

# AGRICULTURA MITIGADORA DE GASES DE EFEITO ESTUFA: ESTUDOS EM SISTEMAS AGRÍCOLAS DO BRASIL CENTRAL - Solos na prestação de serviços ambientais



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO



[arminda.carvalho@embrapa.br](mailto:arminda.carvalho@embrapa.br) - Equipe

## Previsão das mudanças climáticas no Brasil até 2100

Cientistas estimam aumento de até 6°C na temperatura se emissão de gases permanecer alta

↑ AUMENTO   
 ↓ REDUÇÃO   
 ☁️ CHUVAS   
 🌡️ TEMPERATURAS

### AMAZÔNIA

↑ 🌡️ 1°C a 6°C  
↓ ☁️ 10% a 45%

### CAATINGA

↑ 🌡️ 0,5°C a 4,5°C  
↓ ☁️ 10% a 50%

### MATA ATLÂNTICA (Porção Nordeste)

↑ 🌡️ 0,5°C a 4°C  
↓ ☁️ 10% a 35%

### CERRADO

↑ 🌡️ 1°C a 5,5°C  
↓ ☁️ 10% a 45%

### MATA ATLÂNTICA (Porção Sul/Sudeste)

↑ 🌡️ 0,5°C a 3°C  
↑ ☁️ 5% a 30%

### PANTANAL

↑ 🌡️ 1°C a 4,5°C  
↓ ☁️ 5% a 45%

### PAMPA

↑ 🌡️ 1°C a 3°C  
↑ ☁️ 5% a 40%

## ☐ COP 15 (2009) -

## ☐ NAMAs

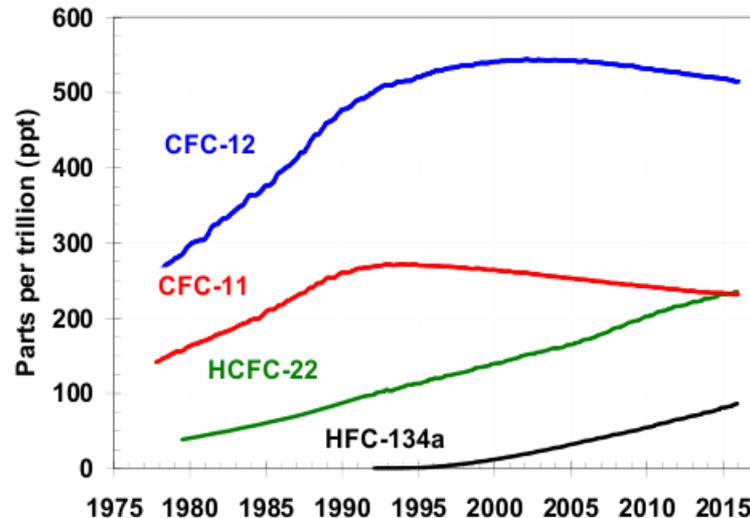
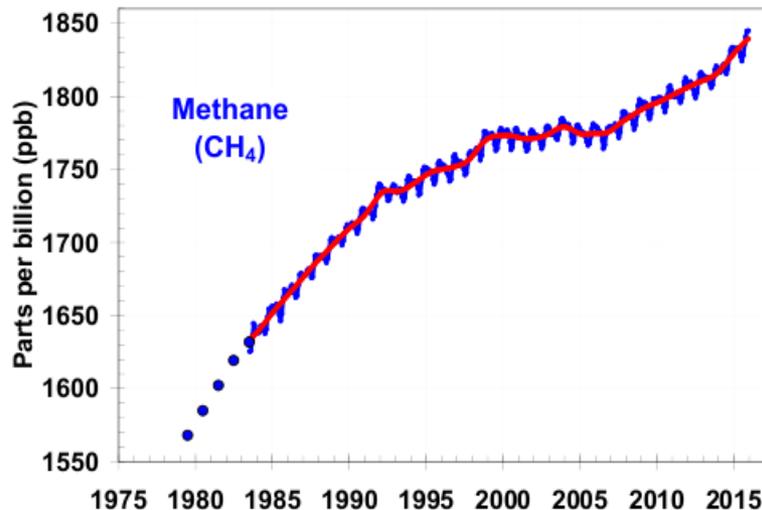
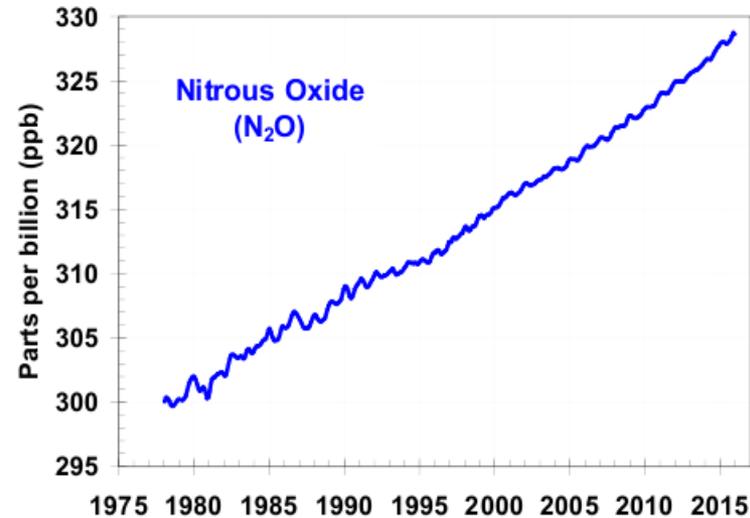
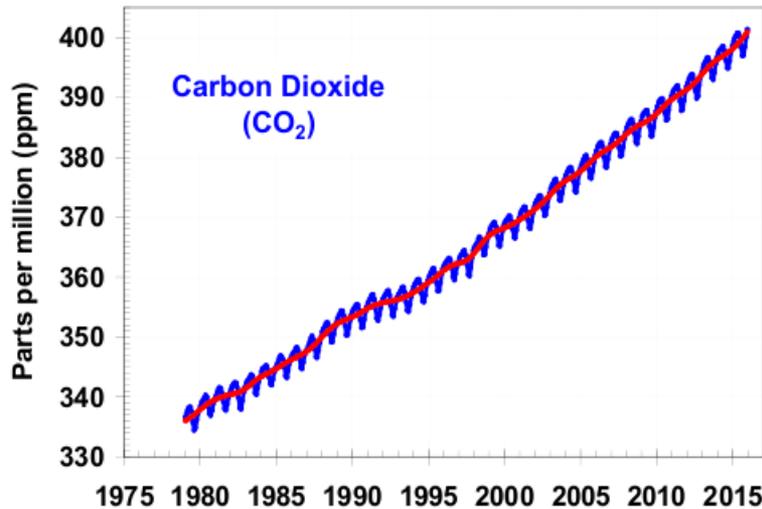
## ☐ 2020

- Desaceleração do desmatamento no Cerrado - 104 milhões de ton de CO<sub>2</sub> eq
- FBN - 12 a 15 milhões de ton de CO<sub>2</sub> eq
- SPD - 16 a 20 milhões de ton de CO<sub>2</sub> eq

- ☐ Recuperação de pastagens degradadas – 15 milhões de ha (ABC)

