



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
**AGROENERGIA**  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

## **FEIJÃO-MUNGO (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) EM ROTAÇÃO COM CANA-DE-AÇÚCAR: UMA META-ANÁLISE PARA AVALIAR SEU EFEITO NA PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E INDUSTRIAL**

Leonardo Luciano Langoni<sup>(2)</sup>; Gabriela Cristina Salgado<sup>(1)</sup>; Guilherme Bovi Ambrosano<sup>(2)</sup>; Vanessa Gallego Arias Pecorari<sup>(3)</sup>; Glaucia Maria Bovi Ambrosano<sup>(4)</sup>; Ivani Pozar Otsuk<sup>(5)</sup>; Fábio Luis Ferreira Dias<sup>(6)</sup>; Fabrício Rossi<sup>(7)</sup>; Silvio Tavares<sup>(6)</sup>; Edmilson José Ambrosano<sup>(6)</sup>.

### **RESUMO**

O objetivo do trabalho foi realizar uma revisão sistemática de trabalhos de pesquisa cuja variável resposta é produtividade agrícola e o POL da cana-de-açúcar após o pré-cultivo de feijão-mungo, em comparação a ausência do pré-cultivo desse adubo verde e sumarizar por meta-análise o efeito global e condicionado dessa resposta. Foi levantado todos os artigos anteriores a 2017 para determinar o efeito da adubação verde na melhoria do ambiente de produção agrícola da cana-de-açúcar. A busca dos artigos foi em bases digitais (Web of Science, Scopus, SciELO, Portal CAPES). As palavras-chave utilizadas nas bases de dados foram: sugarcane, sugar cane, *Saccharum officinarum*, cover crop, green crop, e crop rotation. Os critérios de seleção dos trabalhos foram: (1) todos os trabalhos apresentaram produtividade agrícola e POL da cultura da cana-de-açúcar em rotação com o feijão-mungo, (2) apresentavam também estatística nos dados, (3) os artigos foram avaliados por dois pesquisadores experientes na área de adubação verde. Com base nesses dados foram selecionados os seguintes trabalhos AMBROSANO, et al. (2013), AMBROSANO, et al. (2014), AMBROSANO, et al. (2010). Em média no primeiro corte, a cana-de-açúcar em rotação com o feijão-mungo (13,81 t ha<sup>-1</sup>) obteve um aumento de 15% do POL quando comparado ao controle (11,63 t ha<sup>-1</sup>). No segundo corte este aumento foi de 13%. No resultado sumário de efeito (considerando o conjunto dos três cortes) observou-se que o uso do feijão-mungo em rotação com a cana-de-açúcar é favorável na medida de efeito para a POL da cana. Não houve aumento da produtividade do colmo da cana-de-açúcar no grupo experimental comparado ao grupo controle.

**Palavras-chave:** adubação verde, leguminosa, *Saccharum officinarum*.

## **MUNG-BEAN (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) IN ROTATION WITH SUGARCANE: A META-ANALYSIS TO EVALUATE ITS EFFECT ON AGRICULTURAL AND INDUSTRIAL YIELD**

Gabriela Cristina Salgado<sup>(1)</sup>; Leonardo Luciano Langoni<sup>(2)</sup>; Guilherme Bovi Ambrosano<sup>(2)</sup>; Vanessa Gallego Arias Pecorari<sup>(3)</sup>; Glaucia Maria Bovi Ambrosano<sup>(4)</sup>;

(1) Estudante Mestrado; Universidade de São Paulo (ESALQ); Piracicaba, SP; [salgado\\_gc@gmail.com](mailto:salgado_gc@gmail.com);

(2) Estudante Graduação; Universidade de São Paulo (ESALQ); Piracicaba, SP; [Leo.langoni97@gmail.com](mailto:Leo.langoni97@gmail.com); [guilherme.ambrosano@usp.br](mailto:guilherme.ambrosano@usp.br)

