

WORKSHOP

## **BIOEN-FAPESP RenovaBio:**

ciência para a sustentabilidade e competitividade da bioenergia

# **Fatores de emissão de $N_2O$ para fertilizantes nitrogenados e resíduos agroindustriais**

**João Luís Nunes Carvalho**

Laboratório Nacional de Ciência e Tecnologia do Bioetanol (CTBE)

Centro Nacional de Pesquisa em Energia e Materiais (CNPEM)

Bruna Gonçalves de Oliveira, Mateus Ferreira Chagas, Leandro Carolino Gonzaga, Ricardo de Oliveira Bordonal, Késia Lourenço, Antonio Bonomi e Heitor Cantarella

- ❖  $N_2O$  proveniente da aplicação de fertilizantes nitrogenados e resíduos orgânicos representa mais de 40 % das emissões de GEE do etanol de cana-de-açúcar

**$N_2O$  release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels**

P. J. Crutzen<sup>1,2,3</sup>, A. R. Mosier<sup>4</sup>, K. A. Smith<sup>5</sup>, and W. Winiwarter<sup>3,6</sup>



- ❖ Todos os estudos de LCA de etanol de cana-de-açúcar realizados no Brasil utilizaram FE  $N_2O$  “default” proposto pelo IPCC

- ❖ Na última década diversos estudos foram realizados no Brasil visando quantificar as emissões de GEE na produção de cana-de-açúcar

- ❖ Qual o impacto da inclusão das emissões de  $N_2O$  obtidas em condições de campo no balanço GHG do etanol de cana-de-açúcar?

1 – COMPILAR E ORGANIZAR AS INFORMAÇÕES DOS ESTUDOS RECENTES SOBRE AS EMISSÕES DE  $N_2O$  RELACIONADAS À APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NA CANA-DE-AÇÚCAR

2 – OBTER FATORES DE EMISSÃO DE  $N_2O$  QUE REPRESENTEM AS PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS DE FERTILIZAÇÃO NITROGENADA NA CANA-DE-AÇÚCAR NO BRASIL (“TIER 2”)

2 – CALCULAR O BALANÇO DE EMISSÕES DE GEE DO ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZANDO OS FATORES DE EMISSÕES DE  $N_2O$  MEDIDOS EM CONDIÇÕES BRASILEIRAS (“TIER 2”)

Lista de estudos		Fontes de financiamento	
Carmo et al. 2013	Artigo	FAPESP	FINEP
Vargas. 2014	Tese	FAPESP	CAPES, CNPQ
Paredes et a. 2014	Artigo	Outros	FAPERJ, CAPES e CNPq
Paredes et al. 2015	Artigo	Outros	FAPERJ, CAPES e CNPq
Pitombo et al. 2016	Artigo	FAPESP	CAPES, CNPq
Soares et al. 2015	Artigo	FAPESP	CAPES
Siqueira Neto et al. 2016	Artigo	FAPESP	
Soares et al. 2016	Artigo	FAPESP	CAPES, CNPq
Pitombo et al. 2017	Artigo	FAPESP	CAPES, CNPq
Lourenço. 2018	Artigo	FAPESP	CNPq
Degaspari et al. 2018	Artigo*	FAPESP	CAPES
Borges et al. 2018	Artigo*	FAPESP	CNPq
Gonzaga et al. 2018	Artigo*	FAPESP	PNUD, CAPES

<u>General</u>	
Número de estudos	13
Numero de observações	146
Artigos científicos	12
Teses	1
FAPESP	11