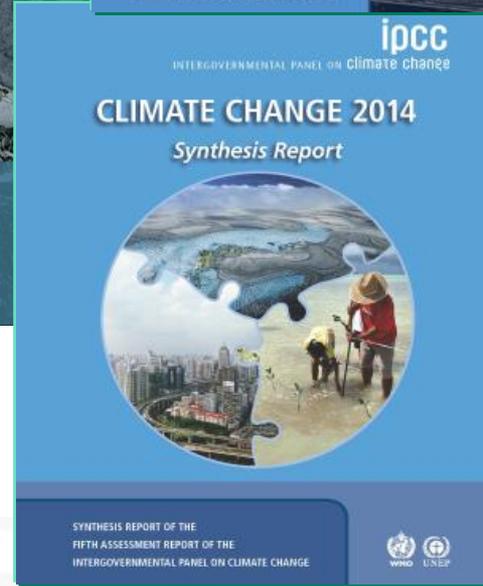
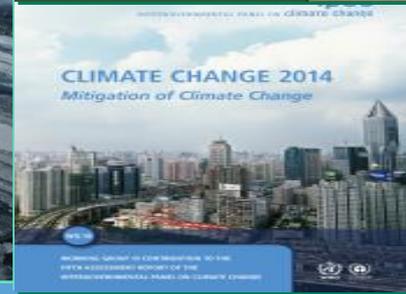
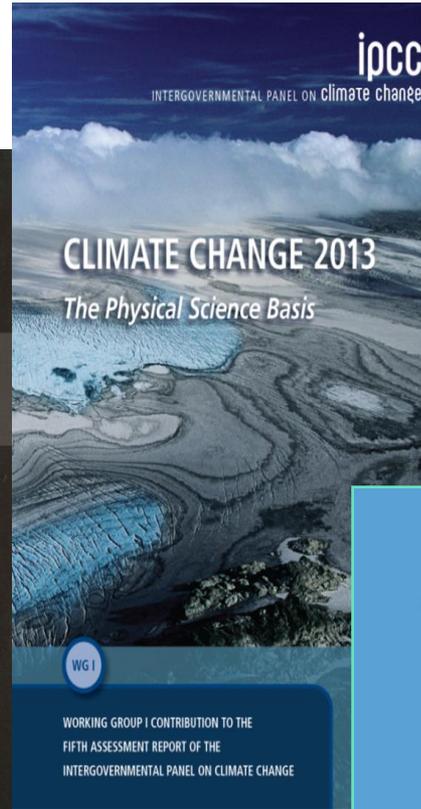
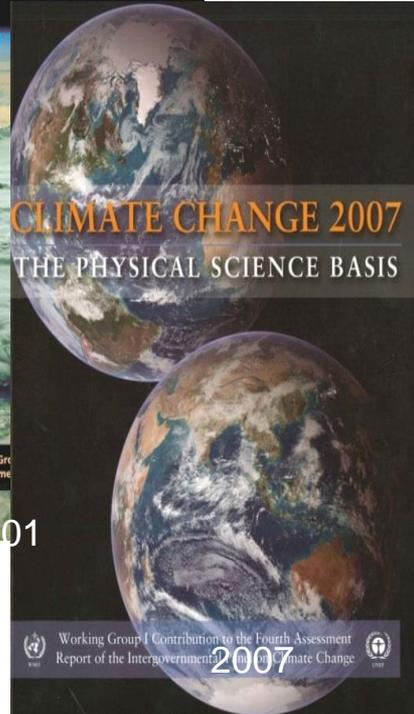
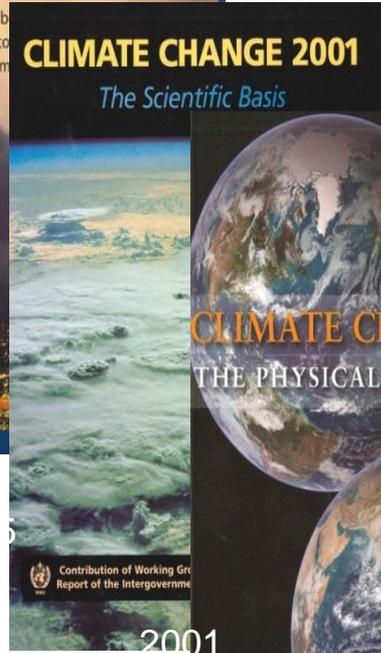
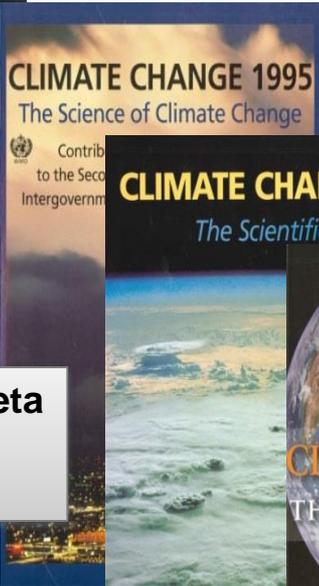
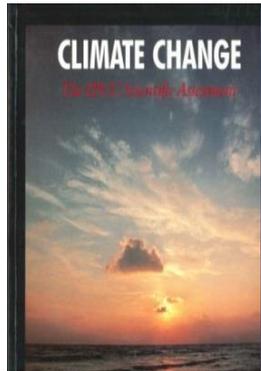
☐ COP 21 - Governo brasileiro → compromisso de reduzir as emissões de GEE em 37% (em 2025) e 43% (em 2030)

**(COP 15 – 2009)** – “O ideal é que não > 350 ppm de CO<sub>2</sub> e, já estamos = 387 ppm de CO<sub>2</sub> (2 ppm de CO<sub>2</sub>/ano)”.

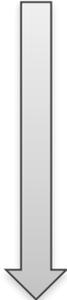


**NOAA (2016) → 485 ppm CO<sub>2</sub> eq.**

# IPCC Assessment Reports since 1990: WGI Contribution



Fator de emissão direta  
IPCC  
1% (0,3 – 3%)



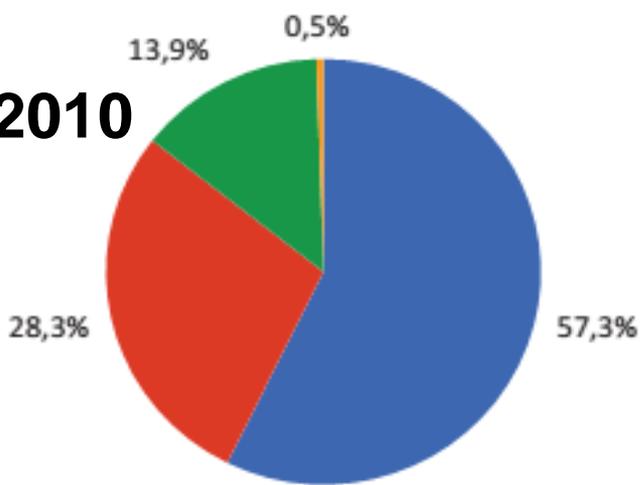
Fator de emissão direta  
Dados medidos no  
Brasil  
Média geral  
0,30 % (0,20 – 0,47%)

**A mudança climática já está prejudicando a produção agrícola (IPCC, 2014).”**

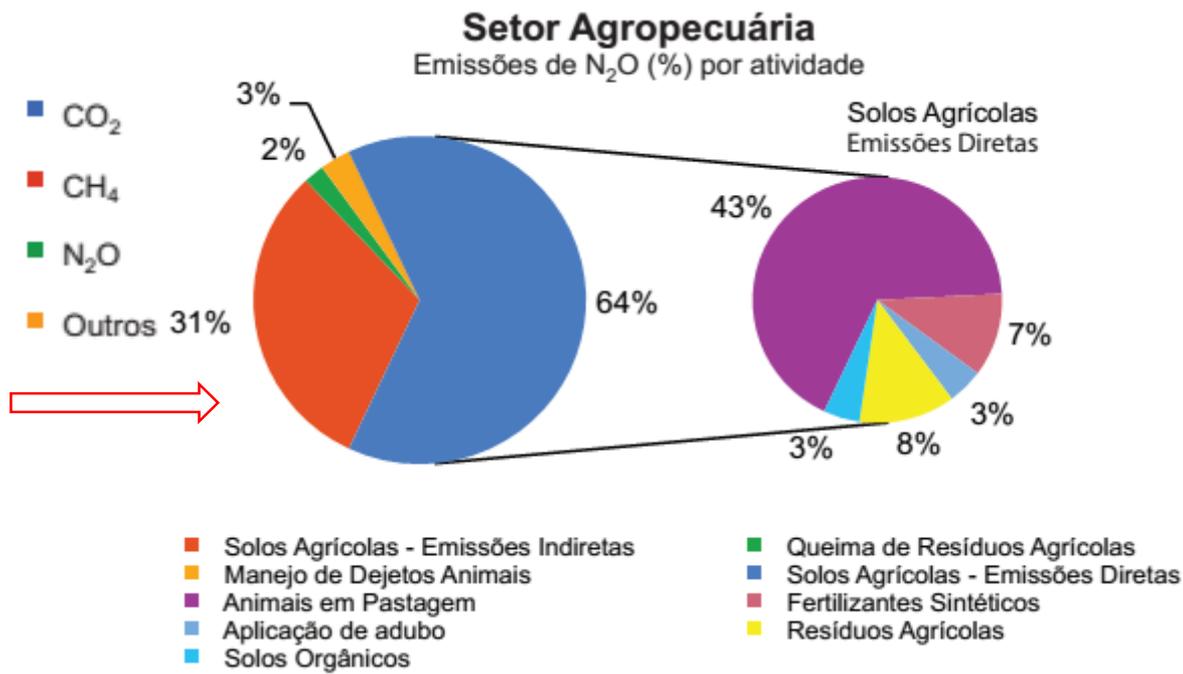
Óxido nitroso → GWP (potencial de aquecimento = 298 x CO<sub>2</sub>) e tempo de resiliência na atmosfera = 150 anos

Agricultura no Brasil → responsável por 95% das emissões estimadas de N<sub>2</sub>O

2010



Estimativas de emissão pelo II Inventário Brasileiro (MCTI,2013)



- Solos Agrícolas - Emissões Indiretas
- Manejo de Dejetos Animais
- Animais em Pastagem
- Aplicação de adubo
- Solos Orgânicos
- Queima de Resíduos Agrícolas
- Solos Agrícolas - Emissões Diretas
- Fertilizantes Sintéticos
- Resíduos Agrícolas

