

Agricultura de baixa emissão de carbono

Vanderlise Giongo¹

Introdução

A Agricultura de Baixa Emissão de Carbono, como tema abordado durante o II Simpósio do Bioma Caatinga, tem como objetivo a sistematização de elementos de análise, ciência e tecnologia para discutir segurança alimentar, desenvolvimento socioeconômico e preservação ambiental. O conhecimento e as informações são traduzidos em tecnologias inovativas que possibilitem aos agricultores conduzirem sistemas agrícolas multifuncionais sustentáveis em regiões semiáridas e diante de cenários de mudanças climáticas.

As emissões de gases de efeito estufa devido à combustão de combustíveis fósseis, produção de cimento, mudança no uso da terra e o próprio uso da terra, derivadas de atividades antropogênicas, vêm alterando a composição atmosférica e o sistema climático do planeta desde a era industrial (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013; Lal, 2014; Le Quéré et al., 2015). As mudanças do uso da terra e o uso da terra afetam os estoques de carbono do solo. O carbono contido no solo é particularmente importante porque integra o maior e mais estável compartimento ativo do planeta que pode ser manejado (Lal, 2014). No Brasil, a mudança de uso da terra e o uso da terra, causados pelo desmatamento ou práticas agrícolas, têm grande participação no total de emissões de gases de efeito estufa (GEE) (Brasil, 2014).

Os cenários mais otimistas, que relacionam a emissão de GEE com alterações do clima, projetaram que a temperatura do planeta aumentará em pelo menos 2 °C até o ano 2100 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013; Elbehri et al., 2017). Os governos do mundo têm se preocupado com as mudanças climáticas e como o acesso a recursos de alimentos, água e energia podem ser garantidos em quantidades suficientes para salvaguardar o bem-estar humano (Green et al., 2017). O Acordo de Paris, descrito pela *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*, tomado como uma das tentativas acordadas entre vários países para a adoção de medidas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, estipulou que é necessário limitar o aumento da temperatura a 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais até 2050 (Brazil, 2015).

No Brasil, a região semiárida, cujo o principal bioma é a Caatinga, necessita de atenção diferenciada por causa dos prognósticos de mudanças climáticas apontarem que esse ambiente evidenciará marcadores de clima de forma

¹Embrapa Semiárido, vanderlise.giongo@embrapa.br.

mais impactante. Outra questão importante é a mudança de uso da terra. Mais de 46% da área sob vegetação nativa desta região foi alterada, sendo ocupada atualmente pela pecuária extensiva, agricultura dependente de chuva e em proporções menores, pela agricultura irrigada. A retirada de madeira para fins energéticos também tem degradado este ecossistema. A conversão de áreas de vegetação nativa, Caatinga, para outros usos agrícolas e exploratórios está associada à emissão de grande quantidade de carbono, na forma de CO₂, para a atmosfera. Para tal, é importante quantificar os estoques de carbono do componente terrestre, da vegetação remanescente e dos principais sistemas antropizados e, paralelamente, propor agroecossistemas que mitiguem o impacto das mudanças climáticas.

No Acordo de Paris, por meio da Contribuição Nacionalmente Determinada (Intended Nationally Determined Contribution – INDC), o Brasil se comprometeu a reduzir, até 2025, as emissões de gases do efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, e, até 2030, fazer com que essa redução chegue a 43% abaixo dos níveis de 2005. Todas as regiões do País estarão desenvolvendo ações locais para alcançar a meta nacional. Como grande parte das emissões brasileiras está ligada à mudança no uso da terra e à agricultura, esses temas são abordados pelas pesquisas, ações de inovação e políticas públicas (Brazil, 2015).

Dessa forma, um dos principais programas estabelecidos pelo País que apoiará o alcance da INDC é o Plano Setorial de Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixo Carbono na Agricultura - Plano ABC. Criado em 2010, o Plano ABC tem como objetivos promover a redução das emissões de GEE nas atividades agrícolas; reduzir o desmatamento; aumentar a produção agrícola numa base sustentável; adaptar as propriedades rurais à legislação ambiental; expandir a área de florestas cultivadas e estimular a recuperação de áreas degradadas. Assim, o Plano ABC representa um conjunto de tecnologias aplicadas na agricultura e pecuária, capaz de promover a redução das emissões de GEE, melhorando as práticas de manejo, aumentando a retenção de carbono no solo e na vegetação e, consequentemente, a renda rural (Brasil, 2012, 2013).