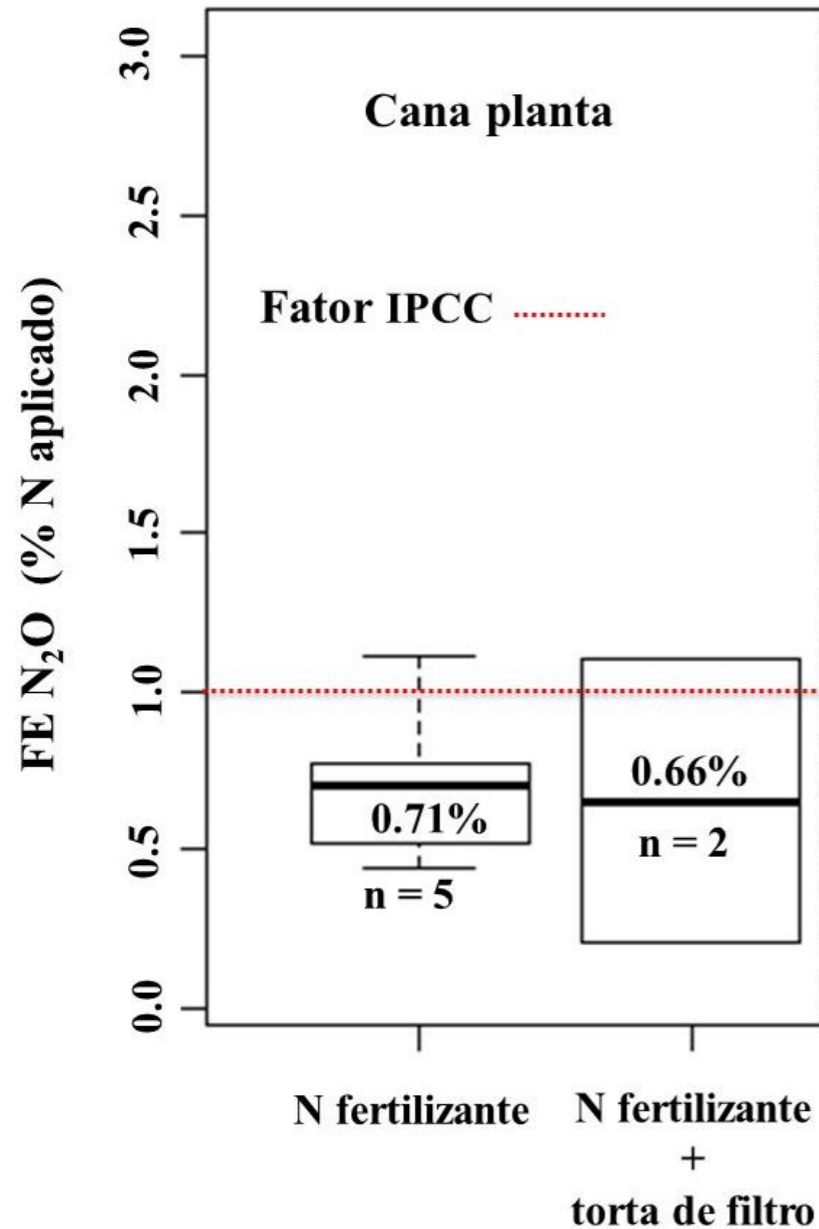
## Emissões de N<sub>2</sub>O associadas à aplicação de fertilizante nitrogenado na produção de cana-de-açúcar