(3) Professora Universidade Paulista (UNIP), São Paulo, SP; [pecorarivanessa@yahoo.com.br](mailto:pecorarivanessa@yahoo.com.br);

(4) Professora Universidade de Campinas Unicamp (FOP), Piracicaba, SP; [glaucia@fop.unicamp.br](mailto:glaucia@fop.unicamp.br)

(5) Pesquisador Instituto de Zootecnia (APTA), Nova Odessa, SP [ivani@iz.sp.gov.br](mailto:ivani@iz.sp.gov.br) ;

(6) Pesquisador, Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio; Piracicaba, SP; [fabio@apta.sp.gov.br](mailto:fabio@apta.sp.gov.br); [stavares@apta.sp.gov.br](mailto:stavares@apta.sp.gov.br) ; [ambrosano@apta.sp.gov.br](mailto:ambrosano@apta.sp.gov.br);

(7) Professor; Universidade de São Paulo (FEZEA); Pirassununga, SP; [fabricao.rossi@usp.br](mailto:fabricao.rossi@usp.br)



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
**AGROENERGIA**  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

Ivani Pozar Otsuk<sup>(5)</sup>; Fábio Luis Ferreira Dias<sup>(6)</sup>; Fabrício Rossi<sup>(7)</sup>; Silvio Tavares<sup>(6)</sup>; Edmilson José Ambrosano<sup>(6)</sup>.

## SUMMARY

The aim of this work was to conduct a systematic review of research projects whose response variable is sugarcane productivity and POL after pre-cultivation of mung bean, green manure, in comparison to the absence of pre-cultivation of this plant, and to summarize by meta-analysis the global and conditioned effect of this response. All articles before 2017 were collected to determine the effect of green manuring on improving the sugarcane agricultural yield. The search for articles was in digital databases (Web of Science, Scopus, SciELO, Portal CAPES). The keywords used in the databases were: sugarcane, sugar cane, *Saccharum officinarum*, cover crop, green crop, e crop rotation. The selection criteria were: (1) all the work presented productivity and POL of the sugarcane crop in rotation with the mung-bean, (2) they also presented statistics in the data, (3) the articles were evaluated by two experienced researchers in the area of green manuring. Based on these data the following papers were selected: AMBROSANO, et al. (2013), AMBROSANO, et al. (2014), AMBROSANO, et al. (2010). In the first cut, sugarcane in rotation with the mung-bean (13.81 t ha<sup>-1</sup>) obtained a 15% increase in the POL when compared to the control (11.63 ha<sup>-1</sup>). In the second cut, this increase was 13%. In the summary result of effect (considering the set of three cuts) it was observed that the use of the mung-bean in rotation with the sugarcane is favorable to the extent of effect for the POL of the sugarcane. There was no increase in sugarcane yield in the experimental group compared to the control group.

**Key-words:** Green manure, legume, *Saccharum officinarum*.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar no mundo (FAOSTAT 2014). Estima-se na safra de 2016/2017 a produção de 684.773,9 mil toneladas de cana que serão destinada ao setor sucroalcooleiro para produção de açúcar e/ou etanol (CONAB, 2015). A cultura de cana-de-açúcar é considerada semi-perene, que se exaure (redução na produção) a medida que ocorre os cortes consecutivos, sendo necessário a renovação do canavial após 3 a 6 cortes. Na renovação dos canaviais tem-se cultivado os adubos verdes em rotação com a cana-de-açúcar. O emprego dos adubos verdes tem por objetivo fornecer nitrogênio (N) para a cana (no caso das plantas leguminosas) podendo substituir parte do N dos adubos químicos; melhorar a qualidade física, química e biológica do solo; atuando no controle de plantas invasoras; na redução da erosão do solo; e no controle de pragas e doenças (AMBROSANO et al., 2011; DANTAS et al., 2015; TAO et al., 2017)

