

## Filmes de amido/quitosana adicionados de nanofibras: efeito no controle de plantas invasoras e na temperatura do solo

## Films of the starch/chitosan added with nanofibers: effect in the control of the invasive plants and soil temperature

**Guilherme Landim Santos**

[guisaan.gui@gmail.com](mailto:guisaan.gui@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

**Renata Paula Herrera Brandelero**

[renatap@utfpr.edu.br](mailto:renatap@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

**Evandro Martin Brandelero**

[brandelero2012@gmail.com](mailto:brandelero2012@gmail.com)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

**Alexandre Alfaro da Trindade**

[alexandre@utfpr.edu.br](mailto:alexandre@utfpr.edu.br)

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil

### RESUMO

O objetivo do presente trabalho é avaliar o efeito dos filmes de amido/quitosana adicionados de nanofibras no controle da temperatura e de plantas invasoras presentes no solo durante o cultivo protegido de *Lactuca sativa* L. em vasos. Os filmes foram caracterizados quanto às propriedades mecânicas, permeabilidade ao vapor de água e solubilidade. A análise do controle de plantas invasoras foi realizada aplicando os filmes como cobertura de solo através de um delineamento inteiramente ao acaso. A análise da temperatura do solo foi realizada medindo a temperatura durante 30 dias. Filmes de amido/quitosana adicionado de nanofibras de sorgo e trigo não apresentaram diferenças significativas nos valores de PVA e solubilidade. As propriedades mecânicas dos materiais se diferenciaram sensivelmente do filme controle, demonstrando que a presença de nanofibras reduziu as propriedades mecânicas dos materiais, tais análises associadas à homogeneidade do material. Os filmes biodegradáveis controlaram a germinação de plantas daninhas fotoblásticas positivas e independentes, além do controle de temperatura, sendo similarmente eficientes que filmes sintéticos de polietileno.

**PALAVRAS-CHAVE:** Polímeros. Bioplástico. Mulching.

### ABSTRACT

The main of the present work was to evaluate the effect of the addition of nanofibers in starch/chitosan films on the film properties, well as on the temperature control and invasive plants during the protected cultivation of Lettuce (*Lactuca sativa* L.). The mechanical properties, water vapor permeability and solubility were evaluated. The analysis of the control of invasive plants was carried out applying the films as soil cover through a completely random design. Soil temperature analysis was performed by measuring the temperature along 30 days. The addition of nanofibers shows no changes on the barrier properties of films. The addition of the nanofibers reduced the properties mechanical of the films, associating the material homogeneity. The films provided control the of germination of plants invasive positive or independent photoblastic plants, as well as temperature control, being efficient similar when compared at polyethylene films.

**Recebido:** 31 agosto 2018

**Aprovado:** 04 de outubro 2018

#### Direito autoral:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



**KEYWORDS:** Polymers. Bioplastic. Mulching.



## INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas ambientais é o acúmulo de resíduos sólidos no meio ambiente. O plástico está habitualmente nas relações domésticas e industriais, sendo um dos materiais maiores causadores de impacto por resíduos sólidos (ARAGÃO e VELOSO, 2014). Na horticultura, têm-se o uso de coberturas de solo para garantir boas condições de cultivo e temperatura de solo, além do isolamento da planta cultivada dos microrganismos do solo para produção de qualidade e eficiência, sendo realizado pelo uso de materiais plásticos sintéticos, como o polietileno. Os materiais após o uso são descartados, levando anos para se degradar e realizar a sua função biológica. Afim de reduzir a produção destes, a alternativa do uso de polímeros biodegradáveis traz viabilidade da substituição destes materiais.

A quitosana é um polissacarídeo derivado da quitina, que perde o seu radical acetil através da desacetilação, sendo obtido um grupo amina protonado quando em meio ácido. A quitosana possui grande potencial na elaboração de materiais plásticos. Kunyoshi (2012) afirma que a quitosana devido à sua biocompatibilidade e biodegradabilidade, como fácil dissolução, possibilita ampla aplicação para diferentes produtos, como os materiais bioplásticos.