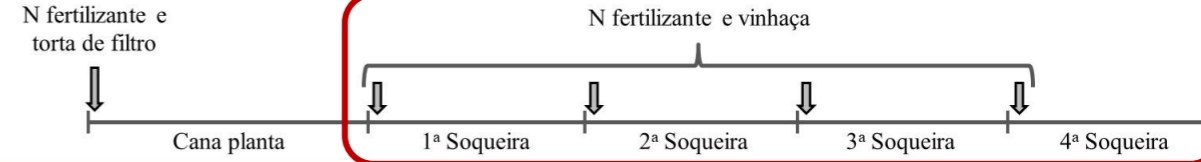
N fertilizante e torta de filtro

N fertilizante e vinhaça

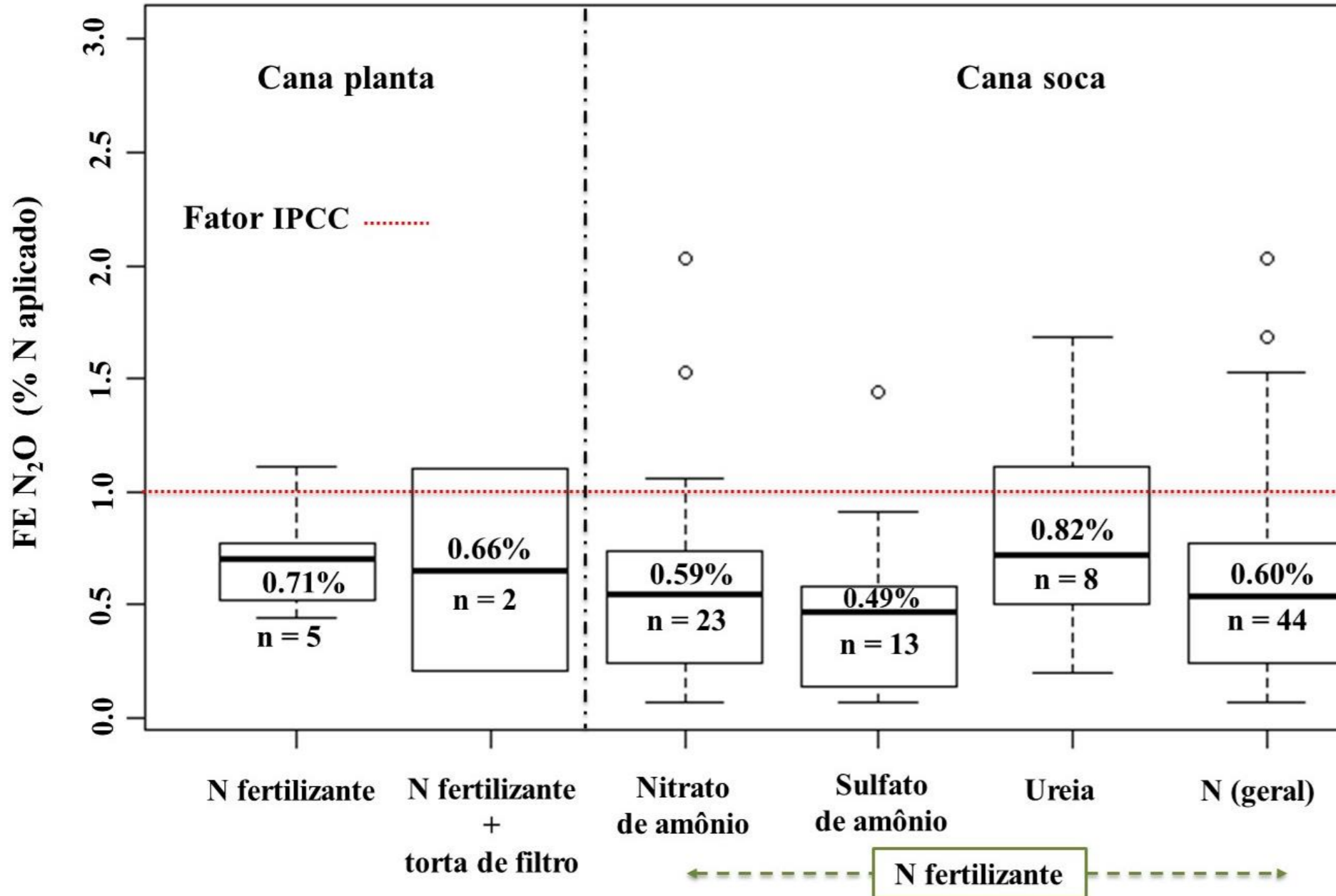


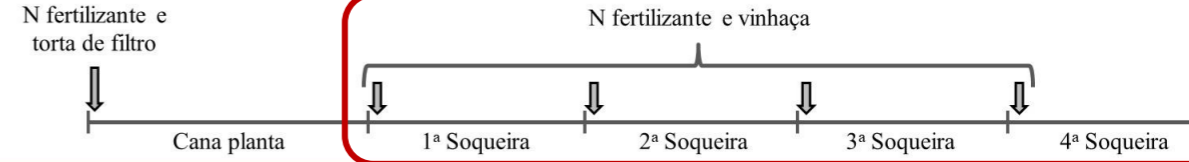
## FATORES DE EMISSÃO DE N<sub>2</sub>O - DIRETO



