 para controlar e gerir a lagarta do funil. Portanto, há mais opções para o controlo da praga ". Sendo a África do Sul a única nação no continente a cultivar comercialmente culturas Bt, tais como a MON89034, é interessante que não haja menção do seu uso como parte das medidas de controlo.

Mitificação da indústria

A rápida propagação da lagarta do funil proporcionou novo ímpeto aos esforços da indústria pró-GM pera comercialização de culturas GM em todo o continente e à liberalização das leis de biossegurança para permitir a sua entrada.

Uma narrativa que está a ser amplamente divulgada é que os actuais ensaios feitos pelo projecto WEMA sobre o chamado milho GM resistente à seca e resistente aos insectos mostram eficácia contra a Lagarta do Funil. O projeto WEMA é uma parceria público-privada coordenada pela Fundação Africana de Tecnologia Agrícola (AATF), envolvendo também a Monsanto e o Centro Internacional de Melhoramento de Milho e Trigo (CIMMYT), e implementado em parceria com os sistemas nacionais de pesquisa agrária (NARS) no Quênia, Moçambique, África do Sul, Tanzânia e Uganda. Os recentes relatos dos órgãos de comunicação apontam que a Etiópia também aderiu recentemente ao projeto. O WEMA é financiado pela Fundação Bill e Melinda Gates, pela Fundação Howard G. Buffett e pela USAID. O ACB tem levantado preocupações sobre o WEMA desde o seu início, contestando veementemente as alegações de que as suas técnicas transgênicas estão a gerar com sucesso a tolerância à seca. O ACB relatou como, na realidade, o projeto está a ser usado para promover as variedades de milho inseticidas MON810 e MON89034 da Monsanto no Quênia, Uganda, Moçambique e Tanzânia sob o pretexto de eficiência hídrica. O MON810 já falhou na África do Sul devido à resistência aos insectos, tornando as motivações para promover esses traços fracassados em outras nações africanas um pouco questionáveis.

Os exemplos de tais alegações incluem aquelas feitas no recente guião sobre a gestão da Lagarta do Funil pela Feed the Future, produzido pelo CIMMYT em colaboração com a USAID e CGAIR, afirmando que, juntamente com outras estratégias de controlo de pragas,

> *A implementação de variedades de culturas transgênicas ou geneticamente modificadas (GM) que expressam genes de resistência a lepidópteros é*

Tabela 1:Áreas afectadas pela infestação da lagarta do funil na África do Sul, 2018

Província/Região	Distritos afectados	Área afectada (hectares)
Gauteng	• Cidade de Tshwane	394
	• Ekurhuleni	
	• West Rand	
Limpopo	• Capricorn	10 172
	• Mopani	
	• Vhembe	
	• Waterberg	
	• Sekhukhune	
Mpumalanga	• Ekangala	634.05
	• Ehlanzeni	
	• Gert Nsibande	
North West	• Bojanala (Brits area)	150
Free State	• Motheo	Somente dados de captura (somente capturas de Traça)
	• Lejweleputswa	
KwaZulu Natal	• uThukela	219.1
	• uMkhanyakude	
	• uMgungundlovu	
Eastern Cape	• Amathole	14
Northern Cape	• Pixley ka Seme	Somente dados de captura (somente capturas de Traça)
	• Frances Baard	
Western Cape	None	0

Fonte: Departamento da Agricultura, Florestas e Pescas, emailao autorde17 de Maio de 2018.

outra estratégia para controlar com eficácia o dano da Lagarta do Funil no milho... Vários diferentes genes cry estão disponíveis - por exemplo, cry1A, cry1Ab e cry1F - e foram implementados em variedades de milho Bt comerciais em todo o mundo há mais de 20 anos. (Feed The Future 2018, p.49)

O guião posteriormente acrescentam:

- *O evento MON810, que se destina a controlar a broca-do-colmo, mas também confere resistência parcial à Lagarta de Funil, tem sido cultivado na África do Sul desde 1997; e*
- *O evento MON89034, que demonstrou eficácia no controlo da lagarta do funil e da broca-do-colmo, tem sido cultivado na África do Sul desde 2010. O MON89034 é particularmente recomendado para o controlo da lagarta do funil devido à sua alta eficácia contra a praga, bem como à durabilidade prevista do controlo ao longo do tempo devido à incorporação de traços de resistência a insectos "empilhados" ou "piramidais".*

Os resultados recentemente divulgados pelo projecto WEMA são consistentes com o desempenho do milho Bt em outros países: Quando introduzido em variedades de milho africanas localmente preferidas, o evento MON810 demonstra um forte controlo das brocas-do-colmo e um controlo parcial da lagarta do funil no Quênia, Moçambique e Uganda. O pedido de aprovação do MON810 no Quênia está para ser finalizada, e os pedidos de aprovação em outros países parceiros do WEMA devem estar prontos para a sua submissão em 2018 - dando às agências reguladoras da biossegurança africana a oportunidade de avaliar por si só a tecnologia e decidir sobre a

segurança, eficácia e desempenho do milho Bt em ambientes africanos. (Feed The Future 2018, p.49)

Os cientistas do WEMA têm sido citados em vários artigos repetindo alegações similares. Um artigo que aparece no jornal *Kenyan Standard Digital* datado de 14 de março de 2017, cita o Dr. Sylvester Oikeh, um gestor do projeto WEMA e outros associados:

"Todos os esforços para aprovar o milho Bt na África Oriental, incluindo o Quênia, darão aos produtores alguma proteção contra essa nova praga", disse Oikeh. Embora o Quênia e Uganda tenham realizado inúmeros ensaios do milho Bt, eles ainda estão por comercializá-lo devido a exigências políticas. De acordo com o Dr. Murenga Mwimali, melhorador de milho da Organização de Pesquisa Agrária e Pecuária do Quênia, a lagarta do funil é capaz de destruir um campo inteiro de milho em poucos dias. O Dr. Anani Bruce, entomologista do CIMMYT em Nairobi, diz que, embora os pulverizadores químicos controlem a praga, os pesquisadores insistem que o milho Bt é uma solução segura contra a invasão da lagarta do funil (Standard Media 2017).

Os artigos publicados pela Alliance for Science (*Aliança da Ciência*), da Universidade de Cornell, financiada pela Fundação Bill e Melinda Gates e parceiros do Serviço Internacional para a Aquisição de Aplicações de Agro-Biotecnologias (ISAAA) financiado pela Monsanto/indústria, também se uniram para impulsionar a comercialização de culturas do WEMA para a gestão da lagarta de funil, e até mesmo estender as culturas para além das nações que fazem parte do projeto WEMA, tais como Nigéria e Gana. Em setembro de 2017, um artigo indicou que as partes interessadas da indústria agrícola estavam "a promover a aplicação de tecnologia inovadora", em face da resistência a pesticidas químicos que também são prejudiciais à saúde. O artigo citou vários cientistas do Gana e Nigéria, incluindo a Dra. Rose Gidado da Agência Nacional para o Desenvolvimento de Biotecnologia da Nigéria: "... variedades geneticamente modificadas terão resistência natural à lagarta, não haverá necessidade de pulverizar com químicos como se espera" (Cornell Alliance for Science 2017).