Semiárido e mudanças climáticas: características e desafios

Com 21 milhões de habitantes e aproximadamente 969.589 km², o Semiárido brasileiro possui vegetação nativa e adaptada às secas periódicas denominada de Caatinga. Essa região também possui 1,6 milhão de estabelecimentos agropecuários, dos quais 95% são classificados como agricultura familiar (IBGE, 2011). Grande parte dessa população ainda busca seu sustento nas atividades agropastoris e com base nos recursos naturais existentes em suas propriedades ou no entorno. Consequentemente, a mudança de uso da terra no qual plantas

lenhosas são utilizadas para a produção de energia e a conversão de uso direcionado à produção agrícola é responsável pela remoção de 46,38% da vegetação da Caatinga (Brasil, 2005). A produção de lenha e carvão a partir da vegetação nativa é fonte de renda para os agricultores, aumentando as áreas desmatadas.

Os cenários climáticos para o Semiárido brasileiro apontam para um aumento na temperatura média do ar de até 4,8 °C e uma redução de 50% na distribuição de chuvas até o final do século (2071-2100) (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013). O aumento da temperatura do ar pode intensificar a deficiência hídrica, afetando a disponibilidade de água para consumo humano e para as atividades agrícolas dependentes de chuva. Com essas características, a região semiárida é a mais vulnerável do Brasil às mudanças climáticas devido à maior dificuldade de acesso à água, alimentos e energia e à crise econômica e social (Marengo et al., 2017).

Alguns estudos baseados no zoneamento climático de culturas também mostraram que as mudanças climáticas podem ter um impacto negativo na produção agrícola de algumas culturas tradicionais da agricultura familiar, como a mandioca (Deconto, 2008). O impacto negativo é atribuído às alterações no ciclo hidrológico, gerando mudanças na disponibilidade hídrica.

Outro impacto descrito sobre o sistema produtivo agrícola diz respeito a caprinovinocultura. Dentro dos sistemas de produção existentes no Semiárido brasileiro, a pecuária é um dos sistemas mais importante para a geração de renda e manutenção das famílias no campo. Aproximadamente, 80% das propriedades utilizam a Caatinga como fonte de forragem para a criação de caprinos e ovinos. Nos períodos de seca, os rebanhos são suplementados com palmas-forrageira, gliricídia, leucena, capim-buffel, melancia forrageira, entre outras espécies. No entanto, o uso irregular e a oferta insuficiente são os principais gargalos do atual sistema de produção (Moreira; Guimarães Filho, 2011). Entretanto, nos possíveis cenários de mudanças climáticas, a deficiência hídrica afetaria diretamente a oferta de água para a dessedentação dos animais, bem como diminuiria o rendimento das espécies forrageiras, já utilizadas em períodos de baixa oferta de forragens nativas, criando um ciclo crescente de pressão sobre a Caatinga.

Os polos irrigados para a produção de frutas constituem arranjos produtivos locais de extrema importância para o desenvolvimento econômico e social do Semiárido. Entretanto, estudos realizados por Giongo et al. (2011), Santos et al. (2018) demonstraram que as mudanças do uso do solo aliadas à retirada da cobertura vegetal para a expansão da fruticultura em condições semiáridas no Brasil vêm promovendo alterações no equilíbrio da produção de fitomassa e ciclagem de nutrientes, contribuindo para impactos nos ciclos biogeoquímicos de C, N e P da água, na fertilidade do solo e no funcionamento dos processos

ecológicos. Os monocultivos de fruticultura colaboram para uma baixa quantidade e pouca diversidade dos resíduos aportados ao solo, intensificando o impacto da mudança do uso da terra. Além disso, as características edafoclimáticas, principalmente altas temperaturas associadas à presença de água proveniente da irrigação, favorecem as condições de oxidação da matéria orgânica, reduzindo o estoque de carbono no solo.

Soluções tecnológicas – componentes de inovação

O sistema plantio direto, a utilização de adubos verdes, sistemas agrossilvipastoris, sistemas silvipastoris são tecnologias e sistemas utilizados no Semiárido brasileiro que têm o potencial de aumentar os teores de carbono orgânico, melhorar a qualidade do solo e reduzir as emissões de GEE (Maia et al., 2006; Aguiar et al., 2010; Sacramento et al., 2013, Leite et al., 2010), além de serem fundamentais para consolidar uma agricultura de baixa emissão de carbono adaptada às condições edafoclimáticas da região.