Tomé et al. (2013) afirma que nanofibras de celulose possuem grande interação no preparo de filmes termoplásticos, sendo os nanomateriais um grande investimento para o preparo destes filmes, devido às nanofibras permitirem que os materiais ganhem resistência e tenham aplicações diferenciadas.

A *Lactuca sativa* L. é uma hortaliça folhosa pertencente à família Asteraceae, sendo uma hortaliça destacada no Brasil com valor comercial devido ao seu grande uso na alimentação humana, também associada à sua fácil adaptação em diferentes tipos de ambientes, com possibilidade do seu cultivo ao longo do ano, além do seu baixo tempo de rotação (BRUNINI et al, 1976).

Portanto, o presente estudo tem por objetivo avaliar o efeito dos filmes de amido/quitosana adicionados de nanofibras obtidas da palha de trigo e sorgo no controle da temperatura do solo e da germinação de plantas invasoras presentes no solo durante o cultivo protegido de *Lactuca sativa* L. em vasos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### MATERIAL

O amido utilizado foi obtido da marca Pinduca® (Araruna, Paraná), contendo 21% de amilose. A quitosana foi obtida da Sigma-Aldrich® (médio peso molar, 78-85% de desacetilação), o glicerol (marca Labsynth®, 98% de pureza). As fibras foram extraídas da palha de sorgo e trigo, resultante do processo de colheita. Os filmes receberam pigmentos inorgânicos pretos à base de óxido de ferro.

## METODOS

### HIDRÓLISE ÁCIDA DAS FIBRAS DE SORGO E TRIGO

As fibras mercerizadas foram pesadas e misturadas na proporção de 1:9 de ácido  $H_2SO_4$  a 45%, o material foi aquecido e misturado a  $\pm 60^\circ C$  por 1 hora. Após, os materiais foram lavados até pH próximo da neutralidade e em seguida foram filtrados e secos em estufa. As fibras secas foram colocadas em ácido sulfúrico na proporção de 1:9, a solução de ácido apresentou 45% de concentração, permanecendo a  $60^\circ C$  por 1 hora. As fibras obtidas foram lavadas até pH 3,0 e filtradas. Após realizou o branqueamento das fibras com hipoclorito de sódio 1,7% s. Os materiais foram filtrados e lavados em água até pH neutro; as fibras foram secas em estufa a  $60^\circ C$ .

### CONFECÇÃO DOS FILMES

O processo foi dividido em duas etapas, uma foi o preparo da quitosana, outro do filme. Foram pesadas 2,2g de quitosana e medido em uma proveta graduada 50 ml de ácido acético, essa solução. Para se obter o amido termoplástico, foi feito a pesagem de 4,8 g de amido e 1,4 g de glicerol (20% sobre a massa de polímeros), sendo adicionadas as massas em 150 mL de água destilada. A solução foi agitada a  $70^\circ C$  e até gelatinizar. Os filmes com fibras receberam 7% de fibra sobre a massa de amido. Após esse procedimento foi deixado por alguns minutos para atingir a temperatura de ambiente ( $\pm 25^\circ C$ ), e então foram adicionados 2mg de pigmento preto na solução. Após isso foi misturado a solução de quitosana. A mistura foi agitada e colocada em placa de acrílico com medições de 25x25cm (filme controle). Posteriormente foi colocada a placa com a solução numa estufa por 32 horas numa temperatura de  $40^\circ C$ .

### Propriedades Mecânicas, Permeabilidade ao Vapor de água e solubilidade

As propriedades mecânicas e permeabilidade ao vapor de água e solubilidade foram determinados conforme Brandelero et al. (2011). Os valores de solubilidade foram determinados colocando corpo de provas de 4x4 cm em contato com 50mL de água destilada por 24 horas à  $25^\circ C$ , o valor de solubilidade foi determinado por método gravimétrico.