Em março deste ano, a Cornell Alliance for Science (Aliança para a Ciência da Cornell) publicou um artigo sobre os ensaios realizados em Uganda. Escrito por um ativista pró-GM britânico que agora é um visitante da Aliança, indica que:

Embora o milho do WEMA que está ser desenvolvido em Namulonge tenha sido desenvolvido principalmente para tolerância à seca, a fim de ajudar os produtores de milho a lidar com as mudanças climáticas, ele também possui um gene Bt resistente a insectos que protege contra duas pragas primárias do milho: broca-do-colmo e lagarta do funil. A adição do gene Bt deve permitir que os produtores de Uganda melhorem drasticamente os rendimentos com menos necessidade de pesticidas caros e ambientalmente tóxicos, de acordo com Asea. (Cornell Alliance for Science 2018a)

Dr. Godrey Asea, director do Instituto Nacional de Pesquisas de Recursos Agrícolas em Uganda, foi mais longe, afirmando que os híbridos do WEMA mostram «forte proteção» contra a lagarta do funil e a broca-do-colmo, expressando frustração com os atrasos na aprovação da lei de biossegurança que possa facilitar a comercialização de OGM no país.

O último artigo, publicado em Abril de 2018, indica que os ensaios de Moçambique mostraram "benefícios inesperados... que apesar de serem geneticamente modificados para resistir à seca e à broca-do-colmo, também estão a mostrar uma resistência promissora à praga destruidora da lagarta do funil" (The Cornell Alliance for Science 2018b). Este artigo parece ter enquadrado os resultados como uma espécie de novo resultado insólito, apesar das declarações de outros membros do projeto WEMA, como o CIMMYT, de que o MON89034 "demonstrou eficácia contra a Lagarta do Funil" (conforme destacado acima). A página web da Monsanto também cita o seu Director de Colaboração de Países em Desenvolvimento, Mark Edge, que no início deste ano afirmou que "o milho Bt ajuda a proteger esse potencial genético e minimiza o impacto negativo de insectos

como a Lagarta do Funil. Seria um excelente complemento para a caixa de ferramentas para a proteção de culturas dos produtores em África " (Monsanto 2018). As alegações de traços do WEMA no trabalho contra a Lagarta do Funil especificamente nos ensaios de Moçambique também foram publicadas meses antes dos "benefícios inesperados" serem declarados pela Alliance for Science (Aliança para a Ciência), tal é o exemplo de um artigo de outubro de 2017 no jornal The Herald do Zimbábue, que relatou que a AATF havia confirmado "em uma escala de um a nove, com base nos ensaios de milho Bt em Uganda, os danos causados pela lagarta do funil foram três para a variedade geneticamente modificada de Bt e seis para os controlos locais ou as variedades cultivadas popularmente. Da mesma forma, os ensaios do milho Bt em Moçambique mostraram que, em uma escala de um a nove, o dano foi de 1,5 em milho Bt e sete em variedades cultivadas popularmente "(The Herald 2017).

O *blog* da AATF cita ainda a Dra. Rose Gidado alegando que:

> *A solução duradoura para a infestação da lagarta no milho é o uso da tecnologia de modificação genética para desenvolver uma variedade de milho que seria resistente à praga, que dá uma solução permanente... Já existe uma variedade de milho chamada Variedade de Milho Hídrica Eficiente para a África (Water Efficient Maize Variety for Africa) que provou ser resistente à lagarta, ainda não foi implementada na Nigéria, mas estamos a fazer planos. (AATF 2017a)*

AATF também fez declarações gerais sobre a eficácia do MON810 e do MON89034 nos ensaios do WEMA no seu boletim informativo de 2017:

> *A capacidade do milho Bt na contribuição para o controlo da Lagarta do Funil foi demonstrada em ensaios de campos confinados do Projeto (WEMA) Water Efficient Maize for Africa no Uganda e na África do Sul com milho Bt (MON810) e milho GM para tolerância à seca e resistência a insectos. (MON89034). (AATF 2017b)*

A organização pró-biotecnologia ISAAA publicou uma série de artigos sobre o assunto, o artigo de janeiro continha as seguintes alegações , por exemplo, que os quenianos estão à "beira da fome", juntamente com citações do cientista queniano do WEMA na Organização de Investigação Agrária e Pecuária do Quênia (KALRO), Dr Murenga Mwimali, que o milho Bt é capaz de controlar a Lagarta do Funil (ISAAA 2018). Os emails para ISAAA solicitando provas que sustentam as alegações feitas nos seus artigos não foram respondidas.

O ACB escreveu aos membros do WEMA solicitando dados científicos para fundamentar as alegações acima, contudo nenhum foi fornecido até agora. Foi recebida uma resposta do Dr. Sylvester Oikeh (vide Anexo I para a resposta completa por escrito e foto anexa), que desenvolveu as alegações acima, escrevendo que as variedades GM em Moçambique proporcionaram "9-98% melhor rendimento do que os híbridos exogénicos, dependendo dos níveis de infestação" sob infestação natural tanto da broca-do-colmo quanto da lagarta do funil; no Quênia, o milho GM conferiu "proteção parcial, mas significativa, contra a lagarta do funil (vide fotos anexas de Uganda) ", com "15 – 27% de maior rendimento" em híbridos TELA®. A foto fornecida (Figura 2 no Anexo 1) é um pouco confusa, considerando que parece que a principal diferença entre o controlo do GM e não-GM são as taxas de crescimento, um efeito que não se espera que esteja associado a danos causados por insectos. Mais importante ainda, as linhas de controlo não-GM não parecem ter sido gravemente afectadas por danos causados por insectos. Estas questões foram novamente levantadas em um email de acompanhamento com o Dr. Oikeh e outros membros do WEMA, mas ainda se espera a resposta. O Instituto de Investigação Agrária de Moçambique (IIAM) do Ministério da Agricultura e Segurança Alimentar de Moçambique retoma as alegações em uma resposta recente aos pedidos das organizações da sociedade civil de modo a obter informações sobre o ensaio do WEMA, que afirma que houve uma «menor intensidade de ataques» em variedades GM durante os ensaios, mas, novamente, não foram fornecidos dados de suporte (MASA 2018).

As solicitações de informações também foram feitas sobre uma segunda questão - se as populações de Lagarta do Funil que chegaram das Américas vieram ou não com a resistência existente a toxinas Bt e se isso está ou não a ser avaliado activamente - uma questão vital por responder antes da comercialização, considerando que a resistência é comum nas Américas. A resposta do Dr. Oikeh (Anexo 1) foi a seguinte:

> *A lagarta do funil é uma nova praga para África. É cedo demais para especular em relação ao desenvolvimento da resistência da Lagarta de Funil em culturas Bt, ou mesmo em pulverizadores Bt comumente usados por agricultores orgânicos em África. Nesta fase, devemos advogar o uso imediato de todas as tecnologias disponíveis numa abordagem integrada de gestão de pragas para proteger as culturas dos agricultores contra enormes perdas causadas pela praga.*

Ista pode ser considerada uma abordagem bastante negligente, uma vez que, conforme desenvolvido abaixo, essa resistência está a tornar fúteis as culturas Bt no Brasil, onde o milho GM é amplamente cultivado.

