



Pegada de carbono do suco de laranja

Período de referência 2009 - 2012



CITRUS
BR
ASSOCIAÇÃO
NACIONAL DOS
EXPORTADORES DE
SUCOS CÍTRICOS



DELTA CO_2

RESPONSABILIDADE GERAL



Rua Iguatemi, 448 – conj. 701 – Itaim Bibi

São Paulo – SP – Brasil

www.citrusbr.com

Tel.: + 55 11 2769-1205

CONSULTORIA TÉCNICA



Rua Cezira Giovanoni Moretti, 600, Parque

Tecnológico de Piracicaba, Sala 23/24 - Bairro Santa

Rosa, Piracicaba/SP.

www.deltaco2.com.br

Tel.: + 55 19 3423-9523

Coordenação Geral	Domingos Guilherme P. Cerri
Equipe Técnica	Guilherme Silva Raucci
	Priscila A. Alves

Apoio Técnico	
Centro de Energia Nuclear na Agricultura – CENA/USP	Carlos Clemente Cerri
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP	Carlos Eduardo Pellegrino Cerri



A DeltaCO2 – Assessoria e consultoria técnico-científica em sustentabilidade ambiental Ltda. iniciou suas atividades em 2008, na EsalqTec - incubadora tecnológica da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Esalq/USP, em Piracicaba/SP.

Desde a sua fundação, a empresa tem realizado cálculos de pegada de carbono de produtos agrícolas e inventários de gases de efeito estufa com base em metodologias e protocolos reconhecidos internacionalmente.

Pioneira no Brasil, a DeltaCO2 também elabora inventários customizados para empresas que necessitam quantificar as emissões de GEE de seus produtos. Inovadora, desenvolve pesquisas e fatores de emissão específicos através de medições diretas e in situ, proporcionando maior confiabilidade aos resultados.

Atualmente, conta com maior variabilidade de serviços, tendo como objetivo quantificar os indicadores de sustentabilidade ambiental, qualidade do solo, emissão de gases do efeito estufa, uso e qualidade da água e diversidade biológica.

A DeltaCO2 inspira confiança e proporciona a seus clientes transparência, visibilidade e maiores vantagens competitivas no mercado.



ÍNDICE

SUMÁRIO EXECUTIVO	5
I. BASE NORMATIVA.....	6
II. OBJETIVOS DO ESTUDO	7
III. ESCOPO DE TRABALHO.....	8
IV. FASES DA PEGADA DE CARBONO	10
V. PROCESSO DE VERIFICAÇÃO DOS CÁLCULOS.....	11
VI. DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE NA CITRICULTURA	12
VII. OPORTUNIDADES PARA SEQUESTRO DE CARBONO NO SOLO	20
VIII. CONSIDERAÇÕES FINAIS	22
IX. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23

SUMÁRIO EXECUTIVO

Este relatório apresenta a cronologia de ações, os principais resultados e as lições aprendidas a partir da avaliação de gases de efeito estufa (GEE) e da pegada de carbono do suco de laranja produzido e exportado por empresas associadas à CitrusBR (Cutrale, Citrosuco/Citrovita e Louis Dreyfus) no período de 2009 - 2012. As unidades funcionais avaliadas pelas empresas foram um litro de suco de laranja pasteurizado não concentrado (NFC) e um litro de suco concentrado congelado (FCOJ), ambos a 11,5° Brix, entregues nos portos de Ghent, na Bélgica, e Rotterdam, na Holanda. Os procedimentos de verificação dos cálculos foram realizados utilizando as mais recentes versões da PAS 2050, GHG Protocol e ISO 14040/44, principais normas e protocolos aceitos internacionalmente em estudos de avaliação de ciclo de vida de produtos com enfoque em emissões de GEE. As emissões de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), foram expressas em equivalente CO₂ (CO₂eq), de acordo com seu potencial de aquecimento global. A metodologia utilizada pelas empresas baseou-se no levantamento dos dados de atividade seguido pela multiplicação destes dados por seus respectivos fatores de emissão. Foram avaliadas as emissões referentes à produção de matéria-prima, processo industrial e logística externa. Adicionalmente, foi realizada extensa revisão de literatura e compiladas as principais estratégias para redução das emissões de GEE no setor citrícola.