### Local de estudo

O estudo foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, localizada no município de Dois vizinhos, região Sudoeste do Estado do Paraná, na estrada Boa Esperança Km 04, altitude média de 512 m, entre coordenadas  $25^\circ 41' 52.66'' S$  de latitude e  $53^\circ 5' 59.96''$  de longitude, em casa de vegetação. O solo tipo 3, argiloso utilizado foram obtidos de vasos utilizados em casa de vegetação, foi analisado apresentando pH 6,1 em  $CaCl_2$ , matéria orgânica  $79g/dm^3$  CTC  $38,51 cmol/cm^3$ , acidez potencial de  $2,65 cmol/dm^3$  e VB 98%, sendo determinados os macronutrientes catiônicos e aniônicos para correção.

### Sistema de cultivo

Os vasos foram preenchidos com o solo jรก corrigido, somando o total de 20 vasos, um ao lado do outro em 3 fileiras. Os vasos foram acondicionados em sistema de cultivo protegido. Os tratamentos tiveram como base os filmes utilizados, T1: Mulch biodegradรกvel preto com fibra de sorgo; T2: Mulch biodegradรกvel preto com fibra de trigo; T3: Mulch biodegradรกvel preto sem fibra; T4: Mulch nŁo biodegradรกvel preto; T5 (Testemunha, sem cobertura). Cada tratamento teve 4 repetiŁes, sendo cada repetiŁo composta de 2 plantas. O delineamento foi do tipo delineamento inteiramente casualizado (DIC), conforme Figura 1. Cada vaso recebeu duas mudas de alface e o experimento foi conduzido em cada de vegetaŁo.

Figura 1- Croqui realizado para representaŁo das repetiŁes dos tratamentos.

T3R4P1	T5R3P1	T3R1P1	T2R4P1	T4R3P1
T3R4P2	T5R3P2	T3R1P2	T2R4P2	T4R3P2
T2R2P1	T1R2P1	T4R2P1	T1R3P1	T5R2P1
T2R2P2	T1R2P2	T4R2P2	T1R3P2	T5R2P2
T3R2P1	T2R3P1	T3R3P1	T5R1P1	T2R1P1
T3R2P2	T2R3P2	T3R3P2	T5R1P2	T2R1P2
T5R4P1	T4R1P1	T1R1P1	T4R4P1	T1R4P1
T5R4P2	T4R1P2	T1R1P2	T4R4P2	T1R4P2

Fonte : Autores (2018)

### Medida da temperatura do solo, contagem de daninhas

A temperatura do solo foi determinada com auxilıo de um termŁmetro digital de aferiŁo direta que foi introduzido no solo abaixo dos mulching na profundidade de 4 cm, sendo realizadas a sua mediŁo durante o perıodo de 30 dias, no intervalo das 14-15 hs. As plantas daninhas a partir do prŁprio banco de solos, foram contadas nos tratamentos sem cobertura de solo e nos filmes com os mulches.

### RESULTADOS E DISCUSSŁO

Os parŁmetros das caracterısticas de barreiras dos materiais foram levantados e podem ser observados conforme Tabela 1. Os dados de PVA nŁo apresentaram diferenŁa significativa entre si, indicando que a adiŁo das fibras de sorgo e trigo nŁo trouxeram interferências nas propriedades de barreira do material. Os dados obtidos sŁo sensivelmente menores quando comparado Ł autores como Nascimento et al. (2015) ao estudar o efeito de nanofibras de cascas de arroz em filmes de amido, indicando que os filmes obtidos sŁo melhores barreira que filmes sŁo de amido.

Tabela 1 - Propriedades dos filmes de amido/quitosana utilizados como cobertura de solo.