O guião do Feed the Future também discute a questão da resistência, referindo o que parece ser o único estudo até hoje a ser publicado sobre a resistência à toxina Bt em populações africanas da Lagarta do Funil. O estudo (Nagoshi *et al*. 2017) procurou um alelo de resistência Cry1Fa que está presente nas populações de C-strain do tipo FL presentes no Togo.

O projeto WEMA está envolto de sigilo, como foi previamente avançado pelo ACB numa carta aberta aos líderes do projeto (ACB 2017). Esse sigilo está agora a estender-se à questão da Lagarta do Funil, onde, novamente, absolutamente nenhum dado é apresentado para fundamentar as alegações de que o projeto WEMA, originalmente promovido como a melhor solução para os problemas das mudanças climáticas em África, é agora também a "solução certa" para o controlo da lagarta de funil.

A campanha de propaganda também está a circular no Norte Global, com artigos dos órgãos de comunicação regurgitando a narrativa desgastada de que os produtores africanos precisam da tecnologia do Norte para progredir e modernizar. Um artigo recente no The Economist do Reino Unido avança que:

> *O melhor seria ainda copiar os produtores comerciais da América, que plantam culturas GM que são amplamente resistentes à lagarta. Quase todos os países africanos, com excepção da África do Sul, formalmente ou informalmente baniram as culturas GM, seguindo hesitantes os conselhos dos guerreiros ecológicos. A elevação dessas restrições levaria a menos lagartas famintas e menos pessoas a morrer de fome. (The Economist 2018)*

Afirma também, de forma bastante paternalista, que a lagarta de funil é um assunto importante em África, em parte porque a agricultura é "feita por produtores de pequena escala que usam técnicas desactualizadas e cujos rendimentos já são baixos", reflectindo uma atitude ultrapassada de que são necessárias intervenções estrangeiras para lidar com sucesso o problema.

Um artigo semelhante do *Financial Times* no Reino Unido concluiu que "uma das maneiras pelas quais os EUA conseguiram mitigar o impacto da lagarta foi através do uso do milho geneticamente modificado, mas este raramente é plantado na África Subsaariana, onde existe oposição generalizada a tais culturas "(*Financial Times*, 2017).

Também foram enviados emails para a Grain SA na África do Sul, a única nação no continente a cultivar comercialmente variedades de milho Bt, de modo a solicitar informações oficiais sobre se o controlo do milho Bt na África do Sul era eficaz ou não, e se a resistência ou não da lagarta do funil aos traços Bt também estava a ser observada. Um membro da Grain SA disse que "o feedback dos nossos membros é que, especialmente, o novo traço Bt mostra boa resistência" (email ao autor, 1 de maio de 2018). Este novo traço foi posteriormente confirmada em um email separado sendo o MON89034.

Em suma, estamos a ser confrontados com alegações inconsistentes de que o milho Bt fornece proteção ‹parcial› ou ‹forte›, que tais resultados bem-sucedidos foram ‹inesperados›, de uma tecnologia que é uma ‹solução certa› com ‹eficácia demonstrada› nas Américas. Mais crucialmente, ainda estamos por ver os dados a comprovar quais, se houver, dessas alegações são de facto baseadas em protocolos e resultados científicos sólidos, no que diz respeito a ensaios que estão a ser realizados nos países membros do WEMA.

Desmitificando os mitos da indústria

Infelizmente, as alegações referentes a eficácia do milho Bt para o controlo da lagarta do funil em África, seja em ensaios do WEMA ou nos campos comercializados da África do Sul, não foram comprovadas por quaisquer dados científicos disponíveis, apesar das inúmeras solicitações aos membros da equipe do WEMA conforme descrito acima.

A informação limitada da África do Sul aponta que a resistência total não está a ser observada, pois apesar da vasta maioria do milho ser transgênico, as culturas de milho ainda são afectadas. Na correspondência por email, um membro do DAFF também informou o ACB que “notaram que os agricultores que plantavam milho Bt (particularmente na província do Free State) tinham menos infestação em comparação com o milho normal para não dizer que ele era completamente resistente”.

A falta de dados não apenas nega a participação pública plena e apropriada no processo de aprovação para a comercialização de culturas GM, conforme estipulado no Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança das Nações Unidas, do qual todos os países parceiros do WEMA são signatários, mas também questiona o rigor científico e ético do projeto na aplicação da ciência para o bem dos agricultores de pequena escala em toda a região. Sem esses dados, a potencial eficácia do milho Bt para controlar a praga em África só pode ser extrapolada a partir das experiências das Américas.

Ao avaliar a situação actual das nações americanas, a implementação do milho Bt parece estar longe de ser uma solução segura, como, por exemplo, o Brasil e Porto Rico, bem como em outras partes dos EUA e da Argentina, que sofrem significativa resistência da lagarta de funil aos traços Bt. Estudos recentes relatam frequências de alelos de resistência Cry1F na Flórida, Louisiana e Carolina do Norte entre 10 e 29%, sugerindo o estabelecimento regional generalizado do traço de resistência numa frequência substancial (Huang *et al*. 2014; Vélez *et al*. 2013).

No Brasil, a situação é ainda pior, onde inúmeros produtos de milho Bt têm sido comercializados desde 2008. O país já está a testemunhar resistência a todos, excepto uma toxina Bt, Vip3Aa20, conforme destacado numa revisão recente de Fatoretto *et al*. (2007) (vide Tabela 2). Estas culturas foram implementadas após o desenvolvimento de resistência a pesticidas sintéticos, apenas para resistência até agora desenvolvido para todas as toxinas Bt utilizadas, com excepção da toxina Vip3Aa20. Conforme ilustrado na Tabela 2, as falhas de campo do milho Bt ocorreram em quatro anos após a aprovação comercial. Para dois eventos empilhados, MON-89034-3 x DAS-01507-1 x MON-00603-6 e DAS-01507-1 x MON-00810-6 x MON-00603-6, foram observadas falhas de campo após um ano de aprovação no mercado. Estes dois eventos incluem MON810 e MON89034 cada, sendo as duas culturas apontadas como solução para as populações africanas da lagarta do funil.

As mutações de resistência observadas por Fatoretto *et al*. (2017) como as ocorridas no Brasil também parecem ser dominantes, tornando a implantação de práticas de gestão integradas, tais como o uso de ‘refúgios’ de milho não-Bt adjacentes aos campos de milho GM ineficaz como meio de retardar o desenvolvimento de resistência. Outra característica genética da resistência da lagarta de funil observada por Fatoretto *et al*. é a aparente falta de custos de aptidão associados aos alelos de resistência.

Tabela 2: Lista de lagartas de funil resistentes a traços de culturas GM Bt no Brasil

Empresa	Traços	Nome do evento	Nomo comercial	Ano de aprovação	Início da falha no campo
Syngenta	Cry1Ab	SYN-BT011-1	Agrisure TL	2008	2011
	Vip3Aa20	SYN-IR162-4	Agrisure Viptera	2009	NF
	Cry1Ab + Vip3Aa20 + Gli	SYN-BT011-1 x SYN-IR162-4 x MON-00021-9	Agrisure Viptera3	2010	NF
Monsanto	Cry1Ab	MON-00810-6	YieldGard	2008	2011
	Cry1A.105 + Cry2Ab2	MON-89034-3	YieldGard VT Pro	2009	2013
Dow Agrosciences	Cry1F	DAS-01507-1	Herculex I	2008	2011
	Cry1A.105 + Cry2Ab2 + Cry1F	MON-89034-3 x DAS-01507-1 x MON-00603-6	PowerCore	2013	2014
DuPont	Cry1F	DAS-01507-1 x MON-00603-6	Herculex I	2009	2011
	Cry1F + Cry1Ab	DAS-01507-1 x MON-00810-6 x MON-00603-6	Optimum Intrasect	2011	2012
	Cry1F + Cry1Ab + Vip3Aa20 + Gli + Glu	DAS-01507-1 x MON-00810-6 x SYN-IR162-4xMON-00603-6	Leptra	2015	NF

Fonte:Reproduzido a partir da Fatoretto et al. 2017, p.3.

