Decomposição de fitomassa residual e teor de nutrientes em sistemas de produção agrícola de safrinha em Rio Verde/GO

Thais Vieira Ribeiro[1], Paulo Fernandes Boldrin[2], Rodrigo Medeiros da Silva[3], Antônio Joaquim Braga Pereira Braz[4], Gustavo André Simon[5], Rose Luiza Moraes Tavares[6]

[1] Graduanda, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, aluno de Iniciação Científica – PIBIC/UniRV.
[2] Orientador, Professor, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, pboldrin@unirv.edu.br.
[3] Técnico de Laboratório, Laboratórios Multiusuário I, Universidade de Rio Verde.
[4] Professor, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde.
[5] Professor, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde.
[6] Professora, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde.

Reitor:
Prof. Me. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:
Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:
Prof. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada

Editores de Seção:
Profa. Dra. Ana Paula Fontana
Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva
Prof. Dr. Fábio Henrique Baia
Pra. Dra. Muriel Amaral Jacob
Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza
Prof. Dr. Warley Augusto Pereira

Fomento:
Programa PIBIC/PIVIC UniRV/CNPq 2022-2023

Resumo: A adubação verde é uma técnica que consiste na utilização de certas espécies de plantas que podem ser incorporadas ou deixadas sobre a superfície do solo, com a finalidade de incrementar nutrientes no solo. Baseado nisso, esta pesquisa tem como objetivo avaliar o tempo de decomposição da fitomassa residual de diferentes sistemas agrícolas e seu efeito na liberação de macronutrientes em Rio Verde/GO. Para isso, foi instalado um experimento no período de safrinha (2021) com uso de: milho, sorgo, milheto, *Urochloa*, *Panicum* manejados em sistema solteiro ou em consórcio com delineamento de blocos ao acaso. Além disso, foi deixada uma área de pousio com referência. Após colheita do sorgo e milho, os resíduos vegetais foram triturados e deixados sobre o solo. Nos períodos de 0, 15, 30 e 45 dias após trituração foram coletados resíduos para análise de massa seca e teor de N, P, K e S. O trabalho mostrou que a área de pousio sem plantio e com menor quantidade de massa seca, resultou em menor proteção ao solo comparado as áreas com plantio de espécies forrageiras e graníferas. A massa seca deixada pelos sistemas estudados apresentou potencial de fonte e liberação de N, K e S para o solo com o tempo de decomposição.

Palavras-Chave: Milheto. *Palhada*. *Panicum*. Sorgo. *Urochloa*.

Decomposition of residual phytomass and nutrient content in off-season agricultural production systems in Rio Verde/GO

Abstract: *The green fertilizer is a technique that consists of using certain species of cover crop that can be incorporated or left on the soil surface, with the purpose of increasing nutrients in the soil. Based on this, this research aims to*

evaluate the decomposition time of residual phytomass in the diferente crop systems and its effect on the release of macronutrients in Rio Verde/GO. To this, an experiment was set up in the off-season (2021) using: corn, sorghum, millet, Urochloa, Panicum managed in a single system or in a consortium with a randomized block design. In addition, a reference fallow area was left. After harvesting the sorghum and corn, the plant residues were crushed and left on the ground. In periods of 0, 15, 30 and 45 days after crushing, residues were collected for analysis of dry mass and N, P, K and S content. The work showed that the fallow area without planting and with a lower amount of dry mass, resulted in less soil protection compared to areas planted with forage and grain species. The dry mass left by the studied systems presented potential source and release of N, K and S to the soil with decomposition time.

Keywords: *Millet. Straw. Panicum. Sorghum. Urochloa.*

Introdução

Na produção agrícola no Cerrado, o consórcio de gramíneas forrageiras com culturas graníferas vem sendo utilizado no período de safrinha de forma alternativa ao monocultivo de milho, esse manejo propicia benefícios à proteção do solo contra erosão devido o maior tempo de permanência da fitomassa residual sobre o solo. Além da produção de fitomassa, as gramíneas possuem o potencial de melhorar a fertilidade do solo devido ao incremento de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes, possibilitando que essa tecnologia de manejo seja considerada como adubo verde.