Filme	Espessura (mm)	PVA x 10 <sup>-12</sup> (g/Pa.m.s)	Solubilidade (g solúveis/100g de filme)	Resistência Mecânica na ruptura (MPa)	Elongação (%)
FSF	0,182 <sup>b</sup>	2,31 <sup>a</sup>	17,02 <sup>a</sup>	14,75 <sup>a</sup>	11,04 <sup>a</sup>
FNFS	0,203 <sup>b</sup>	2,35 <sup>a</sup>	16,04 <sup>a</sup>	11,52 <sup>b</sup>	4,00 <sup>b</sup>
FNFT	0,258 <sup>a</sup>	0,98 <sup>a</sup>	18,83 <sup>a</sup>	9,91 <sup>b</sup>	6,00 <sup>a</sup>

Médias seguidas na coluna pela mesma letra não se diferiram no Teste de Tukey (p=0,05). Fonte: Autores (2018).

A solubilidade assim como a PVA não apresentou diferenças significativas, acredita-se que a presença da quitosana esteja associada a este efeito, contudo, analisa-se que estatisticamente que nanofibras de sorgo e trigo não se alteraram na afinidade dos filmes com a água.

Os dados de resistência mecânica se diferenciaram do filme controle, demonstrando que a adição dos nanomateriais interferiram nas propriedades mecânicas dos filmes de amido/quitosana. Porém, resultados obtidos se demonstraram maiores aos encontrados na literatura, Panthapulakkal et al. (2005) ao verificar o efeito de fibras em filmes termoplásticos, obteve resultados inferiores ao presente estudo, discutindo que o efeito físico do material esteja diretamente associado à homogeneidade do material, ocasionando tais condições.

Tabela 2 - Média da incidência de plantas invasoras conforme o tipo de cobertura de solo.

Cobertura de solo	Número por espécie de plantas invasoras identificadas no solo dos vasos conforme tratamento						Média <sup>a)</sup> NT/ NR
	Trapoeiraba ( <i>Commelina benghalensis</i> )	Capim-da-cidade ( <i>Eleusine indica</i> )	Serralha ( <i>Sonchus oleraceus</i> )	Quebra-pedra ( <i>Phyllanthus tenellus</i> )	Trevo-roxo ( <i>Oxalis corniculata</i> )	Caruru ( <i>Amaranthus spinosus</i> )	
FSF	1	6	5	18	0	21	17 <sup>b</sup>
FNFS	1	6	6	28	4	12	12,7 <sup>b</sup>
FNFT	0	7	1	32	3	25	17 <sup>b</sup>
Plástico	0	0	0	8	0	2	2,5 <sup>b</sup>
Controle	5	34	15	100	12	116	70,5 <sup>a</sup>

NT – Número total de plantas, NR - número de repetição.

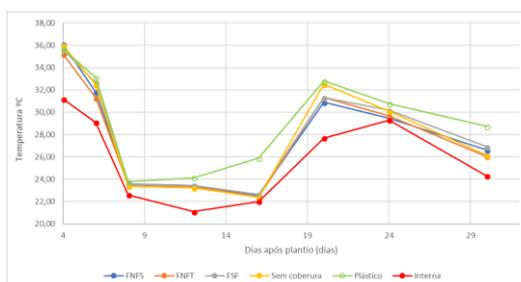
Médias seguidas na coluna pela mesma letra não se diferiram no Teste de Tukey (p=0,05).  
Fonte: Autores (2018).

A Tabela 2 indica os modelos de análise de populações de plantas invasoras. As populações de plantas invasoras apresentaram incidência reduzida quando comparadas aos vasos sem adição de cobertura de solo, sendo os filmes de polietileno que obtiveram maior capacidade de recobrimento, garantindo a menor incidência de populações de plantas invasoras.

Observa-se que os materiais biodegradáveis quando comparado ao espaço sem recobrimento obtiveram redução de plantas daninhas, demonstrando o seu controle de plantas invasoras. Além de também garantir o controle do efeito de luz no solo, reduzindo sensivelmente a infestação das populações sobre a cultura

de *Lactuca sativa* L. Carvalho e Chistoffoleti (2007) ao analisarem os efeitos da luz e temperatura em plantas do gênero *Amaranthus* sp. (mesma analisada em presente trabalho) observaram que a variação de temperatura foi o maior determinante para a quebra do banco de sementes, demonstrando que tais materiais obtiveram sucesso em seu efeito de controle.