Apesar da toxina Vip3Aa20 Bt ainda apresentar eficácia no Brasil, os estudos laboratoriais mostram o desenvolvimento de resistência a esta proteína tanto no milho Agricusure Vipteral (expressa Vip3Aa20) quanto no milho Agrisure Viptera 3 (expressa Vip3Aa20 e Cry1Ab), sugerindo que é apenas uma questão de tempo antes de ser observada em campos brasileiros.

Os estudos laboratoriais também indicaram a resistência da lagarta do funil ao milho YieldGard VT PRO, que expressa Cry1A.105 / Cry2Ab212,16; Milho PowerCore, que expressa Cry1A.105 / Cry2Ab2 / Cry1F20; e Agrisure Viptera e Agrisure Viptera 3, que expressam Vip3Aa20 e Vip3Aa20 / Cry1Ab21, respectivamente (Horikoshi *et al*. 2016). A seleção laboratorial dessas linhagens resistentes das populações do campo da lagarta do funil é indicativa da presença dos alelos de resistência no campo.

Fatoretto *et al*. (2017) observaram que as altas taxas de resistência rápida da lagarta do funil no Brasil podem ser atribuídas a uma série de problemas, incluindo factores biológicos inatos associados à espécie, tais como o seu alto rendimento reprodutivo, o seu complexo sistema de desintoxicação que pode promover a quebra de toxinas Bt e seus altos níveis de dispersão, assim como problemas de agro-sistema, tais como o clima tropical que permite sobrepor ciclos de plantio e, daí, a presença contínua das suas plantas hospedeiras, e a falta de adopção adequada de estratégias de gestão de resistência a insectos, tais como a obediência a refúgios.

A resistência cruzada a múltiplas toxinas Bt é também um problema. Entre as variedades comerciais disponíveis de milho e algodão Bt, a maioria expressa proteínas Bt do grupo Cry1, com algumas proteínas a apresentar resistência cruzada (Bernadi *et al*. 2015), incluindo Cry1F com Cry1A.105 e Cry1Ab.

Além disso, os casos de resistência cruzada entre toxinas Bt e inseticidas convencionais não Bt foram relatados na traça *Plutella xylostella* de diamondback (isto é, piretróides e toxina Cry1Ac) e em *S. frugiperda* (isto é, organofosfatos e toxina Cry1F) (Sayyed *et al*. 2008; Alvi *et al*., 2012; Bird *et al*., 2014; Zhu *et al*., 2015).

Num estudo publicado em 2018, até a Monsanto admite que a resistência é uma questão importante que limita a sua sustentabilidade a longo prazo:

> *A evolução da resistência dos insectos a essas culturas é uma grande ameaça à sua sustentabilidade. De fato, em duas décadas de cultivo da cultura Bt, várias espécies de insectos desenvolveram resistência, resultando em falhas de controlo no campo. S. frugiperda é um desses insectos. Ela desenvolveu resistência ao milho Bt expressando a proteína Cry1Fa em Porto Rico, na zona continental dos EUA e no Brasil, com resistência cruzada ao Cry1A.105. (Flagel et al. 2018).*

Eles admitem ainda, em um estudo de coautoria de um funcionário da Monsanto, que "Até ao momento, S. frugiperda é a única praga alvo que desenvolveu resistência no campo para culturas Bt em múltiplos locais em diferentes países e continentes" (Niu *et al*. 2016, p.1).

Eles também notaram que a mutação da resistência relatada no seu artigo de 2018 (Flagel *et al*. 2018), que confere resistência a Cry1Fa e Cry1A.105 detectada em populações porto-riquenhas resistentes, não está presente em populações brasileiras resistentes (portanto a mutação brasileira é uma diferente) e concluem que "esses resultados em conjunto apontam que a resistência Cry1Fa e Cry1A.105 em S. frugiperda pode se desenvolver repetidamente em populações locais, ao invés de infrequentemente e propagar-se para novas áreas através da migração a longa distância". Isto enfraquece a durabilidade do MON89034, um evento empilhado que expressa Cry2Ab2 e Cry1A.105, que é uma proteína de fusão que compreende Cry1Ab, Cry1F e Cry1Ac.

Eles também afirmam que "há provavelmente um grande número de mutações que podem tornar o SfABCC2 não funcional como um receptor Bt, então não é surpreendente ter novos alelos de resistência a ser criados numa taxa constante na natureza". Então, mesmo se as populações que chegaram à África não forem resistentes, é apenas uma questão de tempo antes que essas mutações possam ocorrer.

O problema da resistência generalizada nas Américas também levanta a questão óbvia sobre se as populações que chegaram à África trouxeram ou não alelos de resistência consigo. Essa é uma pergunta que o ACB fez aos membros do WEMA, bem como aos funcionários da DAFF. Como mencionado acima, a resposta do Dr. Oikeh mostra que esta não é uma questão activa a ser analizada pelo projeto. Apenas um estudo sobre resistência foi realizado na população do Togo, uma pesquisa independente do projeto WEMA, e afirmou existir uma falta de mutações de resistência ao Cry1F, como é comum na linhagem FL (Nagoshi *et al*. 2017). No entanto, ainda não está claro quantas introduções separadas da lagarta do funil ocorreram em todo o continente, com estudos até agora que apontam para várias introduções. Contudo, o guião do Feed the Future, por exemplo, usou o único estudo do Togo para afirmar que as populações africanas da lagarta do funil não mostram resistência, uma conclusão presunçosa que simplifica a questão e promove uma falsa impressão de que a resistência Bt ainda não é um problema para a África.

Uma segunda preocupação com relação à implantação do MON810 especificamente, é a eficácia limitada relatada do Cry1Ab em matar a lagarta do funil. Os estudos indicam que Cry1Ab degrada no intestino da lagarta de funil cinco vezes mais rápido do que outros organismos susceptíveis (Miranda *et al*. 2001) e, portanto, não oferece controlo total da praga. Um estudo recente da Monsanto admite a eficácia limitada do Cry1Ab, afirmando que funciona "em menor grau" do que outras toxinas Bt. Embora o guião do CIMMYT admita que o MON810 oferece "controlo parcial", o guião parece apoiar a sua comercialização em África, conforme declarado na secção anterior.

Soluções

Considera-se improvável que a praga seja eliminada do continente e, como tal, são necessárias abordagens sustentáveis adequadas para os pequenos agricultores em toda a região, especialmente em tempos de mudança climática.