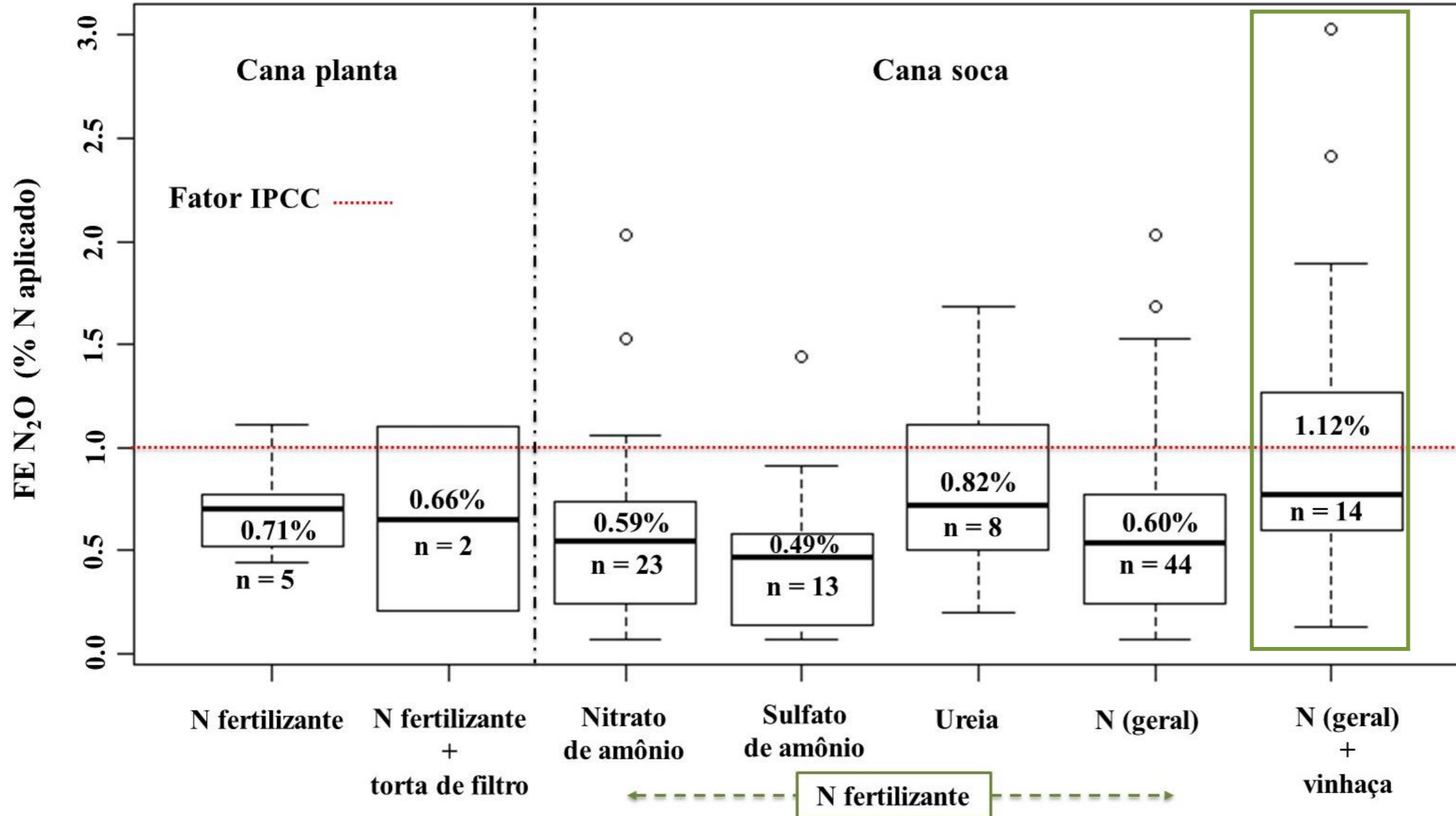


## FATORES DE EMISSÃO DE N<sub>2</sub>O - DIRETO

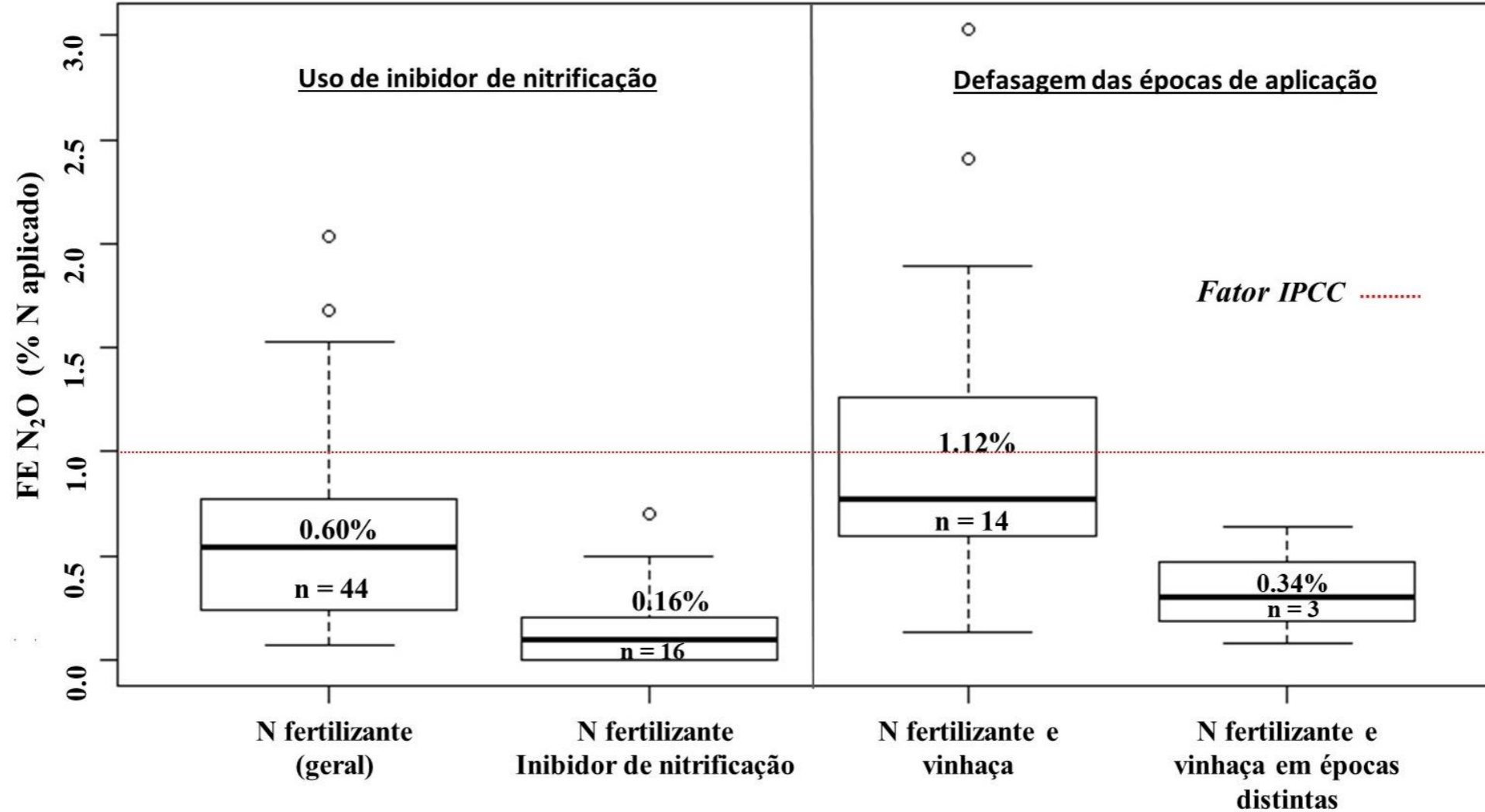
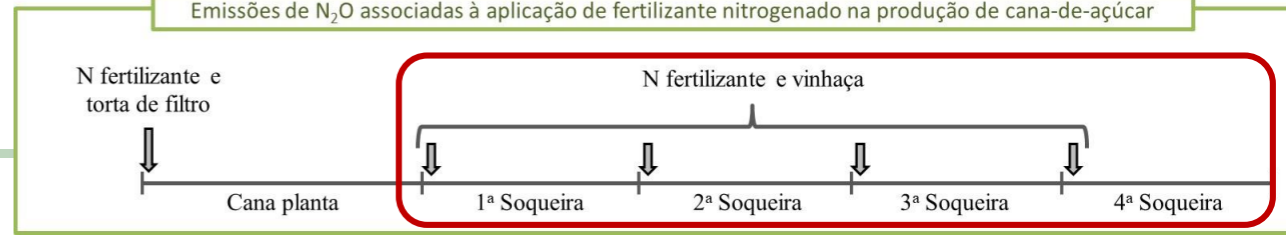




## FATORES DE EMISSÃO DE N<sub>2</sub>O - DIRETO



## ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO



Redução de:  
84% (IPCC)  
73% (Tier 2)

Redução de:  
66% (IPCC)  
70% (Tier 2)



## Usina típica

### Agrícola:

Área total = 50 mil ha (moagem)

Plantio: Mecanizado

Colheita: Mecanizada

Sem queima

Sem recolhimento de palha



### Industrial:

Usina autônoma

Moagem: 4,0 MTC/ano

Otimizada energeticamente

Produção:

- Etanol: 84,7 L/TC (1.893 MJ)
- Eletricidade: 84,1 kWh/TC (303 MJ)