A adubação verde é a técnica que consiste na utilização de determinadas espécies de plantas que, após atingirem seu desenvolvimento vegetativo ou antes do florescimento, são incorporadas ou deixadas sobre a superfície do solo, com a finalidade de garantir o incremento de matéria orgânica que, por sua vez, aumenta a capacidade produtiva do solo, contribuindo de forma positiva para o rendimento das culturas de importância econômica (Tavares *et al*., 2020).

Baseado nisso, saber a quantidade de fitomassa que determinada planta deixa no solo é importante para correlacionar ao potencial de reciclagem de nutrientes. De acordo com Alvarenga *et al*. (2001), a quantidade de fitomassa produzida é proporcional a oferta de palha sobre o solo, podendo, ainda, ser um bom indicador sobre a reserva de nutrientes.

Espécies como *Urochloa*, milho, sorgo e milheto possuem alto potencial de produção de fitomassa e reciclagem de nutrientes (Tavares et at., 2020). Porém, dados de fitomassa e reciclagem de materiais em ambientes de consórcio ainda são escassos, carecendo de estudos envolvendo a combinação de duas ou mais espécies visando a produção de fitomassa e benefícios ao solo.

O consórcio de culturas graníferas com gramíneas forrageiras no período de safrinha é benéfico, pois o sistema permite a produção de grãos e forragem (Mateus *et al*., 2011), o que possibilita ao produtor a maximização do uso da área de cultivo na safrinha, além de seu uso para alimentação bovina.

Para assegurar aos sistemas de produção a presença constante de cobertura sobre o solo, é fundamental compreender o processo de decomposição da fitomassa, pois este processo reflete o tempo de permanência sobre o solo. Assim, quanto maior o tempo, maior a proteção ao solo contra processos erosivos e mais lenta é a degradação da fitomassa, com liberação gradativa e estável de nutrientes ao solo. Porém, temperaturas elevadas associadas com elevada umidade provocam aumento na decomposição dos resíduos vegetais, principalmente quando se utilizam espécies com baixa relação C/N (Carneiro *et al*., 2008).

Assim, há muitas possibilidades de cultivo na safrinha visando produção de palhada e melhorias ao solo. E no período de entressafra, procura-se atingir o estabelecimento de plantas com maior quantidade de fitomassa, aliado à rusticidade de adaptação no Cerrado devido à baixa pluviometria do período, características estas suficientes para o fornecimento constante de cobertura sobre o solo até o início do plantio da cultura subsequente (Ambrosano *et al*., 2001). Baseado nisso, este trabalho teve como objetivo avaliar o tempo de decomposição e liberação de nutrientes de resíduos vegetais oriundos de diferentes cultivos e manejos agrícolas no período de safrinha em Rio verde/GO.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda experimental da Universidade de Rio Verde/GO, com plantio de diferentes cultivos e sistemas de produção na safrinha de 2021. A área é caracterizada com clima do tipo Aw, característico de duas estações bem definidas (seco no inverno e úmido no verão) de acordo com classificação de Koppen.

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico, com textura argilosa (60% de argila, 15% de silte e 25% de areia). Antes à instalação do experimento, a área era utilizada para cultivo de soja no verão e milho ou sorgo na safrinha, com último histórico de revolvimento de 5 anos.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados em esquema de parcela subdividida 4 x 3 resultando em 12 manejos de safrinha, caracterizados pela combinação de 4 tipos de cultivo: milho (1) sorgo (2) milheto (3) ausente (pousio) (4) alocados nas parcelas, com 3 tipos de manejo agrícola: convencional (solteiro) (1) consorciado com Urochloa (2) consorciado com Panicum (3) distribuídos nas subparcelas com 4 repetições. Cada parcela teve dimensão de 10 x 2 m (com 5 linhas de plantio espaçadas a 0,5 m) (Tabela 1). O plantio foi manual, sendo que nos cultivos consorciados, as sementes não foram misturadas, assim o plantio foi feito em linhas alternando as duas espécies.