Parece que as medidas que estão a ser implementadas pelos governos e agricultores até agora já reduziram significativamente as perdas de culturas em 2018 em muitas regiões, em comparação com o ano passado. As medidas tomadas incluem o uso de pesticidas químicos, bem como medidas locais de controlo de pragas que incluem produtos vegetais e naturais, métodos mecânicos e estratégias de monitoria. Entretanto, o uso de produtos químicos sintéticos provavelmente não seja uma estratégia eficaz de controlo a longo prazo, conforme evidenciado pelos altos níveis de resistência da lagarta do funil nas Américas. Além disso, o uso de pesticidas químicos está associado a graves impactos adversos sobre a saúde humana e ambiental, incluindo danos à biodiversidade necessária para controlar as pragas, tal como a presença de predadores naturais da lagarta do funil. Outros problemas podem surgir se as culturas GM forem amplamente adotadas como uma solução. A prática de sistemas de agricultura GM industrializados promove a monocultura e reduz a biodiversidade, a saúde do solo e a resiliência climática, todos os factores que podem afectar negativamente o impacto dos ataques de pragas. Com a resistência da lagarta do funil a pesticidas sintéticos e toxinas Bt que provavelmente ocorrerá em um futuro próximo, se é que ainda não está presente no continente, as evidências actuais fortemente apontam que nem as culturas Bt nem os pesticidas químicos são soluções efectivas a longo prazo para o controlo da lagarta do funil em África. De fato, os pesquisadores brasileiros parecem estar a voltar cada vez mais a sistemas de conhecimento de plantas nativas como resultado de tais problemas.

Como alternativa ao modelo industrial, os métodos agro-ecológicos que proporcionam uma abordagem holística, não tóxica e económica estão a ser pesquisados e praticados. O sistema *push-pull*, por exemplo, que é um tipo de intercalação de culturas, demonstrou produzir resultados muito eficazes em um novo estudo em larga escala (Midega *et al*. 2018) e é um método que pode ser implantado imediatamente. Também foi desenvolvido para condições secas / quentes, adequado para enfrentar as secas recentes em várias regiões. O sistema *push-pull* envolve o uso de plantas companheiras de modo a emitir voláteis que "expulsam" a praga para longe da cultura, e também o uso de plantas de armadilha que são cultivadas no perímetro do campo para "puxar" a praga em direção a elas, resultando em mortalidade de pragas ou agindo como um refúgio para elas, mantendo assim as pragas longe da cultura. A recente publicação da revista por pares que trabalhou com 250 campos de cultivo para testar o método em áreas secas de Uganda, Quênia e Tanzânia em 2017. O milho foi plantado com a planta de leguminosas, *Greenleaf desmodium* (Desmodium intortum), e Brachiaria cv Mulato II. O estudo documentou uma redução de 87% no dano à plantação, uma redução de 83% no número médio de larvas por planta e aumentos de rendimento em 2,7 vezes na média (2,5, 2,1 e 3,5 vezes maiores no Quênia, Tanzânia e Uganda, respectivamente) em comparação a monoculturas de milho que foram plantadas adjacentemente. As proporções das plantas de milho danificadas pelas larvas no Quênia variaram de 3,2 a 18,6% com o *push-pull* adaptado ao clima e de 80,0 a 95,4% na monocultura de milho. Em Uganda, os danos variaram de 22,0 a 27,3% no *push-pull* adaptado ao clima, e de 80,0 a 94% na monocultura de milho. Na Tanzânia, a média de danos foi de 5,4% no push-pull adaptado ao clima e de 67,1% na monocultura de milho. Além disso, os agricultores entrevistados observaram em primeira mão as diferenças entre os dois sistemas de plantio e apoiaram maioritariamente a tecnologia *push-pull*. Em termos de dano real ao milho pelas larvas, 92,9% dos entrevistados nos três países não relataram nenhum dano, a baixos (<25%) níveis de danos em terrenos de *push-pull* adaptado ao clima. Por outro lado, 96,7% dos entrevistados relatou níveis de dano altos (50-75%) e danos graves (> 75%) causados pelas larvas nos terrenos de monocultura de milho.

O recente guião da FAO sobre a gestão da lagarta do funil (FAO 2018d) recomenda estratégias de gestão integrado de pragas que podem ser implementadas imediatamente, ao invés de culturas GM, pois é "cedo demais para tirar conclusões", devido à questão da resistência vista nas Américas. Os métodos recomendados, em vez disso, incluem medidas preventivas, tais como monitoria, evitando plantios tardios e escalonados para reduzir os alimentos disponíveis para a lagarta do funil; manter uma boa saúde e humidade do solo a fim de promover a saúde das plantas e, assim, a sua capacidade de resistir a ataques de pragas e aumentar a diversidade de plantas através de intercalação de culturas ou outras práticas para reduzir a colocação de ovos, aumentar os predadores naturais e aumentar a matéria orgânica do solo. As estratégias de controlo recomendadas incluem tecnologias push-pull descritas acima; remoção mecânica e armadilhas de feromônio; controlo biológico através do incentivo de predadores naturais e inimigos tais como formigas, pássaros, morcegos, dermaptera e vespas e moscas parasitoides, patógenos como vírus e fungos (alguns dos quais já foram encontrados na África) e pesticidas botânicos.

Algumas das estratégias acima recomendadas pela FAO já são praticadas por agricultores e vários relatos da sua eficácia foram publicados. Por exemplo, os pesticidas botânicos derivados da árvore de nim (*Azadirachta indica*) foram utilizados no Malawi (All Africa 2017). Considera-se que o nim tem baixa toxicidade para mamíferos e é eficiente mesmo em baixas concentrações. Assim como em outras moléculas de plantas activas, há uma menor probabilidade de desenvolvimento de resistência devido à complexidade dos seus componentes activos. Muitos experimentos em derivados de nim mostraram que o seu potencial inseticida na lagarta do funil é semelhante àqueles obtidos com produtos sintéticos (Maredia *et al*. 1992, Prates *et al*. 2003, Viana e Prates, 2003).

O controlo biológico, tal como as formigas, também está a ser implantado, bem como práticas adicionais usadas para incentivar as formigas, como a adição de caldo de peixe conhecido como bonya às plantações no Malauí (VOA news 2018). No Sudão do Sul, os relatos de receitas usadas por gerações anteriores, como misturas de cinza, sabão em pó, folhas de árvores ou nim e pimenta vermelha, também estão a ser empregadas. As substâncias como cinza, serradura e areia também têm sido usadas na América Central, de acordo com a FAO, que age dessecando as larvas. A cinza e o sabão também são muito alcalinos para a lagarta do funil. A Organização de Investigação Agrária e Pecuária do Quênia anunciou que está a pesquisar o uso de inimigos naturais, incluindo o parasitoide de ovos *Telenomus remus*, uma pequena vespa que põe os seus ovos nos ovos da lagarta do funil, que as larvas da vespa depois consomem. O guião da FAO aponta que os países da América do Sul registraram 80% de parasitismo (African Harvesters 2018). As armadilhas de feromônio também foram amplamente implantadas para monitoria. O Ministério da Agricultura da Tanzânia, por exemplo, distribuiu armadilhas em Dar es Salaam, Songwe, Mbeya, Shinyanga, Arusha, Mwanza e Tabora, com mais a serem distribuídas. A FAO doou 500 para o governo do Quênia no ano passado e para outras nações, incluindo Ruanda, em estratégias conjuntas com o governo (All Africa 2018b).