I. Base Normativa

O estabelecimento dos limites do estudo, os cálculos das emissões de GEE e a verificação dos resultados da pegada de carbono foram realizados de acordo com os principais protocolos internacionais utilizados atualmente:

- 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, do Painel Intergovernamental para Mudanças Climáticas (IPCC), United Nations Framework Convention for Climate Change (UNFCCC).
- ISO 14040:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework.
- ISO 14044:2006 Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines.
- PAS 2050:2011. Publicly Available Specification (PAS) 2050. Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services. BSI – British Standards.
- ISO 14064-1:2006, Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for the quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals.
- The Greenhouse Gas Protocol – A Corporate Accounting and Reporting Standard, 2008 (Revised Edition). World Resources Institute (WRI) e World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).
- GHG Protocol Product Life Cycle Accounting & Reporting Standard, 2011. World Resources Institute (WRI) e World Business Council for Sustainable Development (WBCSD).

II. Objetivos do estudo

O projeto de avaliação das emissões de gases de efeito estufa e cálculo da pegada de carbono do suco de laranja produzido e exportado pela CitrusBR surgiu a partir de uma demanda da AIJN (European Fruit Juice Association). No ano de 2010, as empresas associadas à CitrusBR (Cutrale, Citrosuco/Citrovita e Louis Dreyfus) trabalharam em conjunto com a consultoria especializada DeltaCO2 – Sustentabilidade Ambiental para o cálculo da pegada de carbono do suco de laranja produzido no ano de 2009.

O pioneirismo do estudo no Brasil e a busca da CitrusBR por uma melhor compreensão dos aspectos relacionados à sustentabilidade da produção do suco de laranja exportado para a Europa, fez com que o estudo fosse realizado anualmente, com os últimos resultados referentes ao ano de 2012.

Durante o processo, os resultados foram reportados anualmente a AIJN e continuamente avaliados pelo Time de Sustentabilidade da CitrusBR. Por se tratar de um produto de origem agrícola, as emissões de GEE devem ser avaliadas por um período mínimo de três anos, de forma a neutralizar variações relacionadas ao clima e condições de mercado. Sendo assim, a CitrusBR chega ao ano de 2013 com um dos estudos mais completos relacionados as emissões de GEE na produção de suco de laranja no Brasil.

Por último, foi realizada extensa revisão de literatura e compiladas as principais estratégias para mitigação das emissões de GEE no setor citrícola.

III. Escopo de trabalho

As unidades funcionais avaliadas pelas empresas foram um litro de suco de laranja pasteurizado não concentrado (NFC) e um litro de suco concentrado congelado (FCOJ), ambos a 11,5° brix, entregues nos portos de Ghent, na Bélgica, e Rotterdam, na Holanda.

O levantamento realizado pelas empresas incluiu as diversas etapas da cadeia de produção, começando pela produção da laranja nos pomares, assim como o processamento do suco nas unidades industriais. O estudo também abrangeu as emissões relacionadas ao transporte rodoviário de laranja e suco no Brasil, dos pomares às fabricas e das fábricas ao porto de Santos, e transporte marítimo de suco aos portos de Ghent e Rotterdam.

Para a obtenção da pegada de carbono foram considerados os seguintes GEE: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O). No caso da queima de combustíveis fósseis, foram consideradas as emissões de CO₂, CH₄ e N₂O. Para os combustíveis de biomassa (bagaço de cana, etanol e biodiesel), foram incluídas as emissões de CH₄ e N₂O, levando em consideração que o CO₂ biogênico é absorvido pela próxima cultura agrícola por meio do processo de fotossíntese.

A metodologia utilizada pelas empresas para a estimativa das emissões considerou o levantamento de dados de atividade, seguido pela multiplicação desses dados pelos fatores específicos de emissão de GEE. Os resultados para os gases N₂O e CH₄ foram convertidos em CO₂ equivalente, considerando a concentração e o Potencial de Aquecimento Global (PAG) de cada gás, seguindo-se o Fourth Assessment Report (AR4) do IPCC (2007).

Segue abaixo uma descrição de cada uma das principais etapas consideradas pelas empresas no levantamento das emissões de gases do efeito estufa na produção e distribuição de suco de laranja, detalhando-se as fontes avaliadas:

Produção e transporte de laranja

- Combustíveis utilizados em veículos da frota das fazendas;
- Combustíveis utilizados no transporte de trabalhadores para a colheita da laranja;
- Aplicação de fertilizantes nitrogenados;
- Aplicação de calcário;
- Aplicação de insumos orgânicos;
- Eletricidade consumida nas fazendas;
- Combustíveis utilizados no transporte da laranja para as fábricas;
- Emissões indiretas na produção e transporte de insumos agrícolas e combustíveis.