Tabela 1 - Resumo dos tratamentos em experimento de manejo de safrinha instalados em 17/03/2021

Trats	Cultivo	Manejo agrícola	Dados do plantio
1	Milho	Convencional	27 sementes/10 m
2	Sorgo	Convencional	100 sementes/10 m
3	Milheto	Convencional	10 kg ha^{-1}
4	*Urochloa* (Ruziziensis)	Convencional	10 kg ha^{-1}
5	*Panicum* (Zuri)	Convencional	5 kg ha^{-1}
6	Pousio	-	-
7	Milho + *Urochloa*	Consórcio	27 sementes/10 m (milho) - 5 kg ha^{-1} (*Urochloa*)
8	Sorgo + *Urochloa*	Consórcio	100 sementes/10 m (sorgo) - 5 kg ha^{-1} (*Urochloa*)
9	Milheto + *Urochloa*	Consórcio	10 kg/ha (milheto) - 5 kg ha^{-1} (*Urochloa*)
10	Milho + *Panicum*	Consórcio	27 sementes/10 m (milho) - 2,5 kg ha^{-1} (*Panicum*)
11	Sorgo + *Panicum*	Consórcio	100 sementes/10 m (sorgo) - 2,5 kg ha^{-1} (*Panicum*)
12	Milheto + *Panicum*	Consórcio	10 kg/ha (milheto) - 2,5 kg ha^{-1} (*Panicum*)

Fonte: autoria própria

A adubação foi efetuada no plantio com uso de 380 kg **ha^{-1}** de NPK (16-16-16) e de cobertura com ureia e KCl 31 dias após o plantio. O manejo fitossanitário foi feito de acordo com monitoramento do surgimento de pragas e doenças na área, com destaque para o controle de lagarta e pulgão na cultura de sorgo.

Após colheita do sorgo e milho, os resíduos vegetais foram triturados no dia 29/07/2021 com implemento “triton” e deixados sobre o solo. A partir desta data, iniciou-se a coleta de palhada para avaliação de massa seca nos períodos de 0, 15, 30 e 45 dias após a trituração, com auxílio de um gabarito de 0,25 m^2, o qual demarcava a quantidade de palhada coletada. A cada período, a palhada remanescente era coletada no local ao lado da última coleta. O material coletado foi seco em estufa e pesado em balança analítica de precisão. Após isto, foi triturado para análises de C, N, P, K de acordo com metodologia de Malavolta *et al*. (1997).

Os dados foram submetidos a análise de variância com modelos de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tipos de cultivo (milho, sorgo, milheto, pousio) e nas subparcelas o manejo (convencional (solteiro), consorciado com *Urochloa* e consorciado com *Panicum*). Quando significativo, foi aplicado teste de Tukey para comparação dos tipos de cultivo e manejo agrícola e teste de regressão para avaliar o efeito do tempo de decomposição.

Resultados e Discussão

A área de pousio sem plantio apresentou menor quantidade de massa seca residual (Ms) de 4.27 Mg ha^{-1} e maior quantidade nas áreas com *Urochloa* e *Panicum* com 10,9 e 10,7 Mg ha^{-1} respectivamente (Figura 1.A). Além disso, todas as áreas que tiveram plantio de graníferos (milho,

sorgo e milheto) também apresentaram de forma significativa mais massa seca sobre o solo do que a área de pousio.

Nas áreas de milho, sorgo e milheto em manejo convencional, as quantidades de Ms foram de 9,19, 8,85 e 9,85 Mg ha^{-1} respectivamente (Figura 1.A). Este resultado mostra a importância de deixar o solo sempre coberto ao invés de pousio sem cobertura e apresenta opções de cobertura sobre o solo com culturas graníferas e forrageiras.