Estudos apontam que o uso de adubos verdes em rotação com a cana de açúcar aumenta a produtividade e o POL da cana (AMBROSANO et al, 2013; GILBERT et al., 2008). O feijão-mungo [*Vigna radiata* (L.)Wilczek] é um adubo verde com potencial a ser utilizado na renovação dos canaviais devido as seguintes características: fixação de N, alta produção de massa seca, ciclo curto e pouco



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
**AGROENERGIA**  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

exigente em fertilidade do solo (AMBROSANO et al., 2014). Além disso, as sementes do feijão mungo são muito utilizadas na culinária (broto de feijão ou “moiashi”), podendo ser uma fonte de renda extra ao agricultor.

Contudo, o feijão-mungo em rotação com a cana-de-açúcar acarreta em maior produtividade agrícola de cana e do seu POL? Para responder tal indagação pode se utilizar de uma ferramenta chamada revisão sistemática. A revisão sistemática tem como objetivo responder uma pergunta específica utilizando métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos, analisando, por conseguinte os dados dos estudos recolhidos e incluídos na revisão. Sendo assim, esta síntese adotada melhora o poder dos testes estatísticos para avaliação dos efeitos dos tratamentos, sendo mais precisa a estimativa do tamanho do efeito.

### **OBJETIVOS**

Realizou-se uma revisão sistemática de trabalhos de pesquisa cuja variável resposta é produtividade agrícola e o POL da cana-de-açúcar após o pré-cultivo de feijão-mungo em comparação a ausência do pré-cultivo desse adubo verde e sumarizar por meta-análise o efeito global e condicionado dessa resposta.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

A pesquisa bibliográfica foi limitada no espaço (amplitude geográfica) e tempo (período de inclusão dos artigos). Foi levantado todos os artigos anteriores a 2017 para determinar o efeito da adubação verde na melhoria do ambiente de produção agrícola da cana-de-açúcar. A busca dos artigos foi em bases digitais (Web of Science, Scopus, SciELO, Portal CAPES). Ressalta-se que os dados obtidos nestas bases de dados, em sua maioria, abrangem todo o mundo tendo como adicional para tal abrangência a pesquisa no idioma inglês. Para que os materiais sejam encontrados foi necessário organizar as palavras-chave a serem utilizadas na busca em tais bases de dados. O SIBi, portal de pesquisa que integra os recursos informacionais do Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade de São Paulo (SIBiUSP), forneceu os sinônimos em inglês para cana-de-açúcar e adubação verde, obtendo-se assim as palavras-chave para a busca nas bases de dados. Sendo elas: sugarcane, sugar cane, *Saccharum officinarum*, cover crop, green crop, e crop rotation.

Com a definição do período de pesquisa na literatura feito acima, foram seguidos os critérios de seleção dos trabalhos, sendo eles: (1) todos os trabalhos apresentaram produtividade agrícola e POL da cultura da cana-de-açúcar em rotação com a adubo verde, (2) apresentavam também estatística nos dados, (3) os artigos foram avaliados por dois pesquisadores experientes na área de adubação verde. Com base nesses dados foram selecionados os seguintes trabalhos AMBROSANO, et al. (2013) em duas localidades, sendo estas em Piracicaba-SP e Tietê-SP, AMBROSANO, et al. (2014) e AMBROSANO, et al. (2010) no município de Piracicaba- SP. Na meta-análise do POL utilizou-se apenas o segundo e terceiro cortes do trabalho AMBROSANO, et al. (2010) para melhor homogeneidade.