Processamento e transporte do suco de laranja - Brasil

- Combustão estacionária em geradores e caldeiras;
- Eletricidade consumida nas fábricas e nos terminais em Santos;
- Combustíveis utilizados no transporte de suco das fábricas para o porto de Santos;
- Emissões indiretas na produção e transporte de insumos industriais e combustíveis.

Transporte do suco de laranja – Europa

- Combustíveis utilizados nas operações dos portos do Brasil à Europa;
- Eletricidade consumida na armazenagem do suco de laranja nos portos na Europa.

IV. Fases da pegada de carbono

As diversas etapas da cadeia de produção avaliadas pelas empresas foram posteriormente compiladas em três fases principais, descritas a seguir:

1. **Fase Agrícola** - Inclui a produção de mudas, plantio, cultivo, adubação, colheita e transporte de frutas para as plantas industriais.;
2. **Fase Industrial** - Inclui o recebimento da fruta, processamento, pasteurização ou pasteurização + concentração, a armazenagem na unidade e o transporte rodoviário para armazenagem no porto brasileiro (Santos);
3. **Logística Externa** - Inclui o transporte marítimo de Santos a Ghent e a Rotterdam, assim como a armazenagem do suco nesses Portos.

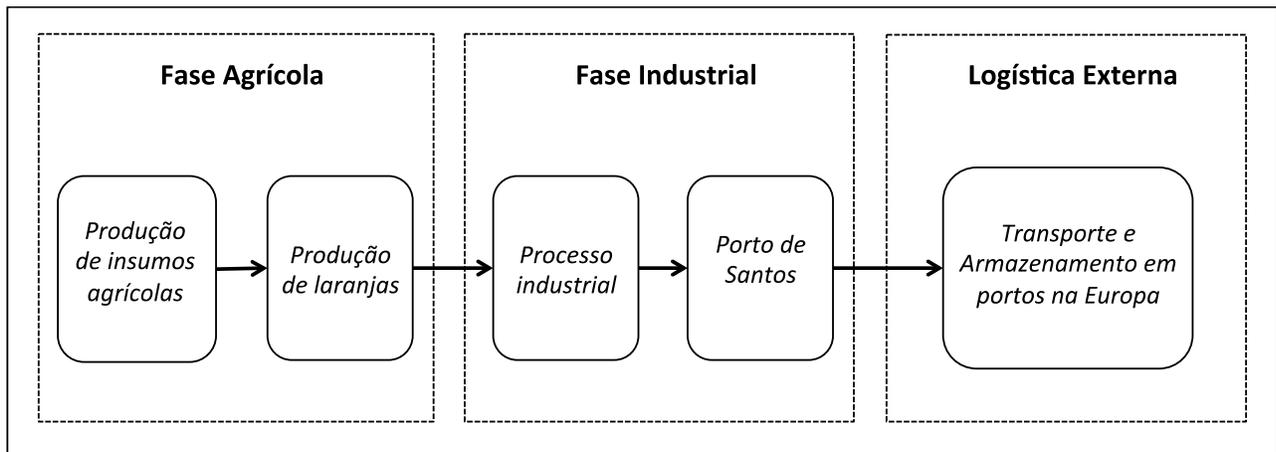


Figura 1. Processos avaliados e fases da pegada de carbono consideradas na avaliação do *footprint* do suco de laranja produzido no Brasil e exportado para a Europa.

V. Processo de verificação dos cálculos

O processo de verificação dos cálculos da pegada de carbono do suco de laranja produzido pelas empresas associadas à CitrusBR, baseou-se na análise de planilhas de cálculos enviadas por representantes das empresas à DeltaCO2 ou através de reuniões presenciais entre consultores da DeltaCO2 e representantes das mesmas.

As planilhas foram verificadas pelos consultores da DeltaCO2 no que diz respeito aos procedimentos utilizados nos cálculos e de acordo com as metodologias citadas anteriormente. Os fatores de emissão utilizados também foram verificados e, quando necessário, foram atualizados e reportados às empresas.

A DeltaCO2 não ficou responsável pela verificação da qualidade dos dados de atividade levantados e informados pelas empresas, ficando o processo de verificação restrito aos procedimentos de cálculos, alocações e fatores de emissão utilizados.