# Fluxos de GEEs no solo em ILP e ILPF



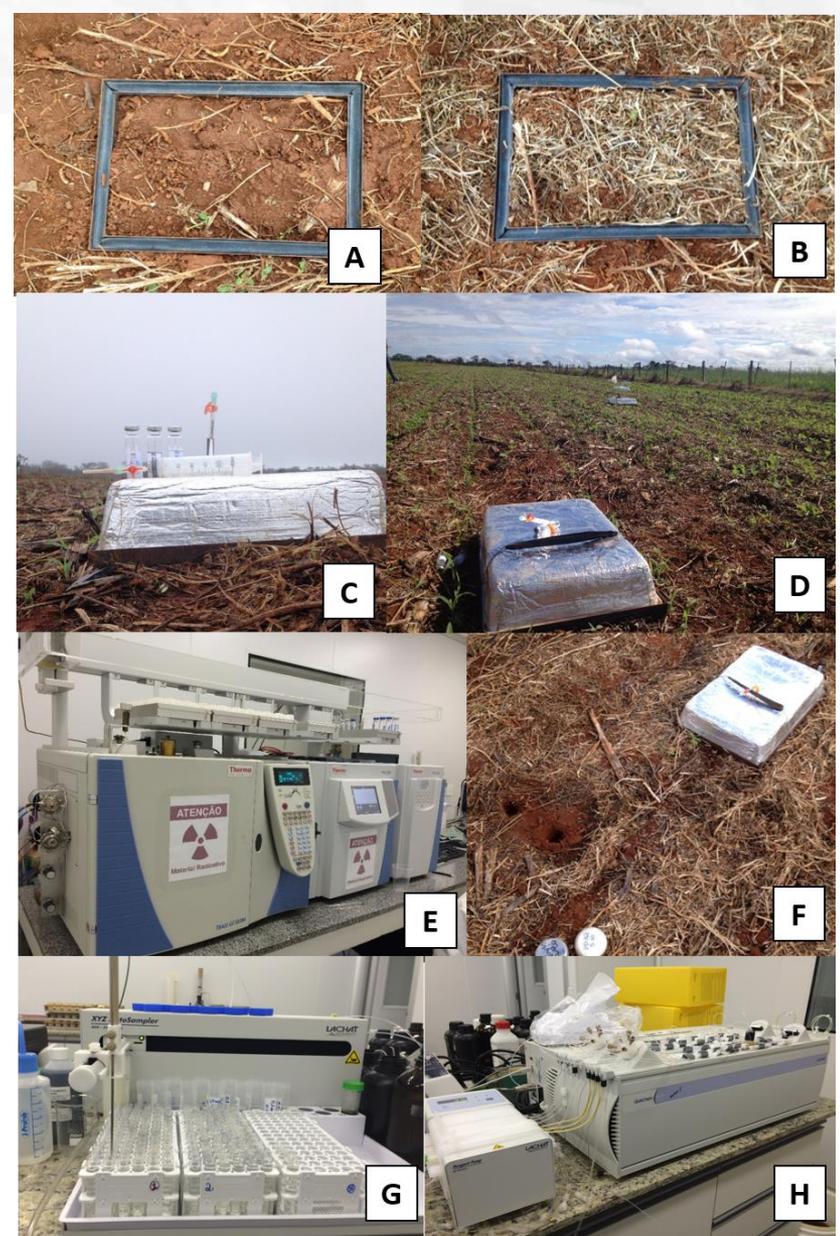
*Equipe ILP-ILPF, Embrapa Cerrados*

# Avaliações

## N<sub>2</sub>O e co-variáveis; Estoques de C:

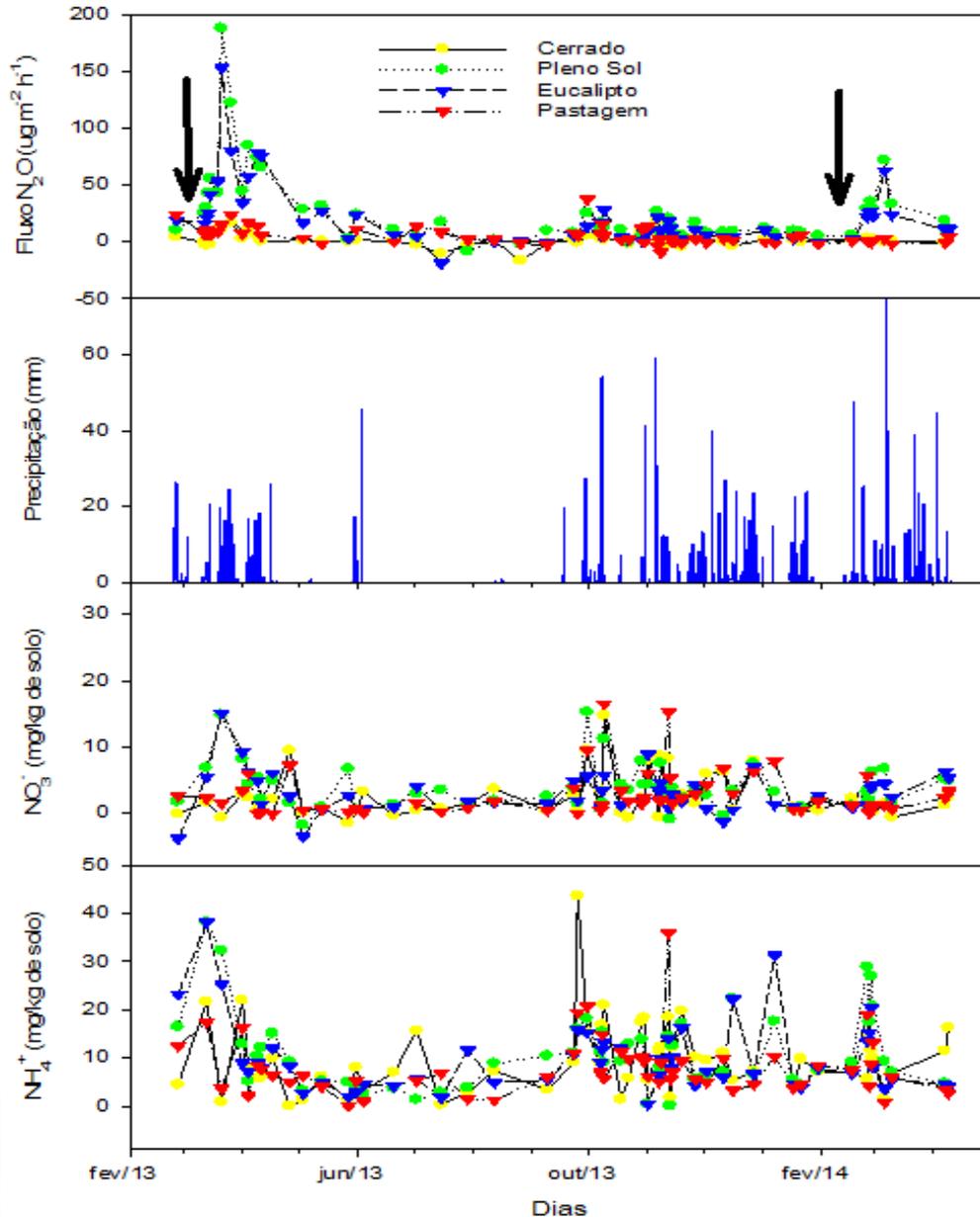
- A concentração de N<sub>2</sub>O foi determinada por cromatografia gasosa;
- Espaço poroso saturado por água (EPSA) por gravimetria, temperatura do solo e o N-mineral;
- Precipitação e temperatura do ar
- Estoques de C em profundidade (até 1 m)

(Zannata et al., 2014)



**Figura: Sequência de coleta (A, B, C, D e F) e análises de N<sub>2</sub>O (E), N-mineral (G, H) e outras co-variáveis (C).**

# Fluxos de $N_2O$ no solo em sistemas integrados (ILP ILPF), pastagem contínua e Cerrado



## Emissão acumulada

ILP = 2,9 kg N- $N_2O$  ha<sup>-1</sup>  
 ILPF = 2,0 kg N- $N_2O$  ha<sup>-1</sup>  
 (p < 0,05)

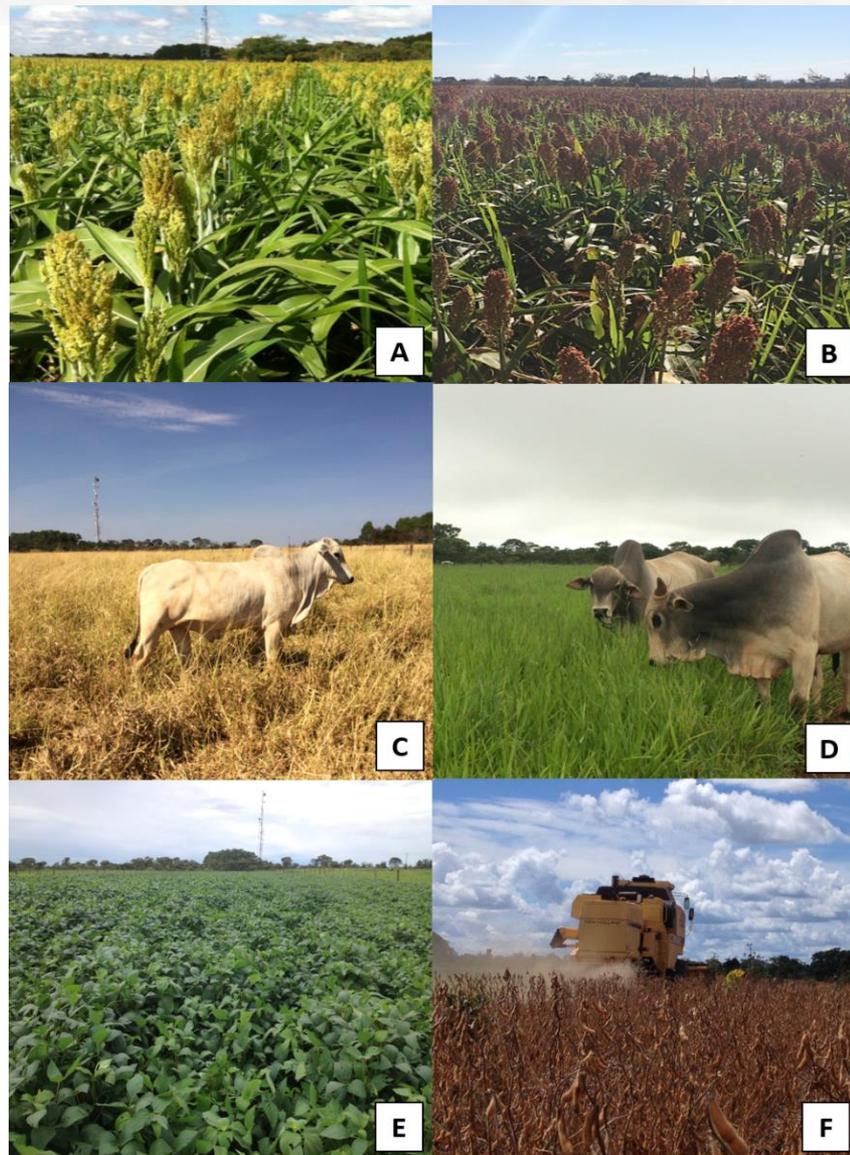
Intensidade de emissão =  
 66% < ILP (p < 0,05)

