
AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE ALGODÃO PARA EXTRAÇÃO DE NANOFIBRAS: SISTEMA DE PRODUÇÃO COM PLANTIO DIRETO, EM ROTAÇÃO COM MILHETO

Donke, A.C.G.¹, Barrantes, L.S.¹, Scachetti, M.T.¹, Suassuna, N.D.², Figueirêdo, M.C.B.³, Kulay, L.A.⁴, Folegatti-Matsuura, M.I.S.¹

¹Embrapa Meio Ambiente; ²Embrapa Algodão; ³Embrapa Agroindústria Tropical; ⁴Escola Politécnica da USP
ana.donke@usp.br; marilia.folegatti@embrapa.br

Projeto Componente: PC6 Plano de Ação: PA5

Resumo

O uso comercial dos nanomateriais pode promover a sua disseminação para os diferentes compartimentos ambientais, trazendo a necessidade de avaliação dos riscos a ele relacionados ao longo de todo o seu ciclo de vida. Este trabalho objetiva a avaliação do desempenho ambiental da fase de produção do algodão e para tanto utiliza a Avaliação do Ciclo de Vida como ferramenta. Como principais resultados temos que a fase mais impactante, dentre as consideradas, é a produção agrícola do algodão, com maiores efeitos nas categorias de impacto de Aquecimento Global, Ecotoxicidade Aquática e Terrestre e Toxicidade Humana. Os processos de extração da fibra e de produção da nanofibra serão avaliados na sequência deste trabalho.

Palavras-chave: Inventário de Ciclo de Vida, fertilizante, pesticida, toxicidade, eutrofização

Publicações relacionadas

DONKE, A.C.G.; BARRANTES, L.S.; SCACHETTI, M.T.; SUASSUNA, N.D.; FIGUEIRÊDO, M.C.B.; KULAY, L.A.; FOLEGATTI-MATSUURA, M.I.S. Life cycle impact assessment of cotton production in the Brazilian Savanna. In: International Conference on Life Cycle Assessment - CILCA2013, 5., 2013, Mendoza. **Proceedings of...** Mendoza:UNT, 2013. P. 189-195.

Introdução

A cotonicultura brasileira tem crescido vertiginosamente, devido à modernização da produção e às condições ambientais favoráveis do país. Na safra 2010/2011, a área cultivada se ampliou em 550,5 mil hectares, significando um aumento de 65,9%. O cultivo atual ocupa 1,38 milhão de hectares, contra os 835,7 mil hectares plantados em 2009/2010. Esta importante expansão em área gera impactos como emissões de gases de efeito estufa (GEE) derivadas da Mudança de Uso de Terra (MUT), assim como impactos de alcance regional.

A planta do algodão apresenta algumas características, como a produção de néctar – atraindo insetos, com destaque para o bicudo-do-algodoeiro (*Anthonomus grandis*), uma praga de difícil controle – e sensibilidade à alelopatia de plantas invasoras (BELTRÃO 2003; FONSECA et

al. 2011). Para o combate a pragas, os cotonicultores costumam aplicar baterias de pesticidas - aplicações sequenciais de vários inseticidas, fungicidas e herbicidas. No total, podem compreender mais de 50 diferentes produtos aplicados em um ciclo produtivo, com alto potencial de geração dos impactos de ecotoxicidade e toxicidade humana.

Um importante coproduto da fibra de algodão é o línter, que corresponde a cerca de 12,5% da composição total do caroço de algodão. É constituído por fibras curtas (3 a 12 mm), contendo mais de 90% de celulose. Dentre as várias aplicações do línter, destacam-se o algodão hidrófilo, tecidos cirúrgicos e celulose (BELTRÃO 2000). O projeto “Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio” (AgroNano2), desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), ao qual o presente estudo está vinculado, tem pesquisado o uso do línter de algodão para a obtenção de nanoestruturas de celulose. As

interações das nanoestruturas com os organismos vivos não estão plenamente compreendidas e estudos toxicológicos indicam a ocorrência de efeitos nocivos a microrganismos, algas, peixes, ratos e células humanas (PASCHOALINO et al. 2010). Para nanoestruturas de celulose obtidas do coco, algodão e cana-de-açúcar, entretanto, resultados preliminares de estudos toxicológicos in vivo mostraram não haver toxicidade nestes materiais.