No cultivo do milho e milheto tanto o método convencional quanto o manejo em consorcio obteve-se resultados semelhantes estatisticamente para a massa seca resídual (Figura 1.A). Porém, para o sorgo, o manejo consorciado possibilitou maior massa seca residual comparado ao sistema de manejo convencional (Figura 1.A). No manejo de sorgo consorciado a quantidade de Ms foi variou de 9 a 10,9 Mg ha^{-1} e no manejo de sorgo solteiro de 8,8 Mg ha^{-1}.

O sistema de pousio sem plantio tem baixa produção de massa seca residual e isso ocorre devido a falta de plantas ativas, falta de proteção, o que leva ao desgaste do solo, erosão, perda de nutrientes, compactação, etc.

Quando avaliado o tempo de permanência da Ms na área, observou-se diminuição de massa seca residual até aproximadamente 31 dias de decomposição (Figura 1.B) devido a ação dos microrganismos e clima no resíduo, que somados à mineralização possibilitam o aporte de nutrientes no sistema. De acordo com Li (2014), à medida que a Ms decompõe, a taxa de liberação de nutrientes, que inicialmente é elevada em resíduos com baixa relação C/N, diminui gradualmente com o tempo, devido à redução na quantidade de resíduo disponível para decomposição.

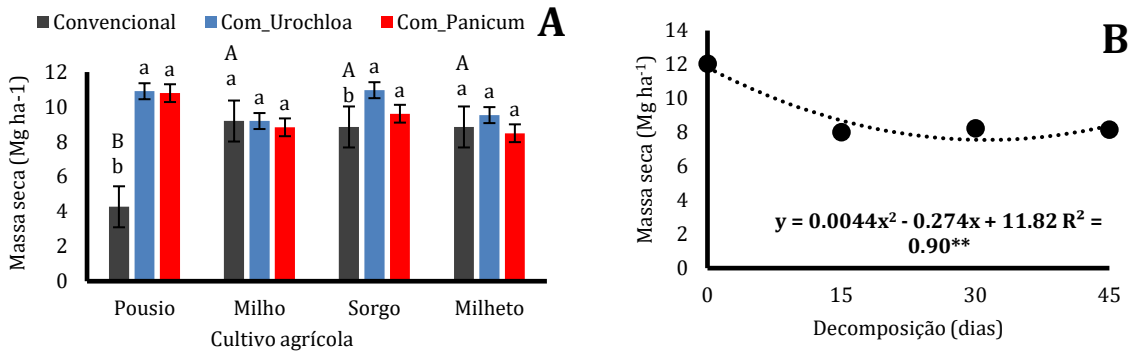

Figura 1 - Quantidade de massa seca residual sobre o solo após diferentes cultivos agrícolas (Pousio, forrageiras, milho, sorgo, milheto) manejados em sistema convencional (solteiro) ou em consórcio agrícola (com *Urochloa* ou *Panicum*) em Rio Verde/GO. Médias seguidas de mesma letra (minúsculas comparam o manejo dentro de cada cultivo; maiúsculas comparam o cultivo agrícola no manejo convencional).
Fonte: autoria própria

A liberação de N pela Ms diminuiu com o tempo de decomposição dos resíduos até aos 34 dias, pois a Ms é fonte de N (Figura 2.A). No início a Ms apresentou teor médio de N na Ms de 1,37 % (sem considerar o tipo de cultivo ou manejo agrícola), ou seja, para cada 100 gramas de palhada, pode haver liberação para o solo de 1,37 g de N. E se considerar a área de pousio com forrageira *Panicum*, espera-se uma liberação inicial de N pela Ms de aproximadamente 146 kg ha^{-1}.

Porém, sabe-se que para que este N fique disponível no solo, depende de muitos fatores durante a decomposição da MS envolvendo interações complexas entre processos biológicos, envolvendo a decomposição e absorção de N por microorganismos, transformações químicas e competição por nutrientes (Cantarella, 2007).

Para o P na Ms o tempo de decomposição não foi significativo (Figura 2.B), o que significou pouca variação na liberação de P com o tempo, porém, a análise de correlação de Pearson mostrou relação direta entre P e Ms (Tabela 2), revelando que quanto maior a quantidade de Ms, maior o teor de P.