Ainda assim, trabalhar diretamente com cada uma das empresas proporcionou um contínuo feedback entre as partes no que diz respeito aos princípios adotados nos diferentes estudos. Dessa forma, foi possível garantir uma melhor homogeneidade nos inventários realizados individualmente e resultados mais confiáveis.

VI. Desafios e oportunidades para mitigação das emissões de GEE na Citricultura

O estudo de quatro anos sobre a pegada de carbono do suco de laranja produzido e exportado para a Europa por empresas associadas à CitrusBR permitiu a identificação de vários pontos importantes no que diz respeito às emissões de GEE na cadeia de produção. Por isso, foi realizada uma extensa revisão da literatura para identificar os principais desafios e oportunidades para mitigação de GEE no setor Citrícola.

1. Adubação nitrogenada

A aplicação de fertilizantes nitrogenados é essencial para aumentar a produtividade em pomares de citros. Em quantidades adequadas, o nitrogênio aplicado em plantas de laranja favorece o crescimento e frutificação. Contudo, os fertilizantes nitrogenados, também contribuem para a emissão de grandes quantidades de óxido nitroso (N_2O) para a atmosfera.

O N_2O é um importante gás de efeito estufa (GEE) por causa de seu potencial de aquecimento global (GWP), cerca de 300 vezes maior do que o dióxido de carbono (CO_2), isso aumenta o grau de importância da questão do uso de fertilizantes sintéticos em sistemas agrícolas.

Para proporcionar uma maior sustentabilidade ambiental dos sistemas de produção, algumas ações devem ser consideradas a fim de mitigar as emissões de GEE e ainda atender às necessidades nutricionais e manter bons níveis de produtividade nos pomares:

1.1. Tipo de adubo

Estudos na literatura indicam que a aplicação de ureia, que tem uma elevada concentração de nitrogênio (45%), resulta em aumento das emissões de N_2O quando comparado com outras fontes de fertilizantes nitrogenados - tais como o nitrato de amônio e sulfato de amônio (Matson et al., 1996). A ureia também contém carbono na sua composição e após a reação do fertilizante no solo este carbono é emitido como o CO_2 (Serrano-Silva et al., 2011). A substituição da ureia por outras fontes de nitrogênio podem, assim, contribuir para a redução das emissões de GEE.

A Pepsico tem desenvolvido pesquisas na Flórida sobre a eficiência agrônômica de fertilizantes nitrogenados chamados "Low Carbon", produzidos por processos com menor utilização de energia e uso de energias renováveis. Esses insumos possivelmente terão os fatores de emissão à montante reduzidos, o que pode resultar em menores emissões de GEE.

1.2. Forma de aplicação

A recomendação de distribuição superficial dos adubos, sem incorporá-los ao solo, se deve a diversos estudos sobre sistemas de adubação que testaram diversas formas de adubação e concluíram que é preferível aplicar os adubos na superfície do terreno, na periferia e debaixo da copa, tanto em solos arenosos como naqueles de textura franco-argilosa.

Sob o ponto de vista ambiental, estudos comprovaram que a aplicação superficial de nitrogênio no solo resulta em maiores emissões de N_2O para atmosfera. Dessa forma, sempre que possível essa forma de aplicação deve ser evitada. Uma alternativa viável seria a aplicação em sulcos ou em pequenas covas feitas na área de projeção da copa, injetada ou por gotejamento, que pode reduzir significativamente as emissões de N_2O .

1.3. Dose correta

A recomendação de adubação para os pomares de citros deve ser feita levando em consideração que sempre há necessidade de ajustes das quantidades de fertilizantes utilizados em função da região, do clima, do solo, das variedades, da idade das plantas, da presença de pragas e dos sistemas de manejo utilizados em cada pomar.

O conhecimento desses aspectos é muito importante, pois, se não forem verificadas as reais necessidades de cada pomar, o uso indiscriminado de fertilizantes pode causar problemas, tais como gastos desnecessários, baixo desempenho produtivo do pomar, desequilíbrios nutricionais e fitotoxidez de nutrientes aplicados em excesso, durante um ou vários anos (Koller, 2008).

Além dos aspectos supracitados, diversos estudos relataram que existe uma relação direta entre a dose de fertilizante adicionado ao solo e a emissão de N₂O para a atmosfera (Khalil et al., 2004; Liu et al., 2005; Ruser et al., 2006, Signor, 2010). Portanto, a aplicação da dose que corresponda às necessidades nutricionais do pomar, sem excessos, pode contribuir com a redução dessas emissões.