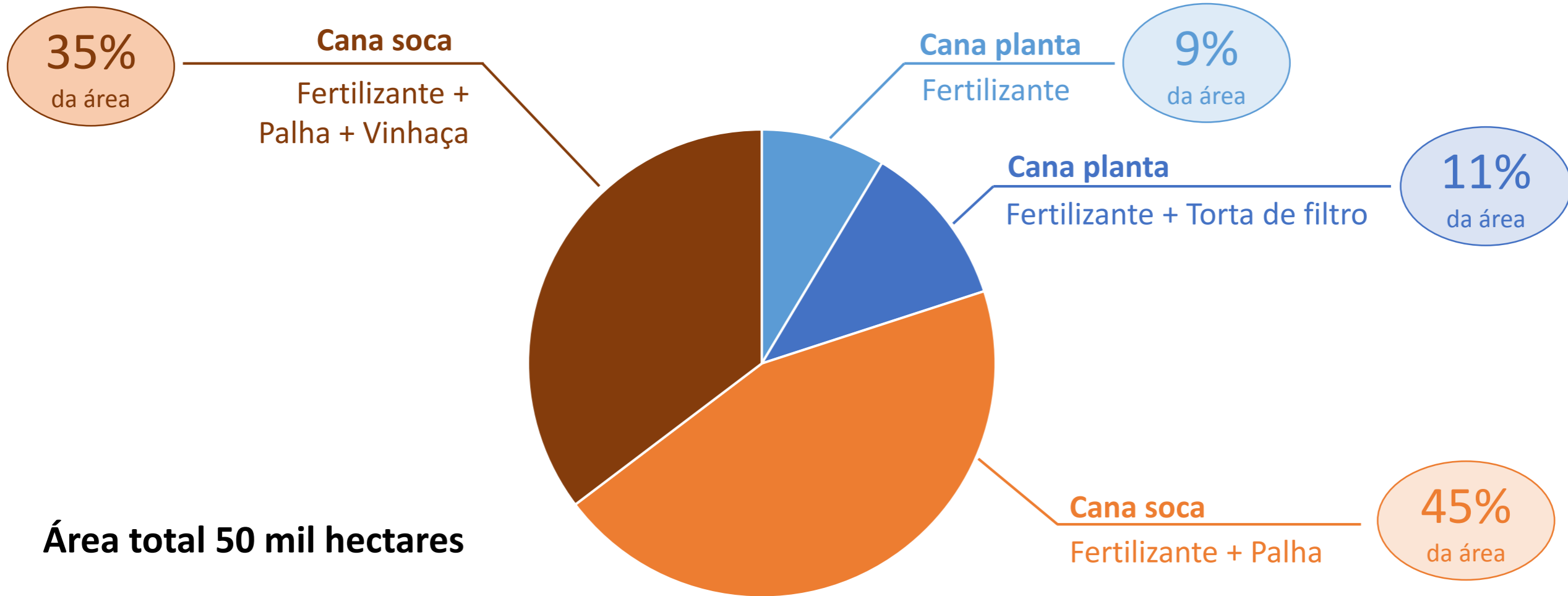
Vinhaça: 696,8 L / TC (usina autônoma)