Tabela 2 - Análise de correlação de Pearson entre massa seca residual (MS) e o teor de N, P, K e S contidos na MS em experimento de cultivos agrícolas manejados em sistemas agrícolas em Rio Verde/GO.

	N	P	K	S
MS	0,01 ns	**0,18***	-0,06 ns	-0,10 ns
N		0,05 ns	0,08 ns	-0,01 ns
P			-0,08 ns	0,13 ns
K				0,005 ns

* Significativo a 5% de probabilidade; ns não sinigifcativo
Fonte: autoria própria

O teor de K da Ms apresentou diferença significativas com o tempo nas áreas com manejo convencional e consórcio com *Urochloa* (Figura 2.C), sendo que este resultado inclui no manejo convencional o cultivo de *Urochloa* e *Panicum*, assim acredita-se que estas forrageiras produziram palhada que favoreceu a liberação de K.

Para o enxofre na Ms, houve diferença significativa com o tempo de decomposição nas áreas com manejo consorciado com *Urochloa* e *Panicum* (Figura 2.D). As plantas em consórcio possuem diversidade de resíduos, estimulando a decomposição e mineralização de Ms por diferentes organismos vivos e como resultado, a maior liberação de nutrientes pela Ms para o solo (Drost *et al*., 2020).

Tanto para o K quanto para o S a tendência foi de aumento e depois diminuição destes nutrientes na Ms conforme o tempo de decomposição, indicando uma liberação destes nutrientes mais rápida próximo os 15 dias e diminuição com o tempo, devido diminuir a Ms, fonte dos nutrientes. O K é um nutriente facilmente liberado pela Ms, e esta liberação ocorre nos primeiros dias de início da decomposição, adicionalmente sabe-se que para o cálculo de adubação orgânica com resíduos que contenham K, considera-se que 100 % do nutriente contido no produto será liberado no sistema no momento da aplicação. Em estudo de Li *et al*. (2014) com palhada de arroz, foi verificada a liberação de K pela palhada em 5 dias após início da decomposição.