Fonte: Carvalho et al.,  
 2016 (no prelo)

# Sistemas: ILP, PD e PC

## Manejo de culturas:

- **Sorgo** → *Sorghum bicolor* (BRS 332)
  - Plantio 19/03/2014
  - Áreas agrícolas foram consorciadas com Piatã (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã).
  - Adubação: 500 kg ha<sup>-1</sup> de 4:30:16
  - Cobertura: 80 kg N ha<sup>-1</sup> de uréia.
- **Soja** → *Glycine max* (M7110)
  - Plantio 04/11/2014
  - Adubação: 520 kg ha<sup>-1</sup> de 0:20:20



**Figura:** Sorgo consorciado com Piatã (A e B); Pastejo no ILP no período de entressafra (C); ILP na fase pastagem (D); Soja (E e F)

$N_2O$  acumulado (kg N- $N_2O$  ha<sup>-1</sup>) nas culturas avaliadas. Sorgo (19/03/14 a 14/08/14) Soja (05/11/14 a 28/02/15) e Cultivo Anual (19/03/14 a 31/03/15).

### Em um ano:

PC: 2,55 kg N ha<sup>-1</sup>

PD: 1,90 kg N ha<sup>-1</sup>

ILP: 1,52 kg N ha<sup>-1</sup>

CER:

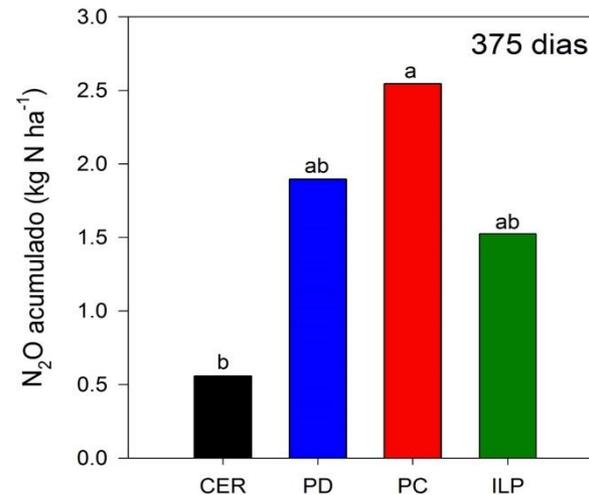
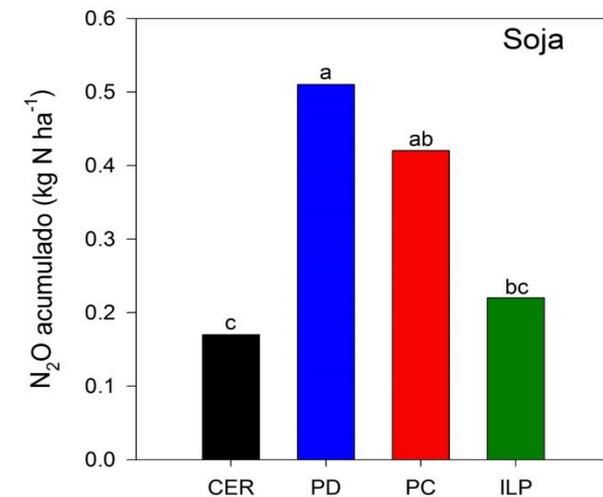
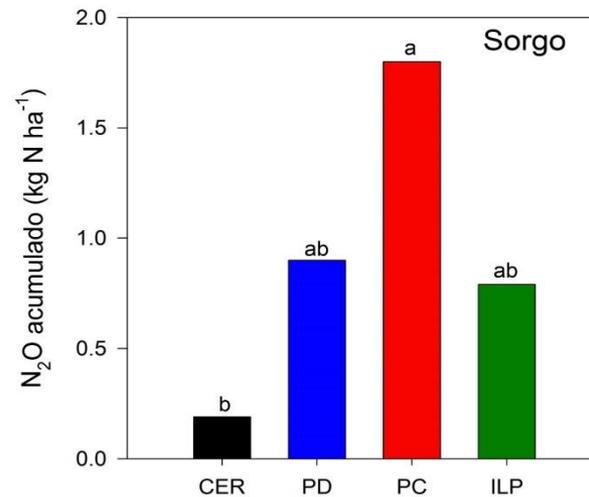
**Sorgo (146 dias):**

PC > CER

**Soja (110 dias):**

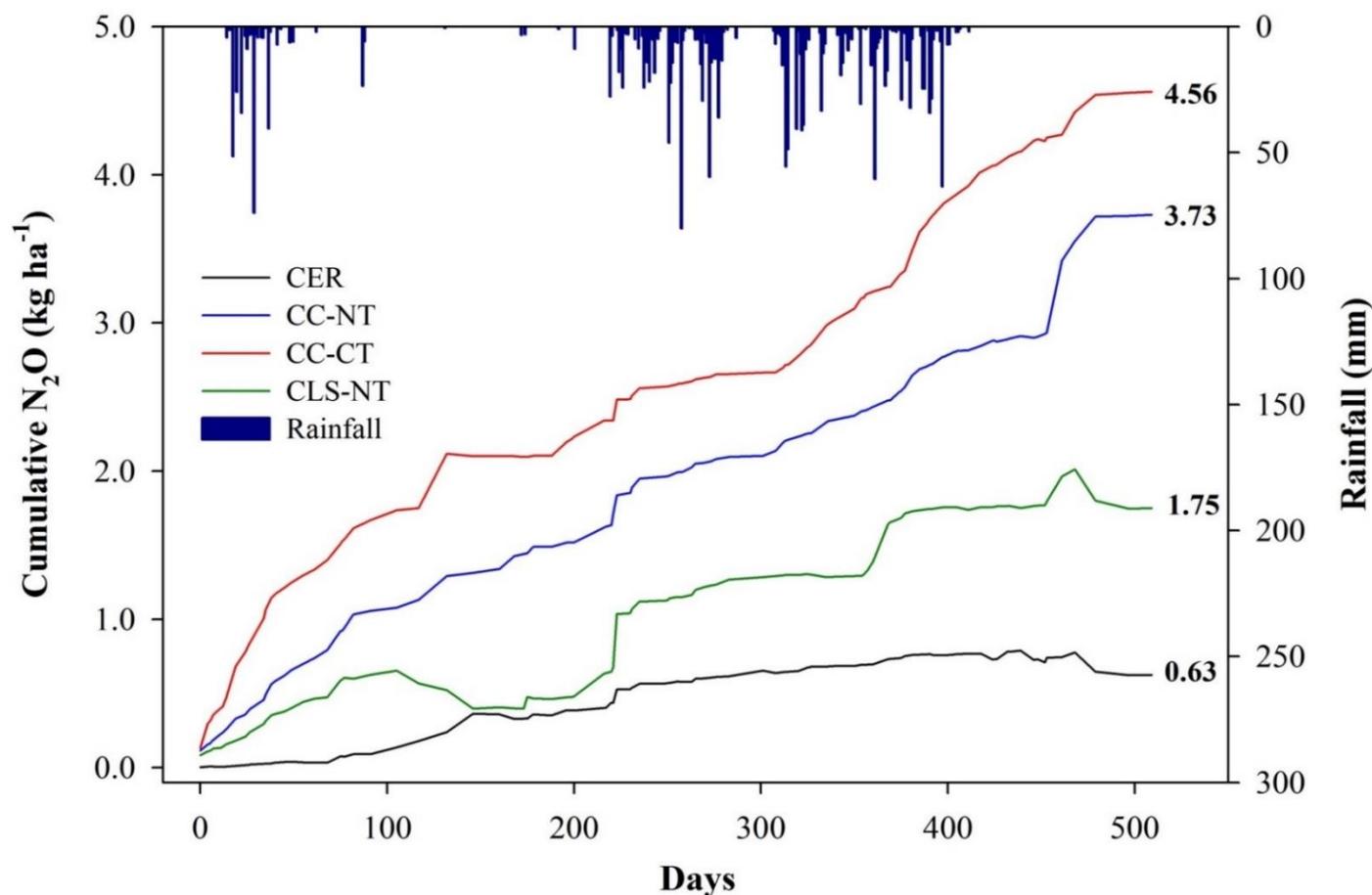
PC e PD > CER

ILP similaridade ao CER



$N_2O$  acumulado → Alta disponibilidade de N no solo, resultante da adição de resíduos e fixação biológica de  $N_2$