Torta de filtro: 7,5 kg (base seca) / TC

Alocação energética



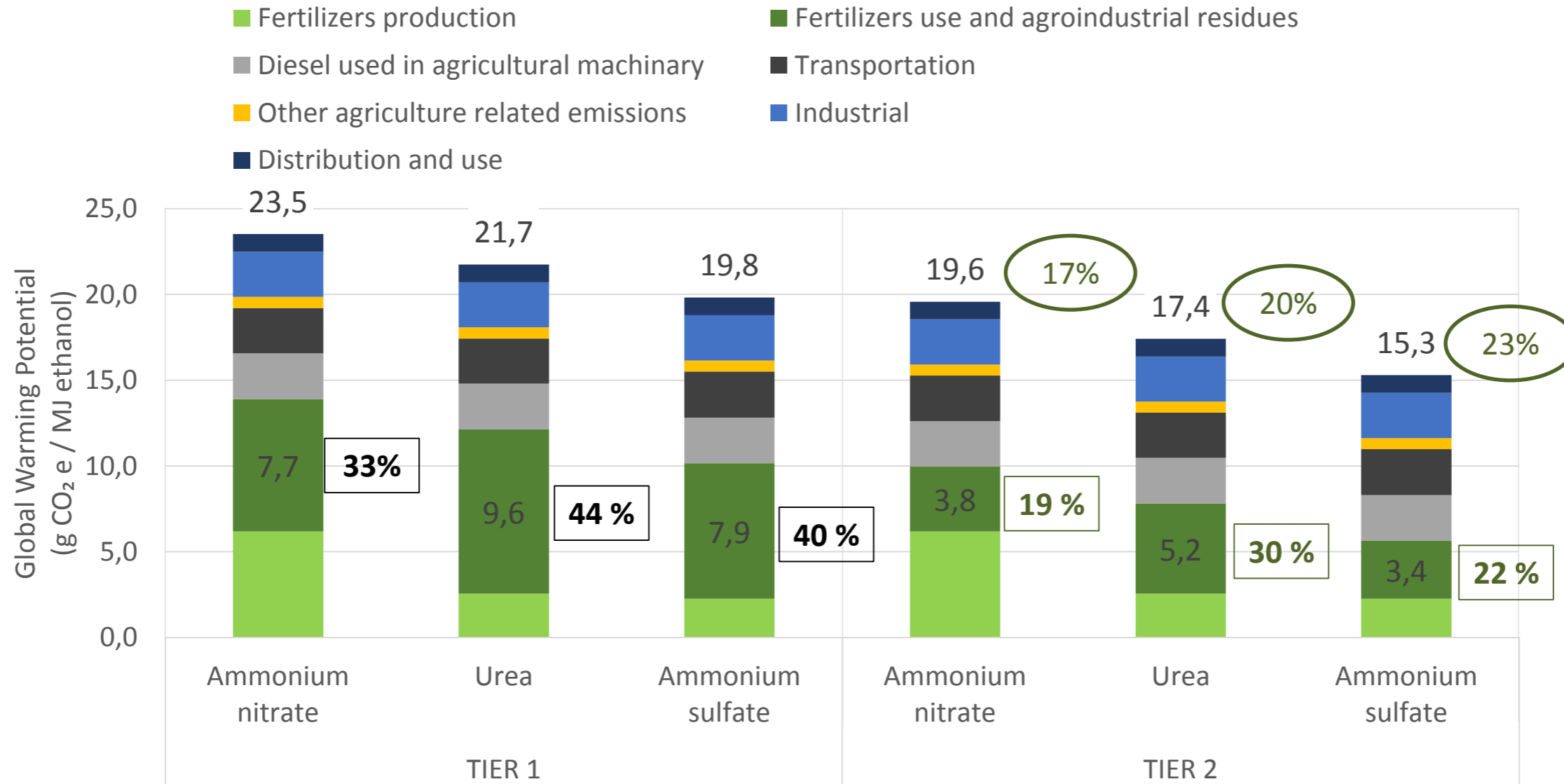
## Caracterização da área de uma Usina Típica