A disseminação dos nanomateriais para os diferentes compartimentos ambientais exige que os riscos a ele relacionados sejam avaliados ao longo do seu ciclo de vida, desde a etapa da produção da matéria-prima, da extração da sua fibra, até as etapas de produção e uso da nanofibra, propriamente. Este trabalho objetiva a avaliação do desempenho ambiental da fase de produção do algodão e pela abordagem da Avaliação do Ciclo de Vida. Tal análise permite a adequação aos requisitos ambientais desta nova tecnologia em desenvolvimento. Outros sistemas de produção agrícola, bem como os processos de extração da fibra e de produção da nanofibra, serão avaliados na sequência deste trabalho.

Materiais e métodos

A metodologia deste trabalho baseou-se nos requisitos técnicos da norma ABNT NBR ISO 14044 (ABNT 2009). O objetivo do estudo é “avaliar o desempenho ambiental da fase agrícola de produção do algodão destinado à produção de fibras, cujo coproduto, o linter de algodão, é usado na produção de nanoestruturas de celulose”. Seguiu-se o seguinte escopo:

- a) Sistema de produto: produção agrícola de algodão.
- b) Função: produzir algodão destinado à produção de nanoestruturas de celulose.
- c) Fluxo de referência: 1 t de algodão (capulho).
- d) Fronteiras do sistema: o sistema estudado é composto pelos subsistemas de produção de algodão (capulho); insumos agrícolas; diesel e energia elétrica.
- e) Método de Avaliação de Impactos do Ciclo de Vida (AICV) e categorias de impacto: “ReCiPe Midpoint H, World”.
- f) Requisitos de qualidade de dados: cobertura temporal, safra de 2011/2012; cobertura geográfica, Cerrado brasileiro; cobertura tecnológica, sistema de produção com plantio direto, em rotação com milho, em sequeiro; fonte dos dados, para a

produção agrícola, primária; para os demais processos, secundária – incluindo a literatura técnica e científica, consulta a especialistas, base de dados Ecoinvent.

Considerando que a cultura do algodão tem se expandido no Brasil e que isto pode ocasionar a ocupação de áreas ainda não exploradas pela agricultura, este estudo avaliou dois possíveis cenários: o primeiro considerou a substituição da mata nativa (de Cerrado) pelo cultivo de algodão (pior cenário); o segundo considerou a substituição de outro cultivo anual pelo de algodão (melhor cenário).

Resultados e discussão

O inventário do processo de produção de algodão, exclusivamente na fase agrícola, compreendeu 214 aspectos ambientais. Incluiu o consumo de sementes, calcário, seis tipos de fertilizantes, 43 tipos de pesticidas, além do óleo diesel para as operações agrícolas (Tab.1). Ao todo foram estimados 171 fluxos de saída de substâncias do sistema produtivo para os compartimentos ambientais, a maior parte derivada do uso de pesticidas.

Observou-se que as categorias de impacto mais expressivas foram Ecotoxicidade Terrestre e de Água Doce. Este resultado também foi encontrado em recente estudo de Silva et al. (2012). O consumo elevado de fertilizantes e pesticidas resultou em impactos relacionados à Toxicidade Humana, devido principalmente à presença de metais pesados nos produtos, e à Ecotoxicidade Terrestre e Aquática, causados em especial pelos pesticidas do grupo piretróides. A produção agrícola foi, de fato, o principal processo contribuinte para os dois primeiros impactos, respondendo por 95,8% e 99,3%, respectivamente. Para a ecotoxicidade aquática, além da produção de algodão, também contribuíram os processos de produção de reguladores de crescimento, inseticidas e herbicidas, cujas substâncias mais impactantes também foram os compostos piretróides. O processo de produção de algodão, juntamente com os processos de produção de alguns insumos, como os fertilizantes fosfatados e os reguladores de crescimento, geram contaminantes responsáveis pelo impacto de Eutrofização Aquática.