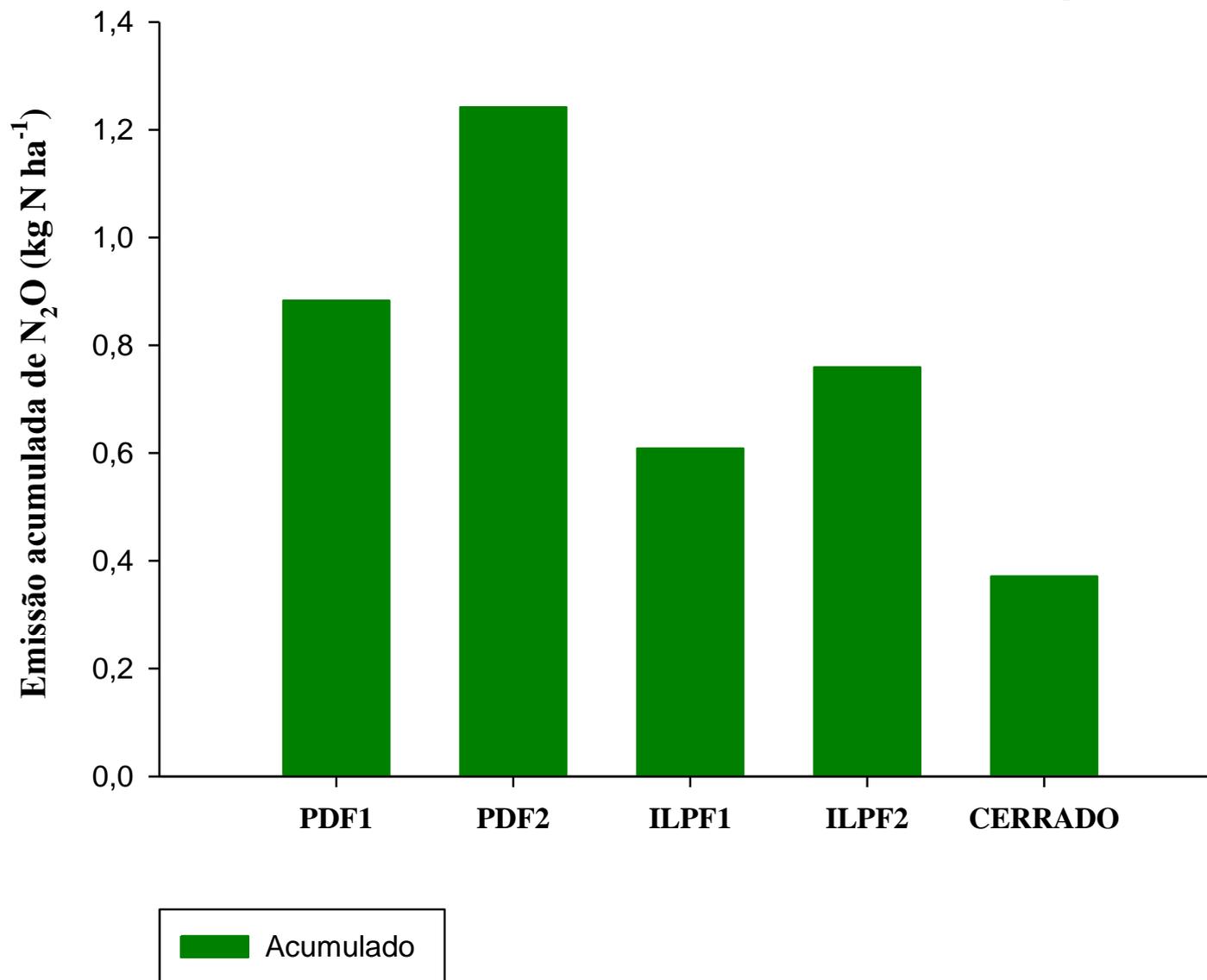
# N<sub>2</sub>O ACUMULADO EM 509 DIAS (2014-2015)



CC-CT = preparo convencional; CC-NT = PD; CLS-NT = ILP

Fonte: Sato et al., 2016 (no prelo)

# N<sub>2</sub>O ACUMULADO EM 263 DIAS (2015-2016)



# Estoques de Carbono no solo

Sistema	Sistema	Nível de Adubação	Preparo de solo	C (Mg/ha) 2002 <sup>1</sup>	N (Mg/ha) 2002	C (Mg/ha) 2011 <sup>2</sup>	N (Mg/ha) 2011
Pastagem solteira	S1F2	F2		145 a	8,4 ab	148 c	7,8 d
Pastagem consorciada	S2F2	F2		147 a	8,9 a	156 bc	8,6 abc
Lavoura-Pastagem	S3LF2PC	F2	PC	138 ab	8,2 bc	147 c	8,2 cd
	S3LF2PD	F2	PD	143 ab	8,5 ab	163 ab	8,7 a
Lavoura	S4F2PC	F2	PC	130 c	7,6 c	150 c	8,4 abc
	S4F2PD	F2	PD	139 ab	8,2 bc	168 a	8,5 abc
Vegetação nativa de cerrado	Cerrado			139 ab	8,0 bc	147 c	8,3 bc

1/ Jantalia (2005). 2/ Sá (2011).



**Milho solteiro e em consórcio com *Panicum maximum* cv. Aruana e *Brachiaria humidicola* (Fazenda experimental da UnB)**