Algumas variedades de milho também mostram uma resistência natural parcial à lagarta do funil. A informação inédita mais recente do PELUM Uganda é que vários agricultores relataram que as variedades locais resistem melhor aos ataques da lagarta do funil do que os híbridos comerciais que são plantados lado a lado. A pesquisa do PELUM Uganda está a ser planificada para documentar e acompanhar ainda mais essas observações. A resistência natural também é levantada no guião do Feed the Future, com referência aos projetos do CIMMYT para rastrear a resistência e, junto com o IITA, usar o melhoramento convencional com vista a desenvolver 'produtos de elite' com parceiros dos setores público e privado. O guião avança que:

> *O germoplasma com resistência nativa à lagarta do funil... juntamente com linhas endogâmicas de milho adaptadas à África, híbridos comerciais e pré-comerciais e OPV estão actualmente a ser avaliados pelo CIMMYT contra as populações da lagarta do funil em*

África, para validar e / ou identificar novas fontes de resistência no contexto africano. (Feed the Future 2018, p.47)

No entanto, o CIMMYT implementa uma abordagem do setor privado para futura comercialização e rentabilidade, partindo de diverso germoplasma de milho da África. Não obstante, é uma prova das características potencialmente valiosas que oferecem uma alternativa mais sustentável à introdução transgênica de genes de resistência, com o CIMMYT a afirmar que:

A resistência nativa é geralmente mais duradoura, porque é geralmente de natureza quantitativa (com vários genes subjacentes à expressão de resistência, tornando mais difícil para a praga 'escapar' do controlo) e porque é tipicamente menos eficaz em controlar a praga (e, portanto, exerce menos pressão sobre a praga para superar a HPR). Em contrapartida, a possibilidade de uma praga de insectos puder desenvolver resistência a transgenes altamente eficazes usados em culturas GM é uma grande preocupação - particularmente para variedades transgênicas precoces que dependem da expressão de um único gene dominante altamente eficaz (como o cry1Ab no MON810 e Bt11). (Feed the Future 2018, p.50)

Conclusões

A lagarta do funil é uma ameaça real e presente na produção agrícola e aos meios de subsistência dos produtores tanto nas Américas quanto agora em África. As experiências nas Américas servem como um alerta de que os sistemas agrícolas industrializados que usam pesticidas químicos e práticas agrícolas GM não são eficazes a longo prazo. Essas experiências expõem o impulso para a comercialização de OGM como uma solução para a lagarta do funil, já que o outro Cavalo de Tróia está a ser usado para abrir em países africanos as culturas GM. Esta estratégia é apenas uma continuação do que está a ser empregue para o projeto WEMA, onde as chamadas culturas GM tolerantes à seca 'generosamente doadas' por corporações multinacionais e filantropos, são necessárias para evitar a escassez de alimentos induzida pela mudança climática. Uma solução que alega estar do lado da ciência moderna, no entanto, ainda está por ser fundamentada através de rigorosos resultados científicos e análises, disponíveis para análises científicas públicas e independentes. Os insectos GM também estão no horizonte, desenvolvidos por Oxitec, como um método para controlar os números de lagartas de funil (Genetic Literacy Project 2018). Mais uma vez, as experiências até agora com os mosquitos GM da Oxitec indicam que essa estratégia também é ineficaz e muito cara.

Exortamos aos nossos governos que não cedam à pressão externa para atender aos interesses das corporações multinacionais, enfraquecendo as leis de biossegurança e permitindo a comercialização de OGM. Em vez disso, exortamos que eles tomem nota das evidências sobre as falhas de culturas GM em lidar com a lagarta de funil, e para implementar estratégias holísticas, que já estão a mostrar eficácia no campo, para apoiar os pequenos agricultores. Várias estratégias agroecológicas que estão a ser implementadas nas Américas e em África fornecem soluções sustentáveis para a lagarta do funil e não irão mais endividar os produtores, comprometer a sua saúde ou o ambiente que os rodea.

Anexo I

Resposta ao African Centre for Biodiversity – Centro Africano para Biodiversidade (ACB)

Dra. Eva Sirinathsinghji, Pesquisadora Independente do ACB) Resposta do Gestor do Projeto WEMA, Dr. Sylvester Oikeh, Fundação Africana de Tecnologia Agrária - African Agricultural Technology Foundation

1. Evidência científica sobre o uso de traços Bt no controlo da praga

Resposta: O projectoWater Efficient Maize for Africa – *Milho com Eficiência Hídrica para África* (WEMA) realizou ensaios de eficácia para um único gene Bt protegido a insectos e eventos tolerantes à seca (DT) e protegidos a insectos (Bt) em seis locais de ensaios em campo confinado no Quénia (Kitale e Kiboko), Uganda (Namulonge e Kasese), Tanzânia - Makutupora e Chokwe em Moçambique.

Em 2017, a infestação artificial foi utilizada para as respectivas espécies de broca-do-colmo (*Chilo partellus ou Busseola fusca*) nos respectivos locais. Além disso, os ensaios receberam uma infestação natural pesada da lagarta do funil. Os mesmos ensaios foram replicados em 2018, embora alguns ainda não tenham sido colhidos.

Os resultados preliminares do CFT a partir dos dados de plantações de 2017 mostraram que, sob a infestação artificial no Quênia e em Uganda, os híbridos empilhados DT + Bt (TELA®) produziram mais do que os mesmos híbridos não-GM (exogénicos).

Sob a infestação natural tanto da broca do colmo quanto da lagarta do funil em Moçambique, os híbridos empilhados DT + Bt (TELA®) produziram mais do que os mesmos híbridos não-GM (exogénicos), com alguns apresentando uma vantagem de rendimento de 9-98% melhor do que os híbridos exogénicos dependendo do nível de infestação.

Da mesma forma, sob infestação natural da lagarta do funil e infestação artificial de larvas de broca-do-colmo no Quênia, alguns híbridos TELA® empilhados renderam de 15 a 27% mais do que os híbridos exogénicos não-GM. Assim, o gene Bt conferiu o controlo completo das brocas do colmo e protecção parcial, porém significativa, contra a lagarta do funil (vide fotos anexas do Uganda [Figura 2]. Observações similares foram feitas em todos os CFTS).

Figura 2: Foto fornecida pelo WEMA do milho não GM (esquerda) e milho Bt (direita) nos ensaios do Uganda

Milho Bt com Potencial para Controlar a Lagarta do Funil (Ensaios emCampo Confinado de híbridos empilhados DT + traços Bt, Uganda, janeiro de 2017).

2. Com a resistência a traços Bt comuns na América do Sul, é essencial saber se já existe resistência nas populações africanas antes da comercialização de culturas GM Bt.

Resposta: a lagarta do funil é uma nova praga em África. É cedo demais para especular sobre o desenvolvimento de resistência da lagarta do funil em culturas Bt, ou mesmo sobre pulverizadores Bt comumente usados por produtores orgânicos em África. Nesta fase, devemos advogar o uso imediato de todas as tecnologias disponíveis em uma abordagem integrada de gestão de pragas para proteger as plantações dos produtores contra enormes perdas causadas pela praga.

Referências

AATF (2017a). *Biotechnology, panacea to army worm maize infestation*. Disponível em: https://aatf-africa.org/node/862.[Acessado em 15 de junho de 2018].