Em seguida os resultados obtidos foram tabulados em planilhas onde se colocou os valores de produtividade agrícola e POL da cana-de-açúcar em rotação com o feijão-mungo, número de cortes da cana, o controle, número de repetições e



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
AGROENERGIA  
Matérias-Primas

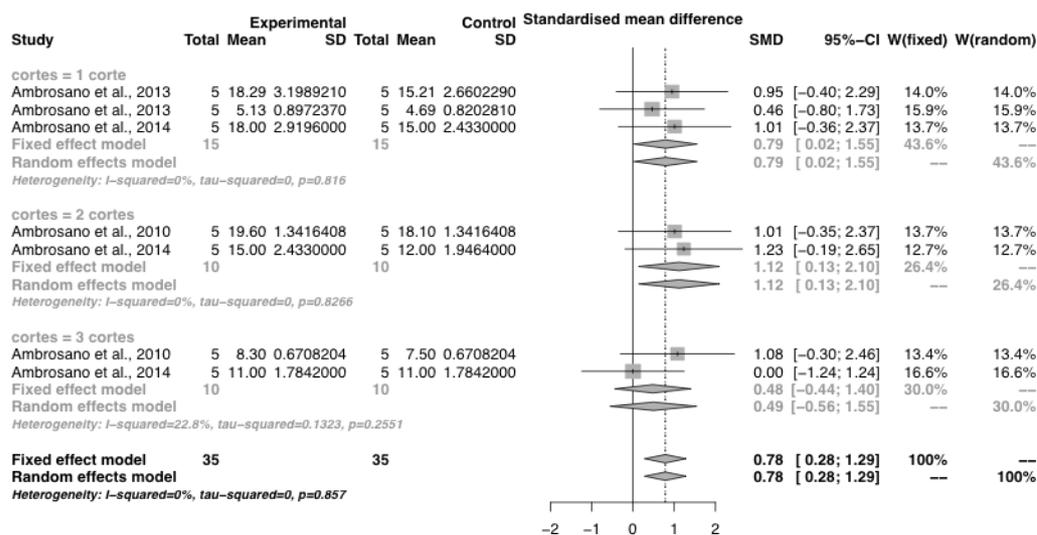
2017

27 E 28  
JUNHOCentro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

a causa de variação de cada trabalho. Posteriormente, procedeu-se a meta-análise por meio do programa estatístico R, analisando a heterogeneidade, o tamanho do efeito e a detecção do viés da publicação. Foi comparado o grupo experimental, ou seja, os tratamentos com o feijão-mungo em rotação com a cana-de-açúcar versus o controle (sem o adubo verde), independente do corte realizado. Adotou-se um modelo fixo para o POL e o modelo randômico para a produtividade de colmos da cana-de-açúcar.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro corte foi possível verificar que apesar dos trabalhos, individualmente, apresentarem intervalos de confiança que cruzam a linha do zero, os mesmos apresentam um efeito favorável ao uso do feijão-mungo no POL produzido pela cana se comparado ao controle ( $p=0,0430$ ) (Figura 1). Considerando que cada estudo é apresentado na Figura 1 como uma respectiva medida de efeito do adubo verde no POL (símbolo de um quadrado) sendo esse o intervalo de confiança.



**Figura 1** - Forest Plot para toneladas por hectare ( $t\ ha^{-1}$ ) do POL de cana-de-açúcar em rotação com feijão-mungo e controle, sem adubo verde.

O tamanho do símbolo quadrado é proporcional ao estudo da meta-análise, quanto maior o peso, maior o tamanho do símbolo da medida de efeito. Também é exibido em torno da estimativa da medida de efeito uma linha horizontal que é respectivo intervalo de confiança, sendo que quanto maior esta linha, maior é variabilidade dentro do estudo. Semelhante ao primeiro corte, o segundo apresentou uma estimativa de uma medida de efeito favorável para o feijão-mungo ( $p=0,0262$ ). No entanto, no terceiro corte, com base nos trabalhos abordados, o uso do feijão-mungo em rotação com a cana não foi diferente do controle ( $p=0,3066$ ) (Figura 1).