Figura 2. Valores de temperatura do solo registrados para os tratamentos ao longo de 30 dias de cultivo determinada às 14:00h no período de 16/03 a 16/04 de 2018.



Fonte: Autores (2018)

A Figura 2 demonstra as diferentes variações de temperatura dos materiais durante um tempo estimado de 30 dias, observa-se que os filmes de amido/quitosana adicionados de nanofibras apresentaram mesmo comportamento dos filmes de polietileno em dias frios, e quentes obtiveram controle de temperatura eficiente quando comparado ao solo sem cobertura que reteve menos calor no solo.

## CONCLUSÃO

A realização da hidrólise ácida nas fibras não melhorou as propriedades dos filmes, nem as propriedades mecânicas e nem as de barreira. Os filmes de amido/quitosana permitiram o controle de plantas daninhas de diferentes fotoblástias, agregando eficiência de sua aplicação em horticulturas, os filmes também auxiliaram na conservação de calor no solo, controlando a temperatura em climas quentes, evitando problemas no produto a ser gerado.

## REFERÊNCIAS

ARAGÃO, R. V.; VELOSO, S. H. V.; - Produção e reciclagem do lixo com foco em resíduos plásticos, *Revista Monografias Ambientais*, 14, 2, 3075-3081p. 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/remoa/article/viewFile/11043/pdf>. Acesso: 31/08/2018.

KUNYOSHI, N.J. La quitosana. *Revista de química PUCP*, 26, n.1-2,10-12p, 2012. Disponível em: <file:///C:/Users/renat/Downloads/6421-24782-2-PB.pdf>. Acesso em: 31/08/2018.

TOMÉ, C. L.; FERNANDES, M. C. S.; PEREZ S. D.; SADOCCO, P.; SILVESTRE, D. J. A.; NETO, P. C.; MARRUCHO, M. I. FREIRE, R. S. C. – The role of nanocellulose fibersm starch and chitosan on multipolysaccharide based films. *Cellulose*, 20,



4, 1807-1818p. 2013. Disponível em:  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10570-013-9959-6>. Acesso:  
31/08/2018.

BRANDELERO, H. P. R.; GROSSMANN, E. V. M.; YAMASHITA, F. – Effect of the method of production of the blends on mechanical and structural properties of biodegradable starch films produced by blown extrusion. **Carbohydrate Polymers**, 86, 3, 1344-1350, 2011. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861711005157>. Acesso: 31/08/2018.

BRUNINI, O.; LISBAO, S. R.; BERNARDI, B. J.; FORNASIER, B. J. PEDRO-JUNIOR, J. M. Temperatura-base para alface cultivar "white boston", em um sistema de unidades térmicas. **BRAGANTIA**, v.35, 19, 1976. Disponível em:  
<http://www.scielo.br/pdf/brag/v35n1/19.pdf>. Acesso:31/08/2018.

NASCIMENTO, P.; MARIM, R.; CARVALHO, G.; MALI, S.; Nanocellulose Produced from Rice Hulls and its Effect on the Properties of Biodegradable Starch Films. **Materials Research**, 19,1, 167-174p. 2016. Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-14392016000100167](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392016000100167). Acesso: 31/08/2018

PHANTAPULAKKAL, S.; ZERESHKIAN, A.; SAIN, M. Preparation and characterization of wheat straw fibers for reinforcing application in injection molded thermoplastic composites. **Bioresource Technology**, 97, 2, 265-272p., 2006. Disponível em :  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852405001410>. Acesso: 31/08/2018.

CARVALHO, P. J. S.; CHRISTOFFOLETI J. P. - Influência da luz e da temperatura na germinação de cinco espécies de plantas daninhas do gênero amaranthus. **Bragantia**, 66, 4, 527-533p. 2007. Disponível em:  
[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0006-87052007000400001](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052007000400001). Acesso: 31/08/2018.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Araucária pela concessão de bolsas.