Área total 50 mil hectares

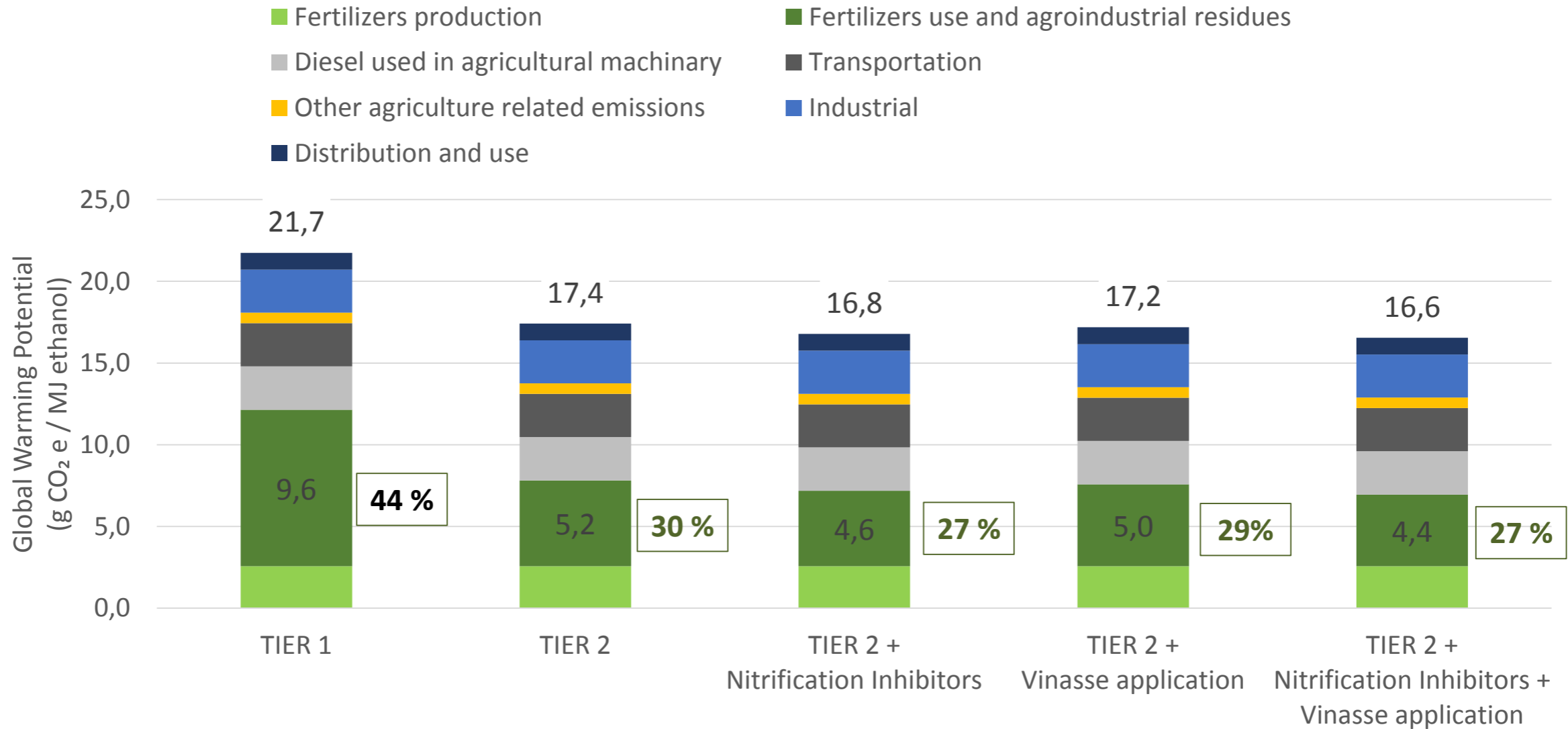
		Cana planta		Cana soca	
		Fertilizante	Fertilizante + Torta de filtro	Fertilizante + Palha	Fertilizante + Palha + Vinhaça
<b>Tier 1</b>	<b>Geral</b>	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
<b>Tier 2</b>	<b>Geral</b>	0,71%	0,66%	0,63% NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 0,82% Ureia 0,49% (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,36% NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 0,63% Ureia 0,78% (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
<b>Tier 2</b>	Inibidor de nitrificação	0,71%	0,66%	0,16%	1,36% NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 0,63% Ureia 0,78% (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
<b>Tier 2</b>	Defasagem da época aplic. vinhaça e N	0,71%	0,66%	0,63% NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> 0,82% Ureia 0,49% (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,34%
<b>Tier 2</b>	Inibidor de nitrificação + Defasagens épocas	0,71%	0,66%	0,16%	0,34%

## Ciclo de vida do etanol (poço à roda)



# Emissões de GEE

## Ciclo de vida do etanol (poço à roda) Ureia como fonte de N



**A SUBSTITUIÇÃO DE FATORES “DEFAULT” DO IPCC POR VALORES MEDIDOS NO BRASIL REDUZEM AS EMISSÃO DE GEE DO ETANOL DE CANA-DE-AÇÚCAR**

**A ADOÇÃO DE ESTRATÉGIAS SIMPLES DE MANEJO DA CANA-DE-AÇÚCAR PODEM REDUZIR SIGNIFICATIVAMENTE AS EMISSÕES DE GEE**

**O RENOVABIO, POR MEIO DE COMPENSAÇÃO FINANCEIRA, DEVERÁ INCENTIVAR A ADOÇÃO DE NOVAS ESTRATÉGIAS QUE VISAM REDUZIR AS EMISSÕES DE GEE**

**A FAPESP POR MEIO DE SEUS PROGRAMAS, PODERIA ESTABELEECER ÁREAS PRIORITÁRIAS DE PESQUISAS PARA CONSOLIDAR OS DADOS EXISTENTES DE EMISSÕES DE N<sub>2</sub>O E AVALIAR E/OU VALIDAR NOVAS ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO**

WORKSHOP

## **BIOEN-FAPESP RenovaBio:**

ciência para a sustentabilidade e competitividade da bioenergia

**OBRIGADO**

**[joao.carvalho@ctbe.cnpem.br](mailto:joao.carvalho@ctbe.cnpem.br)**