Milho solteiro

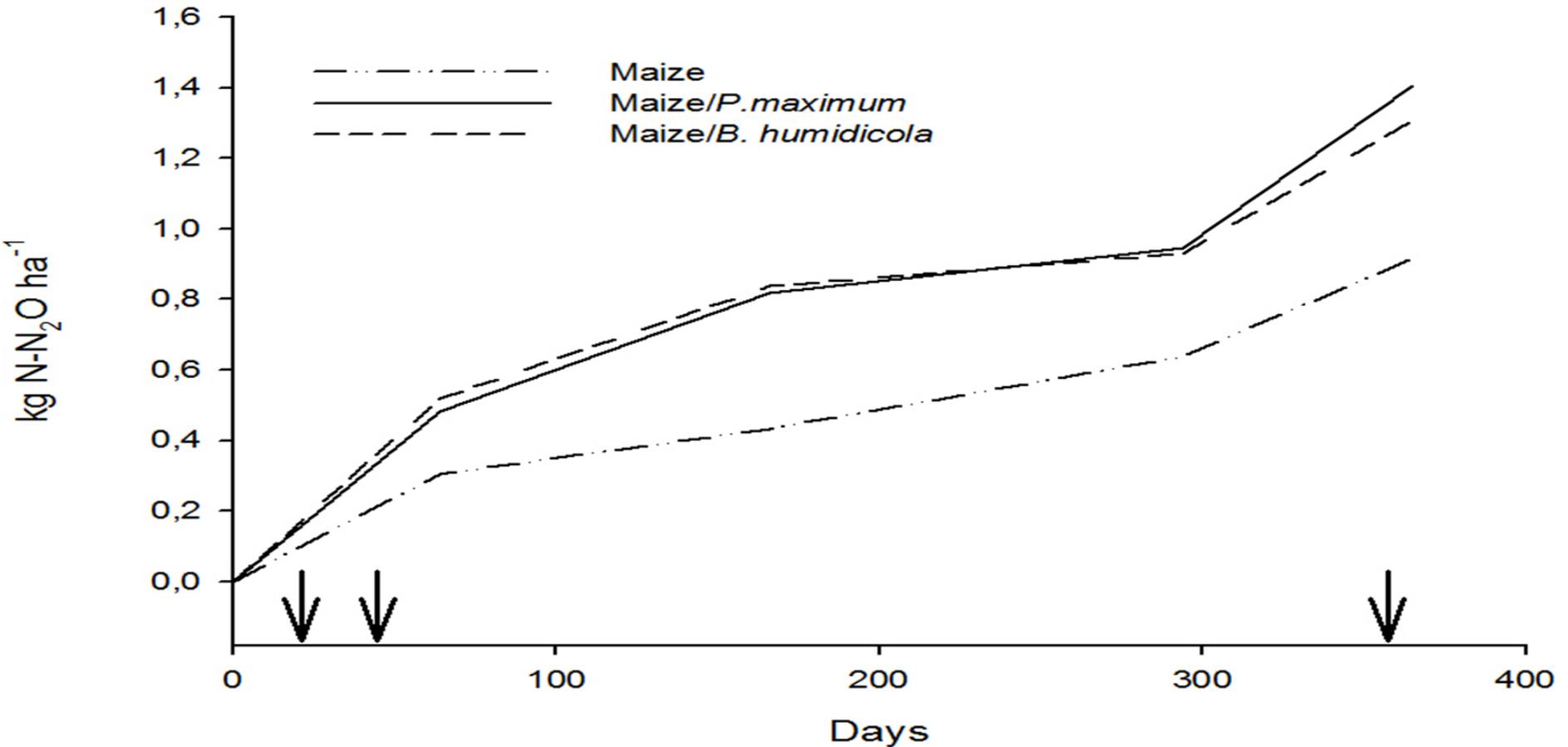


Milho consorciado  
com *P. maximum* cv.  
*Aruana*



Milho consorciado  
com *Brachiaria*  
*humidicola*

# N- N<sub>2</sub>O ACUMULADO EM 365 DIAS



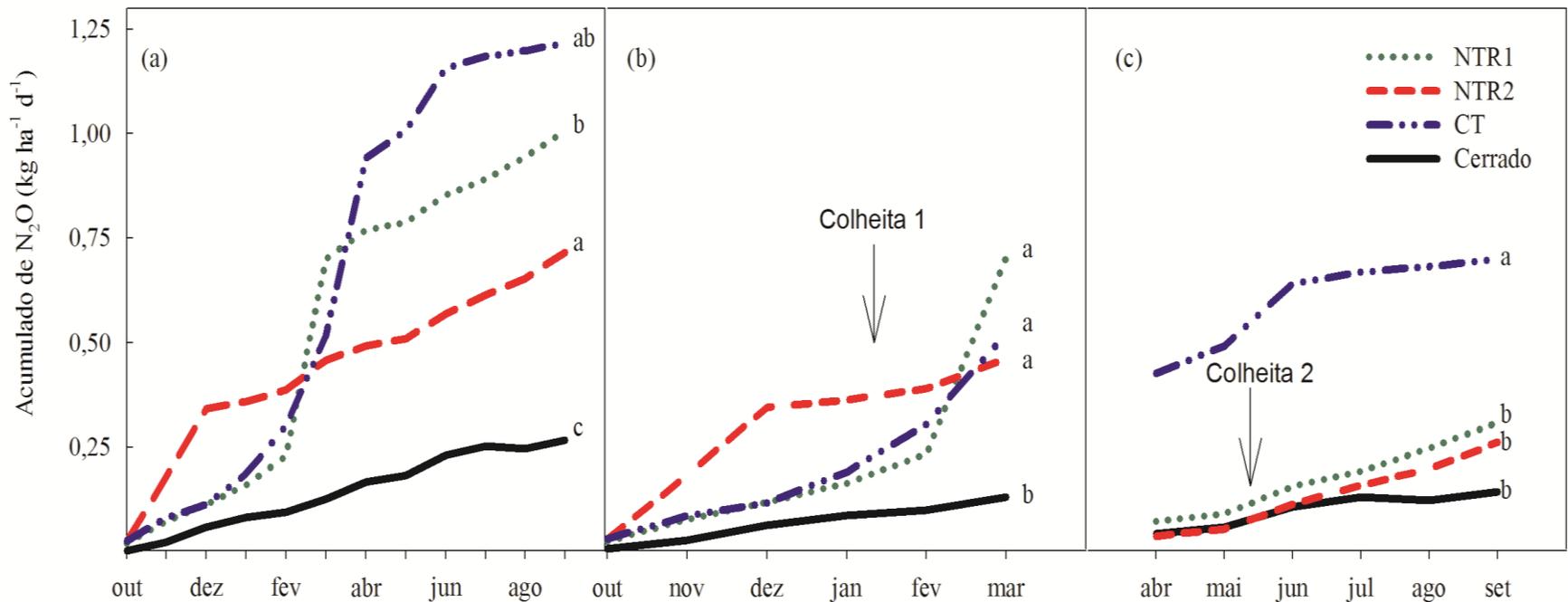
As setas indicam o período após fertilização com N.

Coser et al., dados não publicados



# Emissões acumuladas de N-N<sub>2</sub>O em função da rotação de culturas e sazonalidade pluviométrica

CT: Soja convencional com pousio = 1,36 kg ha<sup>-1</sup>; NTR1: soja-sorgo = 1,0 kg ha<sup>-1</sup>; milho-guandu = 0,70 kg ha<sup>-1</sup>; Cerrado = 0,28 kg ha<sup>-1</sup>)



Fonte: Santos et al., 2016

# Plantas de Cobertura/Milho



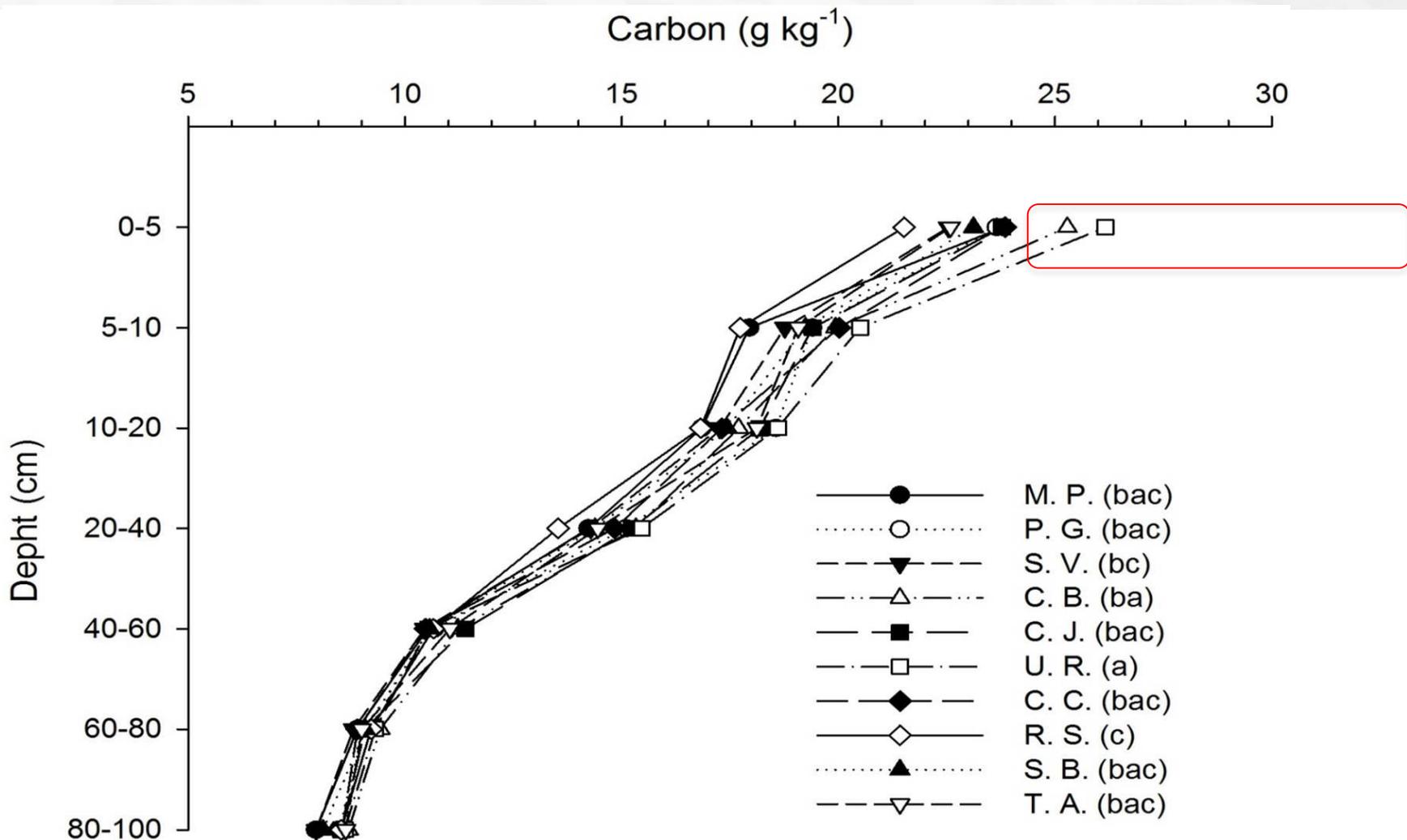
- ✓ Milheto (*Pennisetum glaucum*)
- ✓ Braquiária (*Brachiaria ruziziensis*)
- ✓ Feijão bravo-do ceará (*Canavalia brasiliensis*)

# N-N<sub>2</sub>O acumulado no solo com milho em sucessão a plantas de cobertura, com e sem N em cobertura (safra de milho 2013/2014 - 160 dias)

Planta de Cobertura	+ N		-N	
	-----Kg N – N <sub>2</sub> O ha <sup>-1</sup> -----			
<i>U. ruziziensis</i>	1,20	a A	0,57	a B
<i>C. brasiliensis</i>	0,86	ab A	0,38	a B
<i>P. glaucum</i>	0,69	b A	0,28	a B
Cerrado	0,03			
CV (%)	18			