1.4. Inibidores de nitrificação e de urease

Uma prática potencial de redução de emissões de GEE do solo é o uso de aditivos químicos para inibir temporariamente a enzima urease quando a ureia é aplicada na superfície do solo. A utilização de aditivos deve ser considerada quando a ureia não pode ser incorporada, especialmente quando o pH do solo é alto ou quando resíduos permanecem na superfície do solo (Barth, 2009).

Inibidores de nitrificação também podem ser usados com ureia nos locais onde o potencial de lixiviação do nitrato ou a desnitrificação são elevados (Cantarella, 2007). No entanto, deve-se

considerar que o efeito destes aditivos ainda precisa ser verificado e validado por meio de experimentos de campo em condições de solo e clima do Brasil.

Algumas empresas associadas à CitrusBR começaram a testar o uso de fertilizantes com inibidores e alguns resultados mostraram o potencial dessa prática na redução das emissões de GEE. No entanto, a viabilidade econômica de tais práticas deve ser ainda avaliada, uma vez que estes fertilizantes possuem custo mais elevado.

A tabela abaixo apresenta um exercício sobre o potencial de redução de emissões de GEE com o uso de fertilizantes com inibidores:

Tabela 1. Redução de emissões com o uso de fertilizantes com inibidores.

Fertilizante	Dose (kg/ha)	%N	Total (kg CO₂eq)	% de redução
Ureia	100	45	352,55	
Ureia (2,5%) ^a	100	45	290,17	- 18%
Ureia (5%) ^b	100	45	275,74	- 22%

^{a,b} Ureia com 2,5% e 5% de inibidor.

1.5. Substituição de parte dos fertilizantes sintéticos por fertilizantes orgânicos produzidos nas imediações

Fontes orgânicas e organominerais tem menores emissões a montante na sua produção, pois fertilizantes sintéticos são intensivos em energia (altas emissões por unidade de produto). As emissões pelo transporte dos fertilizantes também são reduzidas quando as fontes de nutrientes estão localizadas nas fazendas ou imediações, como no caso da compostagem.

Em estudo sobre a produção e uso de adubos orgânicos em pomares de citros no Egito, Luske (2010) encontrou que quando a cultura é adubada com composto orgânico apresenta uma pegada de carbono de 162 kg CO₂/ton. Quando a fertilização nitrogenada ocorre com nitrato de amônio a pegada de carbono é cerca de trinta vezes maior, com valor de 1.813 kg CO₂e/ton. Estudos

relataram que as emissões de N₂O também são menores quando o composto orgânico é aplicado, além de promover o sequestro de carbono pelo solo (Saft e Kortmann, 2004; Luske e Van der Kamp, 2009).

2. Diesel

Os biocombustíveis são vistos por ambientalistas e líderes de governo como a mais promissora alternativa para atingir o objetivo de reduzir nossa dependência dos combustíveis fósseis e reduzir as emissões de GEE para a atmosfera (Farrell et al., 2006; Ragauskas et al., 2006). Dessa forma, a substituição de combustíveis fósseis por biocombustíveis como biodiesel, etanol e biomassa na geração de energia em geradores ou uso por maquinário agrícola resulta em uma alternativa viável para redução dessas emissões.

Para a condução dos pomares de citros, as práticas de manejo necessitam ser intercaladas ao longo do ano, de acordo com o ciclo de produção da cultura. Dessa forma, a adoção de um manejo conservacionista, utilizando o mínimo de operações de cultivo no pomar, reduz o consumo de combustível, e por consequência, as emissões de GEE para a atmosfera.

3. Calcário

A calagem é a primeira prática a ser adotada nas áreas de plantio pelos seus efeitos no controle da acidez (diminuindo a lixiviação de nutrientes, fixação de fósforo, toxidez de alumínio, fornecimento de cálcio e magnésio, melhorando a estrutura e a atividade microbiana). Além da dose e da escolha do calcário adequadas, é importante atentar para fatores de aplicação, uniformidade, incorporações, épocas e local de aplicação.

Esta prática deve ser feita após uma análise detalhada do solo, aplicando-se apenas a quantidade recomendada, reduzindo assim as emissões de CO₂ para a atmosfera. Calcários com

maior reatividade são utilizados em quantidades menores, também contribuindo com a redução das emissões de CO₂.