AATF (2017b). African states urged to adopt Bt maize to control armyworm. *AATF Partnerships*. Issue 19, January–June 2017. Disponível em: https://www.aatf-africa.org/files/Partnerships-Issue-19-Jan-Jun-2017.pdf.[Acessado em 15 de junho de 2018].

ACB (2017). *WEMA project shrouded in secrecy: open letter to African governments to be accountable to farmers, civil society*. The African Centre for Biodiversity, South Africa. Disponível em: http://www.acbio.org.za/en/wema-project-shrouded-secrecy-open-letter-african-governments-be-accountable-farmers-civil-society. [Acessado em 15 de junho de 2018].

African Harvesters (2018). *Kenya plans to use biological pest to fight armyworm*. Disponível em: https://africanharvesters.com/2018/04/24/kenya-plans-use-biological-pest-fight-armyworm/.[Acessado em 15 de junho de 2018].

AllAfrica (2017). *Malawi: fall armyworm, farmer's worst nightmare*. Disponível em: http://allafrica.com/stories/201708070641.html.[Acessado em 15 de junho de 2018].

AllAfrica (2018a). *Fall armyworm causing losses of over 50 per cent*. Disponível em: http://allafrica.com/stories/201804120858.html.[Acessado em 15 de junho de 2018].

AllAfrica (2018b). *Rwanda: new strategy to avert armyworm invasion*. Disponível em: http://allafrica.com/stories/201803050748.html.[Acessado em 15 de junho de 2018].

Alvi AH, Sayyed AH, Naeem M e Ali M. (2012). Field evolved resistance in *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) to *Bacillus thuringiensis* toxin Cry1Ac in Pakistan. *PLoS One*[Online] 7(10):e47309. doi: 10.1371/journal.pone.0047309.

Bernardi D, Salmeron E, Horikoshi RJ, Bernardi O, Dourado PM, Carvalho RA, Martinelli S, Head GPe Omoto C (2015). Cross-resistance between Cry1 Proteins in fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*) may affect the durability of current pyramided Bt maize hybrids in Brazil. *PLoS One* [Online] 10(10):e0140130. doi.org/10.1371/journal.pone.0140130.

Bird LJ e Downes SJ (2014). Toxicity and cross-resistance of insecticides to Cry2Ab-resistant and Cry2Absusceptible *Helicoverpa armigera* and *Helicoverpa punctigera* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of Economic Entomology* 107:1923–1930.doi: 10.1603/EC14230.

Bloomberg (2018). *Kenya armyworm corn-area infestation to worsen, Ministry says*. Disponível em: https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-05-24/kenya-armyworm-corn-area-infestation-to-worsen-ministry-says. [Acessado em 15 de junho de 2018].

Business Daily (2018). Editorial: Ward off worm attack. Disponível em: https://www.businessdailyafrica.com/analysis/editorials/-Ward-off-worm-attack/4259378-4578430-15mvexjz/index.html. [Acessado em 14 de junho de 2018].

Cock MJW, Beseh PK, Buddie AG, Cafá G e Crozier J (2017). Molecular methods to detect *Spodoptera frugiperda* in Ghana, and implications for monitoring the spread of invasive species in developing countries. *Scientific Reports*7(1):4103. doi: 10.1038/s41598-017-04238-y.

Cornell Alliance for Science (2017). *African stakeholders push for innovations to combat the fall armyworm*. Disponível em: https://allianceforscience.cornell.edu/blog/2017/09/african-stakeholders-push-for-innovations-to-combat-fall-armyworm/.[Acessado em 15 de junho de 2018].

Cornell Alliance for Science (2018a). *As armyworm invasion devastates crops, Ugandan scientists bemoan GMO political stalemate*.Disponível em: https://allianceforscience.cornell.edu/blog/2018/03/armyworm-invasion-devastates-crops-ugandan-scientists-bemoan-gmo-political-stalemate/.[Acessado em 15 de junho de 2018].

Cornell Alliance for Science (2018b). *WEMA maize shows resistance to destructive fall armyworm pest*.Disponível em: https://allianceforscience.cornell.edu/blog/2018/04/wema-maize-shows-resistance-destructive-fall-armyworm-pest/.[Acessado em 15 de junho de 2018].

Dhahabu Kenya (2018). *Kenya seeks reinforcement from Brazil to help in fighting the armyworm menace*. Disponível em: http://www.dhahabu.co.ke/2018/04/03/kenyan-experts-brazil-armyworm-agribusiness/. [Acessado em 15 de junho de 2018].

FAO (2018a). Map of areas affected by fall armyworms. Disponível em: http://www.fao.org/resilience/multimedia/maps/detail/pt/c/902959/. [Acessado em 15 de junho de 2018].

FAO (2018b). *GIEWS - Global Information and Early Warning System*. Country briefs. Kenya. Disponível em: http://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=KEN.[Acessado em 15 de junho de 2018].

FAO (2018c). *GIEWS - Global Information and Early Warning System*. Country briefs. Uganda. Disponível em:http://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=UGA. [Acessado em 15 de junho de 2018].

FAO (2018d). *Integrated management of the fall armyworm on maize. A guide for farmer field schools in Africa*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Fatoretto J, Michel AP, Silva Filho MC e Silva N (2017). Adaptive potential of fall armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) limits Bt trait durability in Brazil. *Journal of Integrated Pest Management* 8 (1): 17.doi.org/10.1093/jipm/pmx011.

Feed The Future (2018). *Fall armyworm in Africa: A guide for integrated pest management*. First Edition. Disponível em: https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/FallArmyworm_IPM_Guide_forAfrica.pdf. [Accessed 14 June 2015].