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

# Teores de Carbono no solo

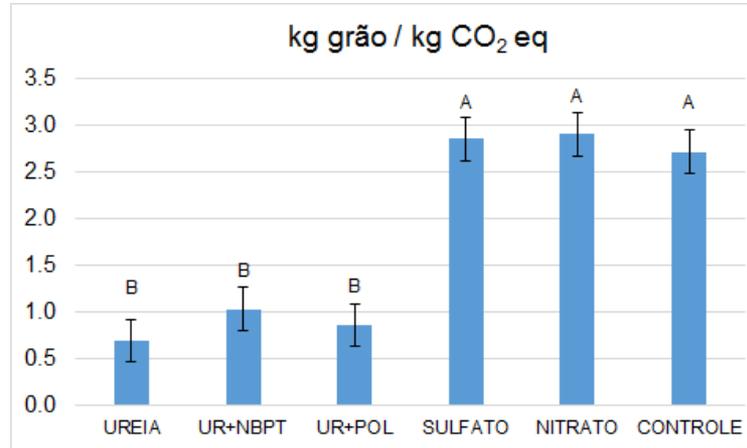
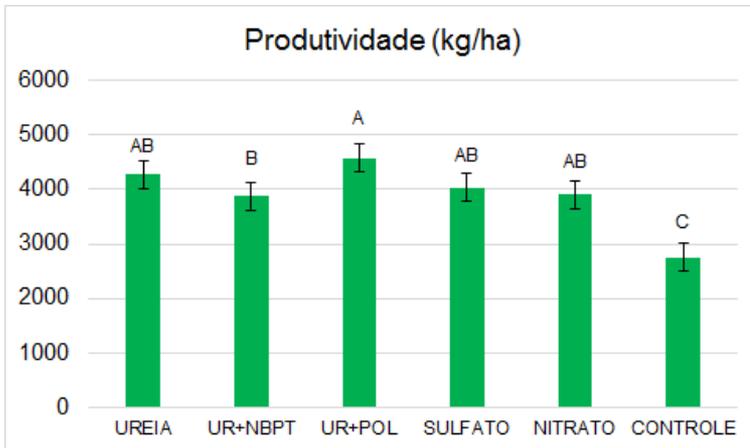
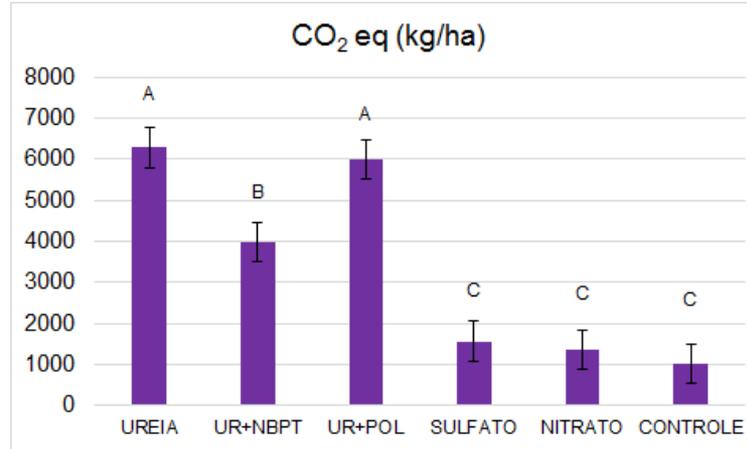
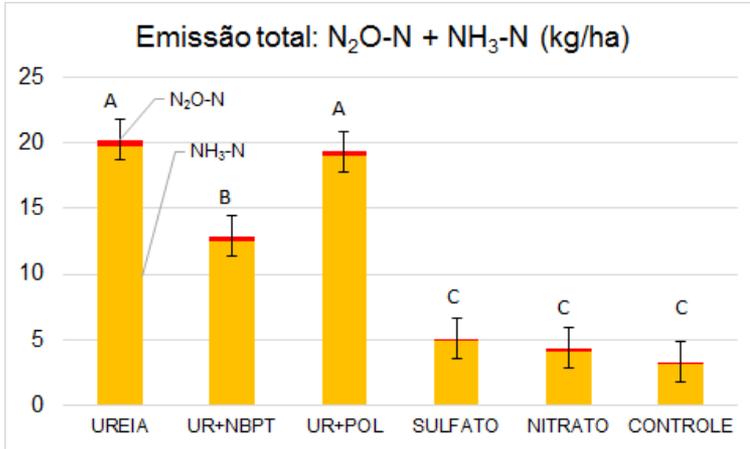


Teores de carbono no solo ( $\text{g kg}^{-1}$ ) sob cultivo de diferentes plantas de cobertura. Diferentes letras entre os tratamentos mostram uma diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

# Medidas de N-N<sub>2</sub>O em feijoeiro comum – diferentes fontes de N

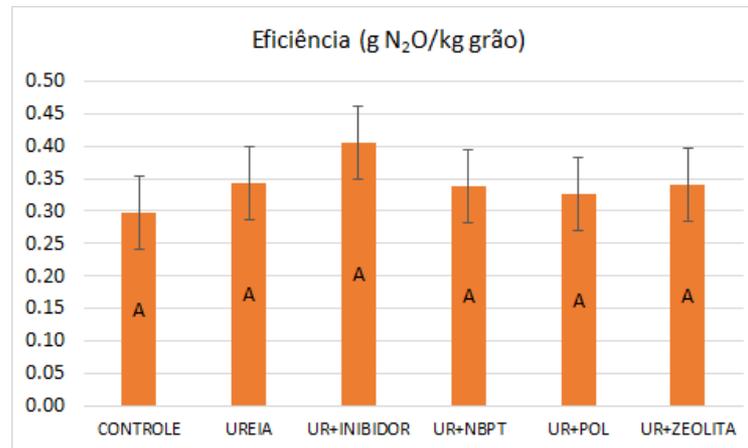
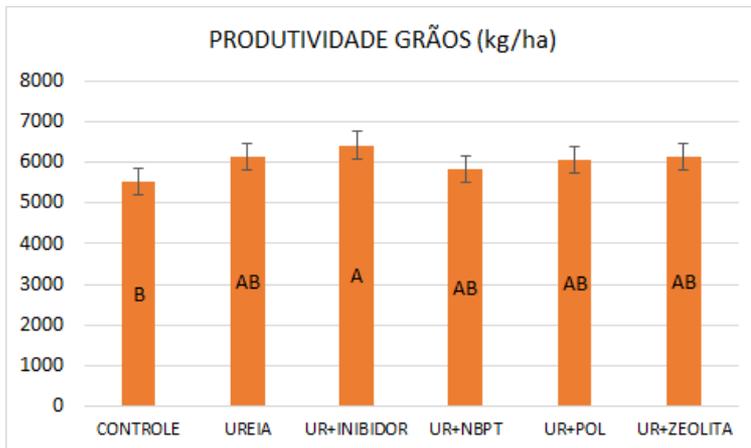
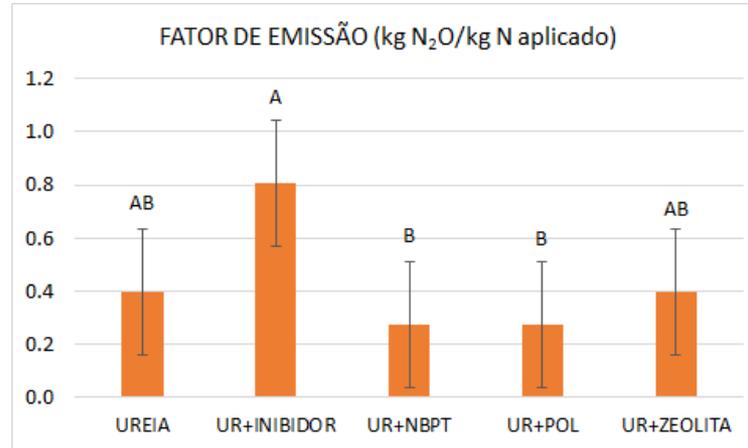
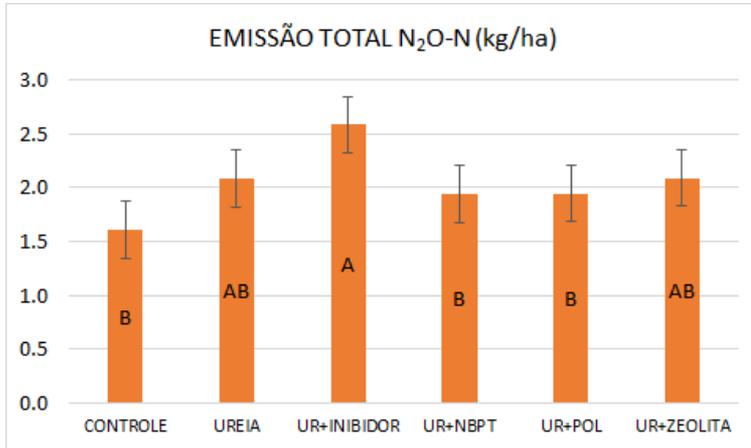


# EFICIÊNCIA DE FONTES DE N EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE FEIJOEIRO COMUM IRRIGADO EM PLANTIO DIRETO (SAFRAS INVERNO 2010 E 2011)



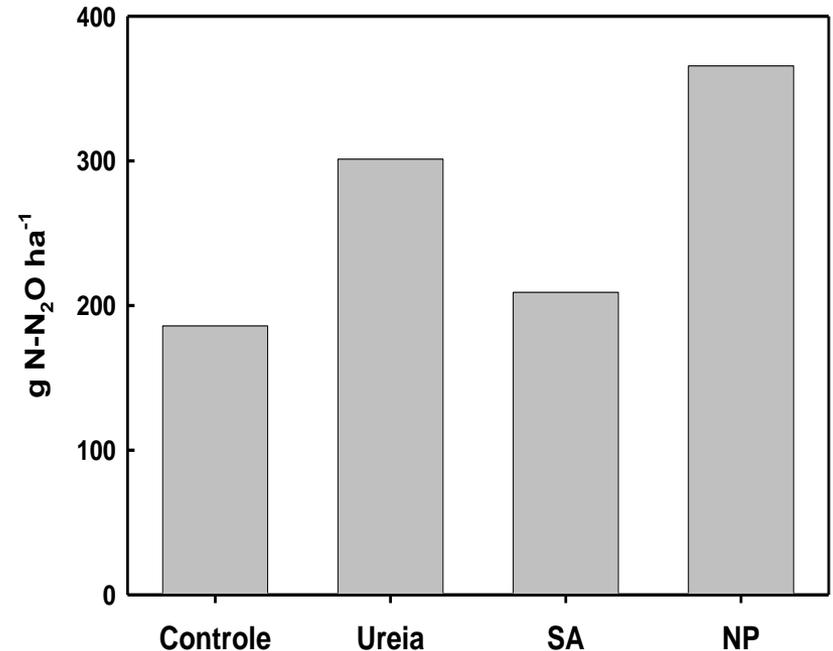
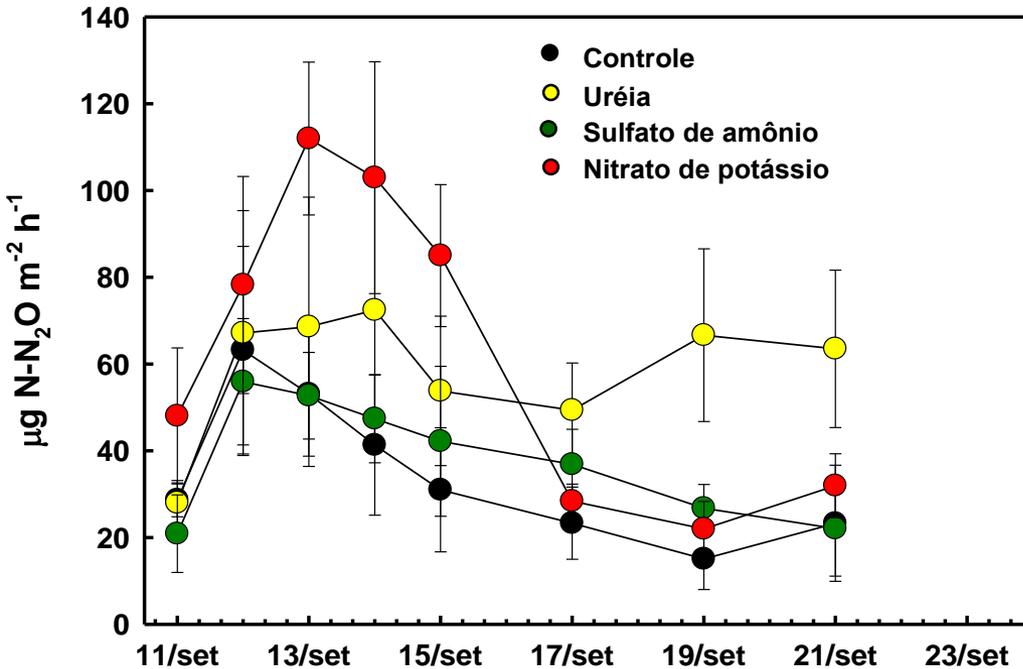
Fazenda Capivara-CNPAF  
De Melo Carvalho et al. 2016 (dados não publicados)