Em média no primeiro corte, a cana-de-açúcar em rotação com o feijão-mungo ( $13,81t\ ha^{-1}$ ) obteve um aumento de 15% do POL quando comparado ao controle ( $11,63\ t\ ha^{-1}$ ). No segundo corte este aumento foi de 13% e no terceiro corte



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
**AGROENERGIA**  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

não houve aumento do POL comparado ao controle. Ao que tudo indica, o efeito do feijão-mungo sobre a cana vai reduzindo com o aumento do número de cortes.

Como resultado sumário de efeito (considerando o conjunto dos três cortes) observou-se que o uso do feijão-mungo em rotação com a cana-de-açúcar é favorável na medida de efeito para a produção de POL da cana-de-açúcar ( $p=0,0024$ ), ou seja, a utilização deste adubo verde em rotação com a cana reflete no aumento seu POL. Sendo que a contribuição do primeiro, segundo e terceiro cortes na medida sumária de efeito foi de 43,6%, 26,4% e 30%, na respectiva ordem (Figura 1).

A produção de massa seca do feijão-mungo foi em médias 4,9; 2,7; 2,7; 2,2 t ha<sup>-1</sup> nos respectivos trabalhos AMBROSANO (2013,2014,2010) como consta na Tabela 1. No trabalho Ambrosano et al., (2013) em Tiete- SP, onde a produção de massa seca do feijão-mungo foi maior que os demais trabalhos, o POL da cana-de-açúcar em rotação com o feijão-mungo não aumentou comparado ao controle (Figura 1). Podendo ser um indicativo de que não há relação direta entre a produção de massa seca do feijão-mungo e o aumento do POL da cana.

**Tabela 1** – Produção de massa seca do feijão-mungo (t ha<sup>-1</sup>) de acordo com cada trabalho selecionado.

Trabalhos	Massa seca ----- t ha <sup>-1</sup> -----	Produção de grãos ----- t ha <sup>-1</sup> -----
Ambrosano et al. (2013) em Tiete- SP	4,9	1,71
Ambrosano et al. (2013) em Piracicaba- SP	2,7	3,07
Ambrosano et al. (2014)	2,7	3,07
Ambrosano et al. (2010)	2,2	0,798

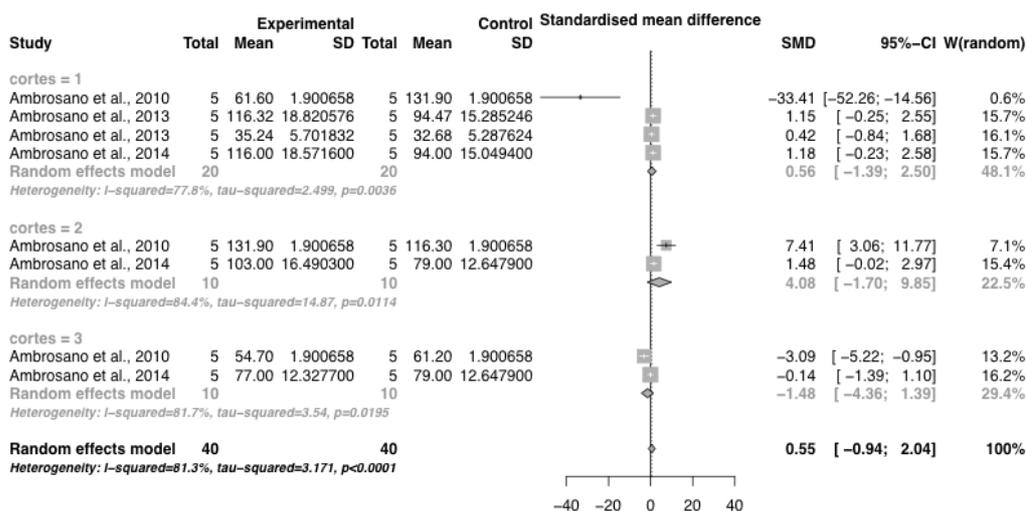
Em relação a produtividade da cana-de-açúcar, não houve diferença entre o grupo experimental (cultivo de feijão-mungo) e o grupo controle (Figura 2). Na análise dos subgrupos (1,2,3 cortes) mostrou que nos três cortes não houve efeito significativo do grupo experimental comparado com o grupo controle ( $p > 0,05$ ) (Figura 2). Os subgrupos (1,2,3 corte) representaram contribuição de 48,1; 22,5; 29,4% na meta-análise final (Figura 2). Sendo assim, não houve aumento da produtividade agrícola da cana-de-açúcar em rotação com o feijão-mungo comparado ao controle (testemunhas).