Avançando na fronteira do conhecimento e desafiados pela necessidade emergente de ativos de inovação para a promoção do desenvolvimento sustentável do Semiárido, o grupo de pesquisa ampliou o escopo de atuação de “Agricultura de Baixa Emissão de Carbono” para “Desenhos de Agroecossistemas Multifuncionais Sustentáveis”. Nesta ótica abrangente e sistêmica, níveis de complexidade são inseridos por meio do uso de energias renováveis, tecnologias que aumentam a eficiência do uso da água e mitiguem o processo de salinização antrópica, além do uso de tecnologia embarcada, como monitoramento em tempo real, e ferramentas de geoespacialização, acopladas a modelos matemáticos preditivos.

Os resultados obtidos pelo grupo de pesquisa indicam exemplos de modelos de agroecossistemas multifuncionais sustentáveis para oleráceas e frutícolas, destacando a ciclagem de nutrientes, adição biológica de nitrogênio, aumento dos estoques de carbono e nutrientes no sistema solo, redução e impactos ambientais, pegadas hídricas e de carbono, bem como a redução do custo de produção de sistemas de produção de melão e manga que utilizam misturas de espécies de plantas de cobertura ou adubos verdes aos preceitos do sistema plantio direto (Brandão et al., 2017a, 2017b; Ferreira Neto et al., 2017; Giongo et al., 2017, 2018; Santos et al., 2018). Todo esse arcabouço gerado pela pesquisa pode ser traduzido em avanço do conhecimento ou ativos pré-tecnológicos ou tecnológicos que apresentam potencial inovativo para que o País cumpra os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas, e que compõem uma agenda mundial para a construção e implementação de políticas públicas.

A linha conceitual que preconiza o pensamento sistêmico com componentes de inovação tecnológica, ambiental e social, quando incorporada aos dese-

nhos de Agroecossistemas multifuncionais sustentáveis, permite a complexificação e a disponibilização de tecnologias. Adicionalmente, de forma fácil e eficaz, cria-se a possibilidade concreta de agricultores garantirem a eficiência econômica, social, ambiental e energética em ambiente semiárido na vanguarda da agricultura colaborativa e competitiva, conectada harmoniosamente com o ambiente e com o desenvolvimento econômico e social do Brasil.

Conclusão

O avanço do conhecimento, as soluções tecnológicas ou ativos pré-tecnológicos e tecnológicos desenvolvidos pela Embrapa são componentes de inovação aos desafios para promoção do desenvolvimento sustentável de regiões semiáridas. Adicionalmente, a Embrapa contribui efetivamente para que o Brasil cumpra os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas, e que compõem uma agenda mundial para a construção e implementação de políticas públicas.

Referências

- AGUIAR, M. I.; MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. da S.; MENDONÇA, E. de S.; ARAÚJO FILHO, Filho, J. A.; OLIVEIRA, T. S. de. Sediment, nutrient and water losses by water erosion under agrofor-estry systems in the semi-arid region in northeastern Brazil. **Agroforestry Systems**, v. 79, n. 3, p. 277-289, 2010.
- BRANDÃO, S. da S.; GIONGO, V.; OLSZEWSKI, N.; SALVIANO, A. M. Coquetéis vegetais e sistemas de manejo alterando a qualidade do solo e produtividade da mangueira. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 4, p. 1079-1089, 2017a.
- BRANDÃO, S. da S.; SALVIANO, A. M.; OLSZEWSKIA, N.; GIONGO, V. Green manure contributing for nutrients cycling in irrigated environments of the Brazilian Semi-Arid. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 4, p. 519-525, 2017b.
- BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Relatório final do grupo de trabalho interministerial para redelimitação do Semi-Árido nordestino e do polígono das secas**. Brasília, DF, 2005. 1 CD-ROM.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura**. Brasília, DF, 2012. 176 p. il.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Desenvolvimento sustentável**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 10 jun 2017.
- BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. 2. ed. Brasília, DF, 2014. 161 p.
- BRAZIL. Federative Republic. **Intended nationally determined contribution: towards achieving the objective of the United Nations Framework Convention on Climate Change**. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/BRAZIL-iNDC-english.pdf>. Acesso em: 15 set. 2017.
- DECONTO, J. G. (Coord.). **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária: Unicamp, 2008. 82 p. il.