# EFICIÊNCIA DE FONTES DE N EM SISTEMA DE PRODUÇÃO DE ARROZ DE TERRAS ALTAS EM PLANTIO DIRETO (SAFRA VERÃO 2014/2015)



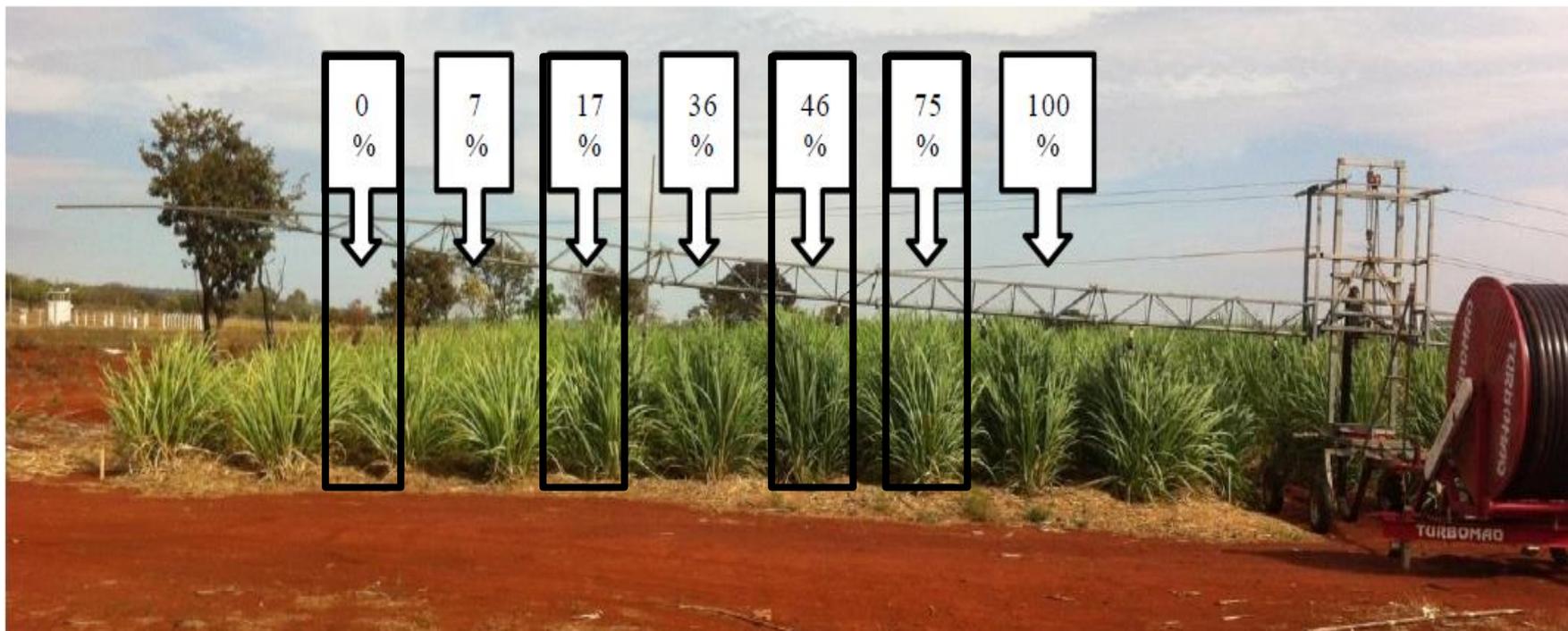
Fazenda Capivara-CNPAF  
Corrêa & Madari et al. 2016 (dados não publicados)

# Fluxos de N-N<sub>2</sub>O após aplicação de diferentes fertilizantes nitrogenados na cultura do milho



Carvalho et al., dados não publicados, Planaltina, DF

# CANA-DE-AÇÚCAR IRRIGADA E APLICAÇÃO DE N



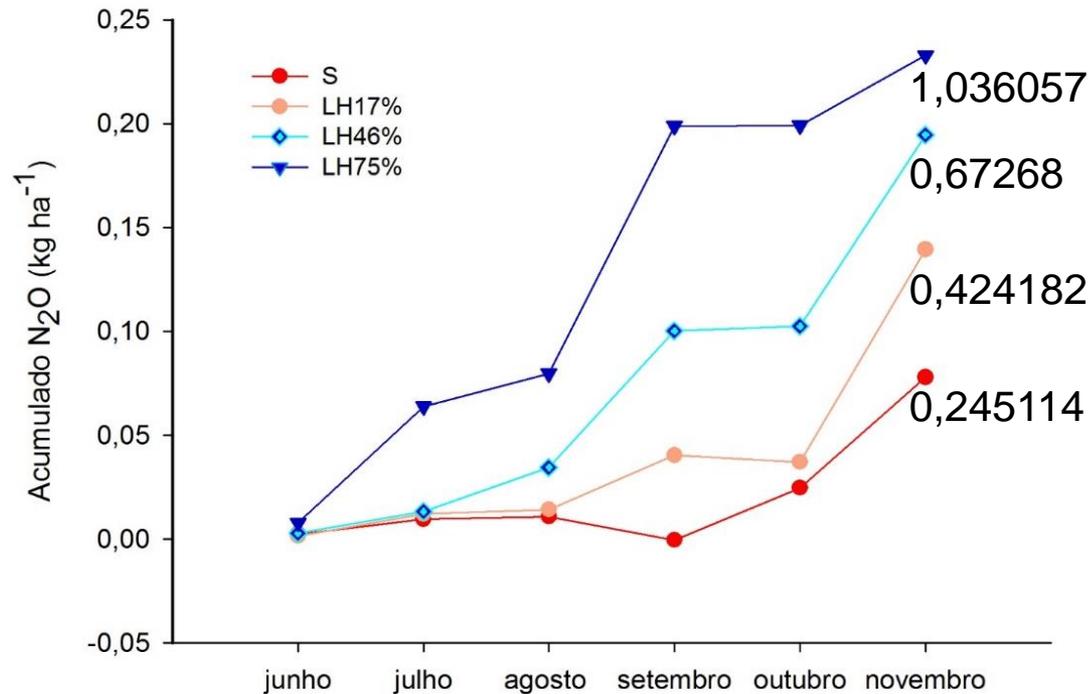
A irrigação conforme o sistema *Line Source Sprinkler System*

# Emissões de N-N<sub>2</sub>O acumulado no solo com cultivo de cana-de-açúcar irrigada.

➤ **Acréscimo dos valores em função da água.**

☐ **Produtividades**

**S = 105,5 t/ha<sup>-1</sup>**  
**LH17% = 108,3 t/ha<sup>-1</sup>**  
**LH46% = 117,9 t/ha<sup>-1</sup>**  
**LH75% = 171,3 t/ha<sup>-1</sup>**



# Agricultura mitigadora de GEE no Brasil

## Central



- ❑ SPD com milho e guandu em safrinha (**computar estoques C**)
- ❑ ILP (Sant-Anna et al., 2016 – não é eficiente em remover  $\text{CO}_2$  atm, mas outros GEE –  **$\text{N}_2\text{O}$** )
- ❑ Milho/milheto (**estoques de C**)



16 a 20  
outubro  
2016

Centro de  
Convenções de  
GOIÂNIA - GO

**FLUXUS**

Emissão de Gases de Efeito Estufa e  
Balanço de Carbono em Sistemas de  
Produção de Grãos no Brasil



## Equipe

- Embrapa Cerrados
- Embrapa Agrobiologia
- Embrapa Agropecuária Oeste
- Embrapa Agrossilvipastoril
- Embrapa Arroz e Feijão
- Embrapa Milho e Sorgo
- Embrapa Solos

Obrigada pela atenção!

## Instituições parceiras

- Universidade de Brasília
- Universidade de Cambridge



MINISTÉRIO DA  
AGRICULTURA, PECUÁRIA  
E ABASTECIMENTO





Obrigada pela atenção!