Financial Times (2017). Invasion of fall armyworms ravages crops in 20 African countries. Disponível em: https://www.ft.com/content/93222f52-2b46-11e7-9ec8-168383da43b7. [Acessado em 15 de junho de 2018].
Flagel L, Lee YW, Wanjugi H, Swarup S, Brown A*et al*. (2018). Mutational disruption of the ABCC2 gene in fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*, confers resistance to the Cry1Fa and Cry1A.105 insecticidal proteins. *Scientific Reports*8(1):7255. doi: 10.1038/s41598-018-25491-9.
Filho JBS, Alves L, Gottardo L e Georgino M (2010). Dimensionamento do custo econômico representado por *Spodoptera frugiperda* na cultura do milho no Brasil. 48 *Congresso Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural*, p.21.
Genetic Literacy Project (2018). *Talking biotech: can Oxitec's genetically engineered insects combat fall armyworm crop damage and famine in Africa?* Disponível em: https://geneticliteracyproject.org/2018/02/12/talking-biotech-can-oxitecs-genetically-engineered-insects-combat-fall-armyworm-crop-damage-famine-africa/. [Acessado em 15 de junho de 2018].
GhanaWeb (2018). *Ghana to focus on bio-rational products for the management of fall armyworm infestation*. Disponível em: https://www.ghanaweb.com/GhanaHomePage/NewsArchive/Ghana-to-focus-on-bio-rational-products-for-the-management-of-Fall-Armyworm-infestation-643009. [Acessado em 15 de junho de 2018].
Goergen G, Kumar PL, Sankung SB, Togola A e Tamò M (2016). First report of outbreaks of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (J E Smith) (Lepidoptera, Noctuidae), a new alien invasive pest in West and Central Africa. *PLoS One*1(10):e0165632. doi: 10.1371/journal.pone.0165632.
Horikoshi RJ, Bernardi D, Bernardi O, Malaquias JB, Okuma DM *et al*. (2016). Effective dominance of resistance of *Spodoptera frugiperda* to Bt maize and cotton varieties: implications for resistance management. *Scientific Reports* 10(6):34864. doi: 10.1038/srep34864.
Huang F, Qureshi JA, Meagher RL Jr, Reisig DD, Head GP*et al*. (2014). Cry1F resistance in fall armyworm S*podoptera frugiperda*: single gene versus pyramided Bt maize. *PLoS One*9(11):e112958. doi: 10.1371/journal.pone.0112958.
ISAAA (2018). *Scientists recommend Bt maize as solution to fall armyworm infestation in Kenya*. Disponível em: http://www.isaaa.org/kc/cropbiotechupdate/article/default.asp?ID=16136.[Acessado em 15 de junho de 2018].
Maredia, KM, Segura OL and Mihm JA (1992). Effects of neem, *Azadirachta indica*, on six species of maize insect pests. *Tropical Pest Management* 38: 190–195.
MASA (Mozambique Ministry of Agriculture and Food Security) (2018). Letter No. 128 MASA/IIAM-DG/113.1/2018.
Midega CAO, Pittchar JO, Picket JA, Hailiu GW e Khan ZR (2018). A climate-adapted push-pull system effectively controls fall armyworm, *Spodoptera frugiperda* (J E Smith), in maize in East Africa. *Crop Protection* 105: 10–15.
Miranda R, Zamudio FZ e Bravo A (2001). Processing of Cry1Ab delta-endotoxin from Bacillus thuringiensis by Manduca sexta and Spodoptera frugiperda midgut proteases: role in protoxin activation and toxin inactivation. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*31(12):1155–63.
Monsanto (2018). *Bt technology helps protect crops from fall armyworm*. Disponível em: https://monsanto.com/innovations/crop-protection/articles/bt-technology-fall-armyworm/.[Acessado em 15 de junho de 2018].
Nagoshi RN, Koffi D, Agboka K, Tounou KA, Banerjee R*et al*. (2017). Comparative molecular analyses of invasive fall armyworm in Togo reveal strong similarities to populations from the eastern United States and the Greater Antilles. *PLoS One*12(7):e0181982.doi.org/10.1371/journal.pone.0181982.
Nagoshi RN, Goergen G, Tounou KA, Agboka K, Koffi D e Meagher RL (2018). Analysis of strain distribution, migratory potential, and invasion history of fall armyworm populations in northern sub-Saharan Africa. *Scientific Reports*8(1):3710. doi: 10.1038/s41598-018-21954-1.
Niu Y, Qureshi JA, Ni X, Head GP, Price PA*et al*. (2016). F2 screen for resistance to *Bacillus thuringiensis* Cry2Ab2-maize in field populations of *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) from the southern United States. *Journal of Invertebrate Pathology*, 138:66–72.doi: 10.1016/j.jip.2016.06.005.
Otim MH, Tay WT, Walsh TK, Kanyesigye D, Adumo S*et al*. (2018). Detection of sister-species in invasive populations of the fall armyworm *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) from Uganda. *PLoS One* 13(4):e0194571. doi: 10.1371/journal.pone.0194571.
Prates HT, Viana PA e Waquil JM (2003). Activity of neem tree (*Azadirachta indica*) leaves aqueous extract on *Spodoptera frugiperda*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: 437–439.
Purdue Extension Entomology (2016). *Vegetable insects. Disponível em: Managing Insects in Commercially Grown Sweet Corn*. https://extension.entm.purdue.edu/publications/E-98/E-98.html. [Acessado em 15 de junho de 2018].
Premium Times (2017). Nigeria projects N2.98 billion to check Armyworm invasion. Disponível em: https://www.premiumtimesng.com/news/more-news/234594-nigeria-projects-n2-98-billion-check-armyworm-invasion.html. [Accessed 13 June 2018].
ReliefWeb (2017). *West Africa: armyworm infestation – Mar 2017*. Disponível em:
https://reliefweb.int/disaster/2017-000055-gha.[Acessado em 15 de junho de 2018].
Sayyed AH, Moores G, Crickmore N e Wright DJ. (2008) Cross-resistance between a *Bacillus thuringiensis* Cry toxin and non-Bt insecticides in the diamondback moth. *Pest Management Science* 64:813–819.doi: 10.1002/ps.1570.
Standard Media (2017). *New maize variety gives farmers hope against deadly armyworm*. Disponível em: https://www.standardmedia.co.ke/article/2001232639/new-maize-variety-gives-farmers-hope-against-deadly-armyworm. [Acessado em 14 de junho de 2018].
The Economist (2018). An army of worms is invading Africa. Disponível em: https://www.economist.com/middle-east-and-africa/2018/01/18/an-army-of-worms-is-invading-africa. [Accessed15 June 2018].
The Herald (2017). Biotech part of solution to Africa's food insecurity.Disponível em: https://www.herald.co.zw/biotech-part-of-solution-to-africas-food-insecurity/. [Accessado em 13 de junho de 2018].

The Herald (2018). Combined effort sees army worm attacks decline. Disponível em: https://www.herald.co.zw/combined-effort-sees-army-worm-attacks-decline/.[Acessado em 15 de junho de 2018].

USDA (2018a). *Kenya grain and feed annual*. Global Agricultural Information Network. Disponível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Grain%20and%20Feed%20Annual_Nairobi_Kenya_3-28-2018.pdf.[Acessado em 15 de junho de 2018].

USDA (2018b). *Ethiopia grain and feed annual*. Global Agricultural Information Network. Disponível em: https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Grain%20and%20Feed%20Annual_Addis%20Ababa_Ethiopia_3-16-2018.pdf. [Acessado em 15 de junho de 2018].

Vélez AM, Spencer TA, Alves AP, Moellenbeck D, Meagher RL*et al*.(2013) Inheritance of Cry1F resistance, cross-resistance and frequency of resistant alleles in *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). *Bulletin of Entomological Research*103(6):700–13.doi: 10.1017/S0007485313000448.

Viana PA e Prates HT (2003). Larval development and mortality of *Spodoptera frugiperda* fed on corn leaves treated with aqueous extract from *Azadirachta indica* leaves. *Bragantia* 62: 69–74.

VOAnews (2017). *Simple concoction found to halt fall armyworm*. Disponível em: https://www.voanews.com/a/simple-concoction-found-to-halt-fall-armyworm/3989750.html. [Acessado em 15 de junho de 2018].

Xinhuanet (2018). *Fall armyworm invades over 87,000 hectares of maize in Ethiopia: Ministry*.Disponível em:http://www.xinhuanet.com/english/2018-05/29/c_137215427.htm. [Acessado em 15 de junho de 2018].

Zhu YC, Blanco CA, Portilla M, Adamczyk J, Luttrell R e Huang F (2015). Evidence of multiple/cross resistance to Bt and organophosphate insecticides in Puerto Rico population of the fall armyworm, *Spodoptera frugiperda. Pesticide Biochemistry and Physiology*, 122:15–21.

PO Box 29170, Melville 2109, South Africa
www.acbio.org.za