4. Defensivos

O uso racional de defensivos agrícolas aplicados nos pomares pode contribuir diretamente com a redução das emissões de GEE associadas à produção e distribuição destes insumos. O Manejo Integrado de Pragas (MIP) possibilita a utilização mais direcionada de defensivos, evitando aplicações em excesso ou no momento inadequado. Quando os defensivos agrícolas são utilizados indevidamente ou fora das recomendações, podem causar danos à saúde de pessoas e animais, além de provocar sérios problemas ambientais.

A utilização de defensivos alternativos como as caldas bordalesa, sulfocálcica, dentre outras podem, em alguns casos, substituir produtos cuja produção causaria altas emissões de GEE. Adicionalmente, o uso de controle biológico de pragas reduz a quantidade de defensivos utilizados e as consequentes emissões associadas, além de outros benefícios ambientais.

5. Eletricidade

De todas as atividades que geram gases de efeito estufa, o setor de energia é um dos maiores contribuintes para o aquecimento global no mundo.

No entanto, este cenário é diferente no Brasil. A matriz energética mundial é composta principalmente por combustíveis fósseis, principalmente petróleo, carvão e gás natural (IEA, 2009). No Brasil, por outro lado, a elevada participação de fontes de energia renováveis na matriz energética – e.g. a hidroeletricidade, etanol misturado na gasolina e cogeração com bagaço de cana-

de-açúcar – fazem com que as emissões de GEE provenientes dessa fonte sejam relativamente pequenas.

Há uma variedade de oportunidades para reduzir as emissões de GEE associados à geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. A indústria de suco de laranja no Brasil está usando uma grande parte do bagaço de cana-de-açúcar como fonte de energia renovável, em vez de combustíveis fósseis para gerar eletricidade. Essa ação tem um grande potencial na redução das emissões de GEE na fase de processamento da produção de suco de laranja. No entanto, é possível que nos próximos anos a indústria enfrente um decréscimo na oferta de bagaço com o aumento da produção de etanol de segunda geração no Brasil.

6. Principais fontes de GEE e estratégias de mitigação de emissões

A seguir, apresentamos uma tabela que resume os principais *hotspots* de emissões de GEE identificados e as estratégias de mitigação sugeridas:

Tabela 2. Principais fontes de GEE identificadas na pegada de carbono do suco de laranja e ações portenciais de mitigação.

Fontes de GEE	Estratégias de mitigação
Fertilizantes sintéticos	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar de forma eficiente os insumos agrícolas, adequando as doses, época, tipo de insumo e forma de aplicação para obter-se o máximo benefício, evitando desperdícios. • Reduzir o uso de insumos sintéticos (que causam altas emissões de GEE em sua produção e transporte), priorizando fontes orgânicas.
Inibidores de nitrificação e urease	<ul style="list-style-type: none"> • Utilização de fertilizantes com inibidores de urease.
Insumos orgânicos	<ul style="list-style-type: none"> • Promover a compostagem de resíduos dentro das propriedades, aproveitando matéria orgânica e nutrientes disponíveis, evitando assim as emissões de GEE na produção e transporte dos mesmos.
Eletricidade	<ul style="list-style-type: none"> • Uso de fontes de energia renováveis.
Combustíveis	<ul style="list-style-type: none"> • Substituir os combustíveis fósseis por biocombustíveis como o biodiesel, etanol e biomassa.
Agroquímicos	<ul style="list-style-type: none"> • Uso racional de agroquímicos reduzindo as emissões de GEE à montante.

VII. Oportunidades para sequestro de carbono no solo

Áreas agrícolas sejam elas para culturas anuais ou perenes, tais como plantações de laranja, ocupam vasta área da superfície terrestre e existem sob uma variedade de condições climáticas. Como reconhecido pelo IPCC, os sistemas agrícolas contêm grandes reservas de carbono e possuem potencial considerável para mitigação de emissões através de sequestro de carbono do solo.

É amplamente aceito que o armazenamento de carbono (tanto em solos e como na biomassa aérea) representa potencial de mitigação significativo para culturas de frutíferas perenes. No entanto, existem poucos dados disponíveis na literatura sobre sequestro de carbono em solos sob diferentes sistemas de cultivo de laranja.