ELBEHRI, A.; CHALLINOR, A.; VERCHOT, L. **FAO-IPCC expert meeting on climate change, land use and food security**: final meeting report. Rome: FAO: IPCC, 2017. 156 p.

FERREIRA NETO, R. A.; FREITAS, A. D. S. de; GIONGO, V.; CAMARGO, P. B.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. de S. B. Nitrogen fixation of Poaceae and Leguminosae in a green manure experiment in the Brazilian semiarid region. **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n. 11, p. 1474-1480, 2017.

GIONGO, V.; GONDIM, R. S.; SALVIANO, A. M.; PEREIRA FILHO, A.; VEZZANI, F. M. Estratégias para uma agricultura de baixa emissão de carbono no cultivo de meloeiro. In: FIGUEIREDO, M. C. B. de; GONDIM, R. S.; ARAGÃO, F. A. S. de (Ed.). **Produção de melão e mudanças climáticas**: sistemas conservacionistas de cultivo para redução das pegadas de carbono e hídrica. Brasília, DF: Embrapa, 2017. cap. 1, p. 213-230.

GIONGO, V.; SALVIANO, A. M.; ANGELOTTI, F.; TAURA, T. A.; LEITE, L. F. C.; CUNHA, T. J. F. Low carbon technologies for agriculture in dryland: brazilian experience. In: RAO, C. S.; SHANKER, A. K.; SHANKER, C. (Ed.). **Climate resilient agriculture**: strategies and perspectives. Rijeka, Croatia: InTech, 2018. cap. 6, p. 105-127.

GREEN, J. M. H.; CRANSTON, G. R.; SUTHERLAND, W. J.; TRANTER, H. R.; BELL, S. J.; BENTON, T. G.; BLIXT, E.; BOWE, C.; BROADLEY, S.; BROWN, A. Research priorities for managing the impacts and dependencies of business upon food, energy, water and the environment. **Sustainability Science**, v. 12, n. 2, p. 319-331, 2017.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2013**: the physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. Change. IPCC, Genebra, Suíça. 2013. 29 p.

IBGE. **Censo 2010**. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

LE QUÉRÉ, C.; MORIARTY, R.; ANDREW, R. M.; CANADEL, J. G.; ZENG, N. Global carbon budget. **Earth System Science Data**, v. 7, p. 349-96, 2015.

LEITE, L. F. C.; PETRERE, V. G.; SAGRILO, E. Sequestro de carbono em solos da região semiárida brasileira estimado por modelo de simulação em diferentes sistemas produtivos. In: CONFÉRENCIA INTERNACIONAL: CLIMA, SUSTENTABILIDADE E DESENVOLVIMENTO EM REGIÕES SEMIÁRIDAS - ICID+18, 2., 2010, Fortaleza. **Clima, sustentabilidade e desenvolvimento em regiões semiáridas**. Fortaleza: BND-ETENE: MMA, 2010.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. D. S.; OLIVEIRA, T. S. de; MENDONÇA, E. D. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. de. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, v. 30, p. 837-848, 2006.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; ALVALA, R. C. S.; CUNHA, A. P.; BRITO, S.; MORAES, O. L. L. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the Semiarid Northeast Brazil region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 89, p. 1-13, 2017.

MOREIRA, J. N.; GUIMARÃES FILHO, C. Sistemas tradicionais para produção de caprinos e ovinos. In: VOLTOLINI, T. V. (Ed.). **Produção de caprinos e ovinos no Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011, p. 49-68.

SACRAMENTO, J. A. A. S.; ARAÚJO, A. C. M.; ESCOBAR, M. E. O.; XAVIER, F. A. S.; CAVALCANTE, A. C. R.; OLIVEIRA, T. S. de. Soil carbon and nitrogen stocks in traditional agricultural and agroforestry systems in the semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 1, 784-795, 2013.

SANTOS, T. de L.; NUNES, A. B. A.; GIONGO, V.; BARROS, V. da S.; FIGUEIREDO, M. C. B. de. Cleaner fruit production with green manure: the case of Brazilian melons. **Journal of Cleaner Production**, v. 181, p. 260-270, 2018.

SILVA, A. S.; SILVA, I. D. F. da; SILVA NETO, L. D. F. da; SOUZA, C. de. Semeadura direta na produção do milho em agricultura de sequeiro na região Nordeste do Brasil. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1556-1562, 2011.