Tab.1 Inventário da produção de 1 t de algodão: entradas

Saídas conhecidas para a tecnosfera	
Produção de algodão, kg	1.00E+03
Recursos da natureza	
Ocupação, ha	2.78E-01
Transformação de, ha	2.78E-01* ou 0**
Transformação para, ha	2.78E-01* ou 0**
Recursos da tecnosfera	
Sementes, kg	8.67E+00
Calcário e gesso, kg	5.88E+02
Ureia, kg	3.93E+01
Superfosfato triplo, kg	8.13E+01
Cloreto de potássio, kg	5.99E-02
Sulfato de zinco, kg	2.78E+00
Borax, kg	5.05E+00
Sulfato de amônio, kg	5.56E+01
Inseticidas (24 produtos), kg	8.84E+00
Fungicidas (5 produtos), kg	6.75E-01
Glifosato, kg	1.00E+00
Diuron 500 SC, kg	1.50E+00
Outros herbicidas (6 produtos), kg	2.42E+00
Reguladores de crescimento (4 produtos), kg	1.12E+02
Óleo Diesel, kg	4.67E+01

Cenários com (*) e sem (**) MUT.

Os inventários do algodão nos dois diferentes cenários de MUT variaram quanto à área de vegetação natural alterada e quanto às emissões de GEE. No cenário no qual a vegetação nativa foi substituída, foram alterados 0,286 m² de área e emitidos 78,9 t de CO₂-eq para cada tonelada de algodão produzida, cerca de 20 vezes mais do que no cenário de sucessão de culturas anuais (4,01 t de CO₂-eq/t de algodão). A produção de algodão, foi o processo que mais contribuiu para o impacto de Mudanças Climáticas. O CO₂ emitido em função da MUT, no pior cenário, e o N₂O foram os principais GEE emitidos.

Conclusões

A melhoria do desempenho ambiental da produção de algodão depende da racionalização do uso de agroquímicos, particularmente os pesticidas. Ainda que a susceptibilidade da cultura do algodão não permita o uso exclusivo de medidas alternativas para o controle de pragas, o controle químico deve ser otimizado, optando-se pelo uso de moléculas mais seletivas e seguras e associações com métodos biológicos. A Embrapa preconiza o Manejo

Integrado de Pragas, que consiste em aplicações a partir de um monitoramento de insetos-praga, para um uso de pesticidas em quantidade e na época corretas.

No que se refere ao impacto de Mudanças Climáticas, decorrente das emissões geradas pelas MUT, apresenta-se o desafio de se buscar o equilíbrio entre o incremento da produtividade - que significa o aumento de produção sem ampliação de área -, e a redução do uso de insumos químicos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, Capes, Finep, Projeto MP1 Rede Agronano 2 – Embrapa e Projeto Jatrop – FP7 Comissão Europeia.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14044: gestão ambiental - avaliação do ciclo de vida – requisitos e orientações. Rio de Janeiro, 2009.
- BASTOS, C. S. & TORRES, J. B. Controle Biológico e o Manejo de Pragas do Algodoeiro. Circular Técnica 72. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005.
- BELTRÃO, N. E. M. O que fazer com a semente de algodão? 2000. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=261>>. Acesso em: 01 nov 2012.
- BELTRÃO, N. E. M. Controle de plantas daninhas na cultura do algodão. In: IV Congresso Brasileiro de Algodão, Goiania, 2003. <http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/395.pdf>. Acesso em: 01 nov 2012
- PASCHOALINO, M.P.; MARCONE, G.P.S.; JARDIM, W.F. (2010) Os nanomateriais e a questão ambiental. *Quim. Nova*, 33, 421-430.
- SILVA, T. L. [et al.] Impactos ambientais da cadeia têxtil do algodão por meio da avaliação do ciclo de vida. In: III Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida de Produtos e Serviços. Maringá, PR. Anais: 261-267, 2012