Assim, recomenda-se que as empresas calculem o sequestro como parte de suas atividades de quantificação de GEE e relatem os resultados como recomendado pelas diretrizes do GHG Protocol. Abaixo apresentamos duas estratégias principais que podem contribuir com o sequestro do solo em pomares de laranja:

1. Redução do revolvimento do solo

O revolvimento do solo em operações como aração, gradagem e subsolagem resulta em redução dos estoques de carbono do solo e emissão de CO₂ para atmosfera devido ao processo de mineralização do carbono orgânico do solo (Reicosky et al., 1999). A magnitude das perdas de carbono na forma de CO₂ devido às práticas de preparo do solo está diretamente relacionada com a intensidade do grau de perturbação atingida pelos implementos usados. Assim, dependendo do tipo e configurações do manejo, os solos podem ser uma importante fonte ou sumidouro de carbono para a atmosfera (Lal et al., 1995; Bernoux et al., 2005).

O manejo conservacionista é considerado uma boa alternativa às práticas agrícolas convencionais. Nesse sistema procura-se minimizar o revolvimento do solo, possibilitando a manutenção ou o aumento do estoque de carbono do solo (Kern e Johnson, 1993; Reicosky e Linstrom, 1993, Silva-Olaya, 2010).

2. Uso de cobertura verde

A manutenção da cobertura do solo com adubos verdes traz uma série de benefícios agronômicos, como melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, controle de erosão e fornecimento de nutrientes para o pomar (Matheis et al., 2006). Além disso, pode promover um aumento nos teores de nitrogênio e carbono do solo, por meio da decomposição da biomassa aérea e de raízes.

Assim, tem-se como principais adubos verdes para pomares de citros, a *Crotalaria juncea* (solos arenosos e declivosos), principalmente devido ao seu rápido desenvolvimento, o guandu (solos arenosos compactados em pomares novos) e o lab lab ou feijão-de-porco (pomares adultos com problemas de erosão) (Vitti e Cabrita, 1998). No final da época das chuvas, equivalente ao início da frutificação dos adubos verdes, os mesmos devem ser roçados (roçadeira, triturador) e jamais incorporados através de grades, visando principalmente a manutenção da cobertura do solo, das propriedades físicas e também, no caso do guandu e do lab lab, uma possível rebrota dos mesmos. Em função da análise foliar do teor de N das folhas de citros, pode-se abater, na última adubação mineral, parte do N fornecido pelo adubo verde.

VIII. Considerações finais

A CitrusBR apoia a comunicação transparente de informações relacionadas a indicadores de sustentabilidade, trabalhando para encontrar soluções que incluam todos os stakeholders e membros da cadeia de produção. Além disso, promove a adoção de pesquisas científicas para apoiar decisões estratégicas e enfrentar eventuais barreiras ao comércio internacional.

O estudo da pegada de carbono do suco de laranja produzido e exportado pela CitrusBR representa uma iniciativa pioneira na indústria brasileira e, após 4 anos, é um dos poucos estudos a longo prazo no setor citrícola mundial.

A CitrusBR tem o compromisso de aumentar a transparência de suas atividades, buscando melhorias constantes em termos de sustentabilidade ambiental, econômica e social.

IX. Referências bibliográficas

BARTH, G. **Inibidores de uréase e de nitrificação na eficiência de adubos nitrogenados**. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2009. 78p.

BERNOUX, M.; CERRI, C.C.; VOLKOFF, B.; CARVALHO, M.C.S.; FELLER, C.; CERRI, C.E.P.; ESCHENBRENNER, V.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.J. Gases do efeito estufa e estoque de carbono nos solos: inventário do Brasil. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, Brasília, v. 22, p. 235-246, 2005.

BRASIL. Segunda Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. Brasília: MCTI, 2010.

CANTARELLA, H. Uso eficiente de fertilizantes. **Informações Agronômicas**, n. 120, p.12-13, 2007.

FARRELL, A. E., PLEVIN, R. J., TURNER, B. T., JONES, A. D., O’HARE, M., KAMMEN, D. M. Ethanol can contribute to energy and environmental goals. **Science**, v. 311, p. 506–508, 2006.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). Key World Energy Statistics. Paris: IEA, 2009.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC. **Guidelines for national greenhouse gas inventories: Agriculture, Forestry and Other Land Use**. National Greenhouse Gas Inventories Programme. v. 4, Hayama, 2006.

KERN, J.S.; JOHNSON, M.G. Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. **Soil Science Society of America Journal**, v. 57, p. 200-210, 1993.