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
AGROENERGIA  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHOCentro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

**Figura 2** - Forest Plot da produtividade agrícola de cana-de-açúcar ( $t\ ha^{-1}$ ) com o uso do adubo verde feijão-mungo (grupo experimental) e sem adubo verde (Grupo controle).

Ao observar cada trabalho isoladamente, note-se que nos estudos de Ambrosano et al. (2010) e Ambrosano et al. (2013) não apresentaram diferença estatística entre a produtividade dos colmos de cana e a testemunha. Contudo, no trabalho Ambrosano et al. (2014) houve um aumento de 15% da produtividade dos colmos de cana em rotação com feijão-mungo comparado a testemunha, na média dos cortes. Desta maneira, ao que parece, o número de trabalho utilizado nesta meta-análise não foram suficientes para mostrar o aumento da produtividade da cana quando cultivados feijão-mungo em rotação, indicando que mais estudos devem ser feitos para resultados mais conclusivos do uso do feijão-mungo em pré-cultivo.

## CONCLUSÕES

O pré-cultivo de feijão-mungo na cana-de-açúcar aumenta o POL nos dois primeiros cortes. Não houve aumento da produtividade do colmo da cana-de-açúcar no grupo experimental comparado ao grupo controle.

## LITERATURA CITADA

- Aguiar, A. T. E., Golçalves, C., Paterniani, M. E. A. G. Z., Tucci, M. L. S.; Castro, C. E. F. (2014). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 242 p. (Boletim IAC n° 200).
- AMBROSANO, E. J., et al. Crop rotation biomass and arbuscular mycorrhizal fungi effect on sugarcane yield. **Scientia Agricola**, v.67, n.6, p.692-701. 2010.
- AMBROSANO, E. J. et al. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, v.70 n.4, p. 810–818, 2011.
- AMBROSANO, E. J. et al. Acúmulo de biomassa e nutrientes por adubos verdes e produtividade da cana-planta cultivada em sucessão, em duas localidades de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.1. 2013.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP  
**AGROENERGIA**  
Matérias-Primas

2017

27 E 28  
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC  
Ribeirão Preto

AMBROSANO, E. J. et al. Produtividade de cana-de-açúcar em ciclos agrícolas consecutivos após pré-cultivo de espécies de adubos verdes. **Revista de Agricultura**, v.89, n.3, p.232-251, 2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento- Monitoramento Agrícola- Cana-de-açúcar-Safra 2016/2017. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_08\\_17\\_10\\_07\\_35\\_boletim\\_cana\\_portugues\\_-\\_2o\\_lev\\_-\\_16-17.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_08_17_10_07_35_boletim_cana_portugues_-_2o_lev_-_16-17.pdf)>. Acesso em: 22 de maio de 2017.

DANTAS, R. de A. et al. Produção de matéria seca e controle de plantas daninhas por leguminosas consorciadas com cana-de-açúcar em cultivo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.8, p.681–689. 2015.

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistic Division. **Production**. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 23 de maio de 2017.

GILBERTA, R. A. et al. Sugarcane Response to Mill Mud, Fertilizer, and Soybean Nutrient Sources on a Sandy Soil. **Agronomy Journal**. v. 100, n.3, 2008.

TAO, J. et al. Maize growth responses to soil microbes and soil properties after fertilization with different green manures. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v.101,n. 3, p.1289–1299. 2017.