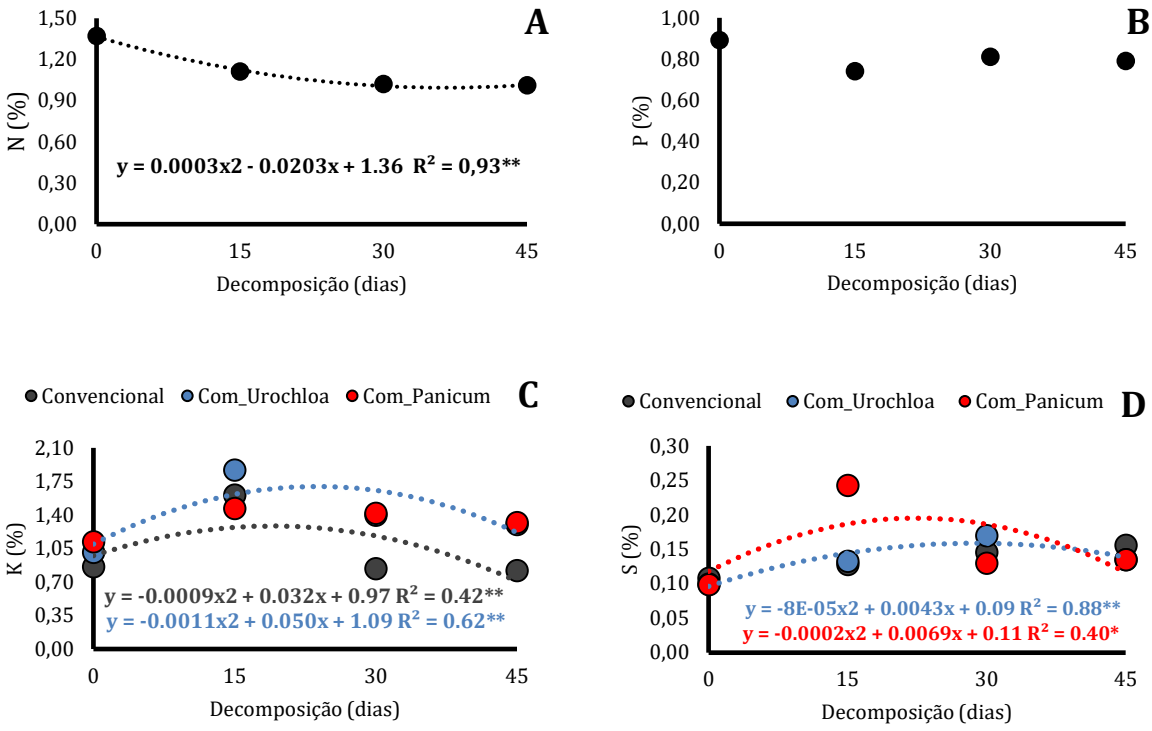

Figura 2 - Teores de N, P, K e S de resíduo vegetal em função do tempo de decomposição, após o ciclo de diferentes cultivos agrícolas (Pousio, forrageiras, milho, sorgo, milheto) manejados em sistema convencional (solteiro) ou em consórcio agrícola (com *Uroclhoa* ou *Panicum*) em Rio Verde/GO
Fonte: autoria própria

Conclusão

A área de pousio sem plantio e com menor quantidade de massa seca, resultou em menor proteção ao solo comparado as áreas com plantio de *Urochloa*, *Panicum*, milho, sorgo e milheto.
Os sistemas apresentaram potencial para liberação inicial de N pela massa seca de 1,37% para o solo.

O potássio e o enxofre foram facilmente mineralizados desde os 15 dias de avaliação até o período de 45 dias.

Agradecimentos

Agradecimento a Universidade de Rio Verde-UNIRV pelo Programa de Iniciação Científica e ao CNPQ pela concessão de bolsa de pesquisa ao primeiro autor.

Referências Bibliográficas

ALVARENGA, R. C.; LARA CABEZAS, W. A.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, v.22, n.208 p.25-36, 2001.

AMBROSANO, E. J.; CANTARELLA, H.; AMBROSANO, G. M. B.; SCHAMMAS, E. A.; DIAS, F. L. F.; ROSSI, F.; TRIVELIN, P. C. O.; MURAOKA, T.; SACHS, R. C. C.; AZCÓN, R. Produtividade da cana-de-açúcar após o cultivo de leguminosas. **Bragantia**, v.70, n.4, p.810-818, 2011.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. In NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, p.375-470, 2007.

CARNEIRO, M. A. C.; CORDEIRO, M. A. S.; ASSIS, P. C. R.; MORAES, E. S.; PEREIRA, H. S.; PAULINO, H.B.; SOUZA, E. Produção de fitomassa de diferentes espécies de cobertura e suas alterações na atividade microbiana de solo de cerrado. **Bragantia**, v.67, n.2, p.455-462, 2008.

DROST, S. M.; RUTGERS, M.; WOUTERSE, M.; DE BOER, H.; BODELIER, P. L. E. Decomposition of mixtures of cover crop residues increases microbial functional diversity, **Geoderma**, v. 361, e114060, 2020.

LI, J.; LU, J.; LI, X.; REN, T.; CONG, R.; ZHOU, L. dynamics of potassium release and adsorption on rice straw residue. **PlosOne**, v. 9, n. 2, e90440, 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Potassa e do Fósforo, 319 p, 1997.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, É.; PARIZ, C. M.; COSTA, C.; SILVEIRA, J. P. F. Adubação nitrogenada de sorgo granífero consorciado com capim em sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1161- 1169, 2011.

TAVARES, R. L. M; FARHATE, C. V. V.; ASSIS, R. L. Plantas de cobertura e sues benefícios ao solo. **Anuário de Pesquisas ITC 2020**. p. 40-55.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., TEIXEIRA & W. G. (2017). **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 3ª ed. Brasília, GO, Brazil: Embrapa.