KHALIL, K., MARY, B., RENAULT, P. Nitrous oxide production by nitrification and denitrification in soil aggregates as affected by O₂ concentration. **Soil biology and Biochemistry**, v. 36, p. 687-699, 2004.

KOLLER, O. C. Adubação e práticas de manejo para o controle do cancro-cítrico. In: XV Ciclo de palestras sobre citricultura do RS, 2008. **Anais...** Alpestre: Fepagro. p. 72-90.

KOLLER, O.C.; BARRADAS, C.I.N. Efeito de quatro sistemas de adubação sobre a produção e o desenvolvimento vegetativo de laranja 'Valência' (*Citrus sinensis* Osbeck). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4, Salvador, 1977. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1977. v. I, p. 125-131.

LAL, R.; FAUSEY, N.R.; ECKERT, D.J. Methan emissions from flooded Rice amended with a Green manure. In: HARPER, L.A.; MOSIER, A.R.; DUXBURY, J.M.; ROLSTON, D.E. (Ed.). **Agricultural ecosystems effects on trace gases and global climate change**. Madison: SSSA, ASA, CSSA, 1993. P. 183-192.

LIU, X. J., MOSIER, A.R., HALVORSON, A.D., ZHANG, F.S. Tillage and nitrogen application effects on nitrous and nitric oxide emissions form irrigated fields. **Plant and Soil**, v. 276, p. 235-249, 2005.

LUSKE; B.; VAN DER KAMP, J. Carbon sequestration potential of reclaimed desert soils in Egypt. Louis Bolk Institute & Soil and More International, The Netherlands, 2009.

LUSKE; B. Reducing GHG emissions due to compost production and compost use in Egypt: comparing two scenarios. Louis Bolk Insitute, 2010. 30p.

MATHEIS, H.A.S.M.; AZEVEDO, S.A.; VICTÓRIA FILHO, R. Adubação verde no manejo de plantas daninhas na cultura de citros. **Laranja**, v. 27, p. 101-110, 2006.

MATSON, P.A., BILLOW, C., HALL, S. Fertilization practices and soil variations control nitrogen oxide emissions from tropical sugarcane. **Journal of Geophysical Research**, v. 101, p. 533-545, 1996.

RAGAUSKAS, A.J.; WILLIAMS, C.K.; DAVISON, B.H.; BRITOVSEK, G.; CAIRNEY, J.; ECKERT, A.C.; FREDERICK JR., W.J.; HALLET, J.P.; LEAK, D.J.; LIOTTA, C.L.; MIELENZ, J.R.; MURPHY, R.; TEMPLER, R.; TSCHAPLINSKI, T.. The path forward for biofuels and biomaterials. **Science**, v. 311, p. 484–489, 2006.

REICOSKY, D.C.; LINDSTROM, M.J. Fall tillage method: effect on short-term carbon-dioxide flux from soil. **Agronomy Journal**, v. 85, p. 1237-1243, 1993.

REICOSKY, D.C.; REEVES, D.W.; PRIOR, S.A.; RUNION, G.B.; ROGERS, H.H.; RAPER, R.L. Effects of residue management and controlled traffic on carbon dioxide and water loss. **Soil & Tillage Research**, v. 52, p. 153-165, 1999.

RUSER, R., FLESSA, H., RUSSOW, R., SCHMIDT, G., BUEGGER, F., MUNCH, J.C. Emission of N₂O, N₂ and CO₂ from soil fertilized with nitrate: effect of compaction, soil moisture and rewetting. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 38, p. 263-274, 2006.

SAFT, R.J.; KORTMANN, J.G.M. Nadere beschouwing van de LCA voor gft-afval uit het MER-LAP. IVAM, Amsterdam, 2004. 50 p.

SERRANO-SILVA, N., LUNA-GUIDO, M., FERNÁNDEZ-LUQUEÑO, F., MARSCH, R., DENDOOVEN, L. Emission of greenhouse gases from an agricultural soil amended with urea: A laboratory study. **Applied Soil Ecology**, v. 47, p. 92-97, 2011.

SIGNOR, D. **Estoques de carbono e nitrogênio e emissões de gases do efeito estufa em áreas de cana-de-açúcar na região de Piracicaba**. 2010. 119 p. Dissertação (Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SILVA-OLAYA, A.M. Emissão de dióxido de carbono após diferentes sistemas de preparo do solo na cultura da cana-de-açúcar. 2010. 101p. Dissertação (Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

DELTA 
Sustentabilidade Ambiental

www.deltaco2.com.br