

ESTADO DA ARTE DA PRODUTIVIDADE DA ÁGUA NA AGRICULTURA IRRIGADA

Christopher M. U. Neale

Mesfin Mekonnen

Ivo Zution Goncalves

Daugherty Water for Food Global Institute

University of Nebraska



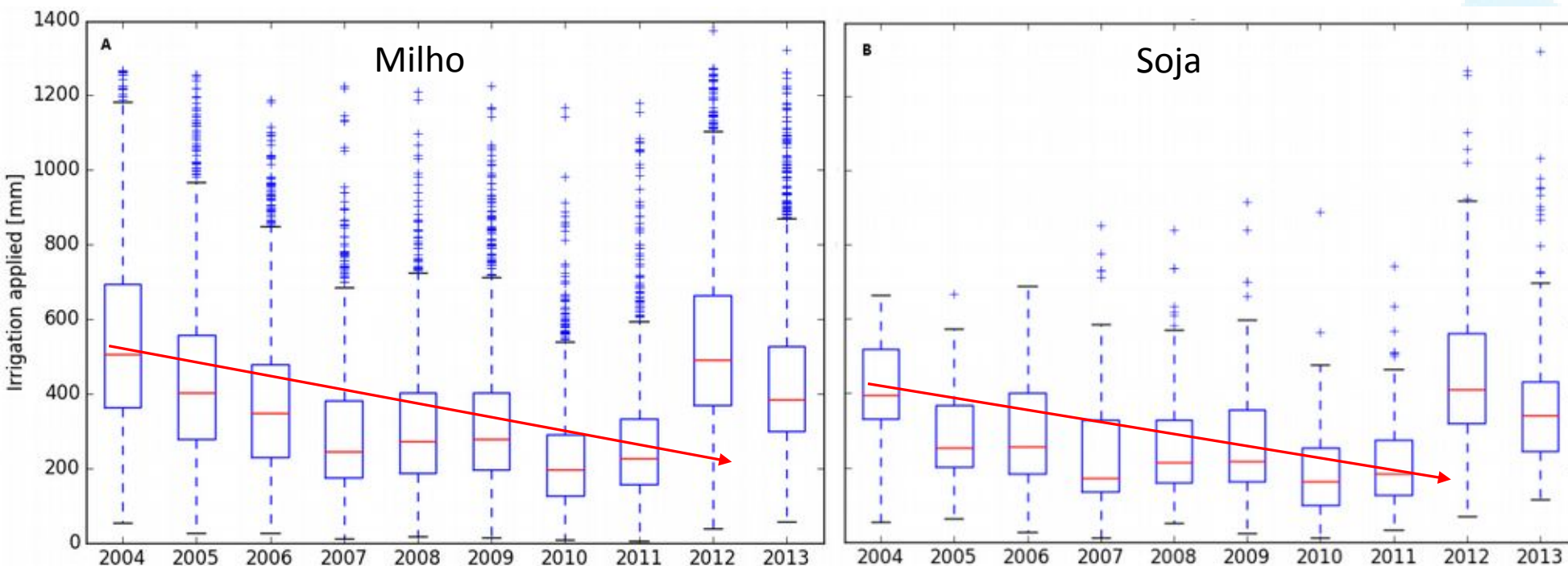
Agricultura em Nebraska- irrigação

❑ Nebraska tem a maior área irrigada dos EUA (3.4 milhões ha)

❑ 92% da irrigação → água subterrânea

❑ Aproximadamente 100 mil poços registrados

❑ Taxa de aplicação de água esta diminuindo



2019 Nebraska Water Productivity Report

Objetivo: avaliar produtividade da água em diferentes escalas temporais e espaciais

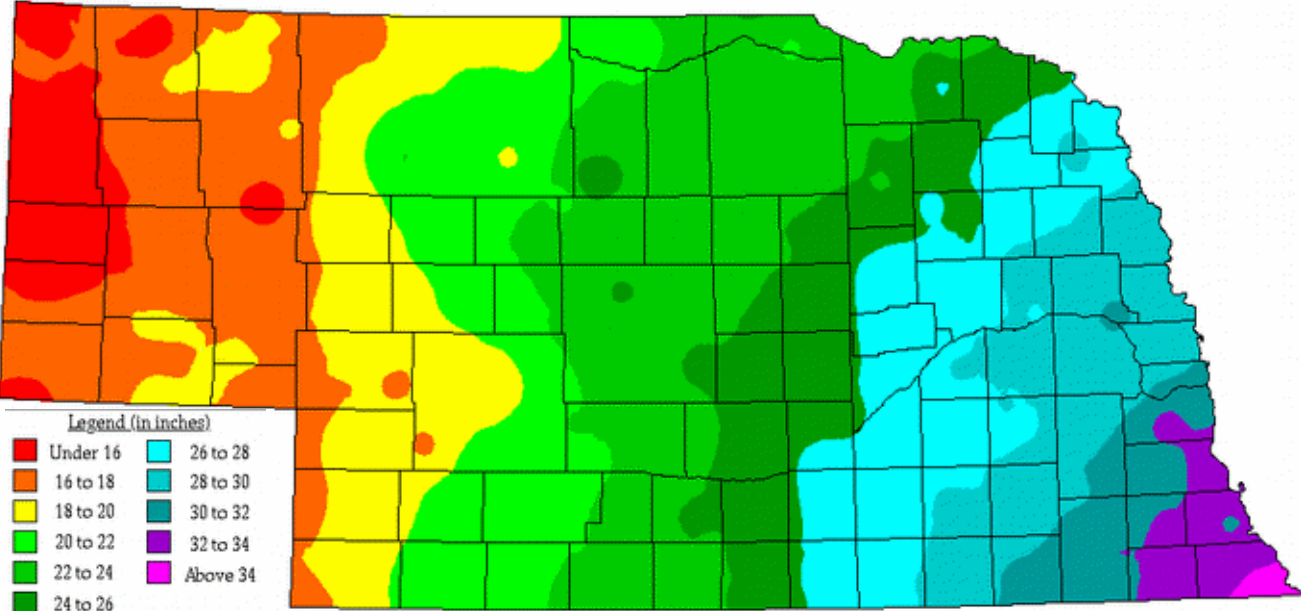


Componentes:

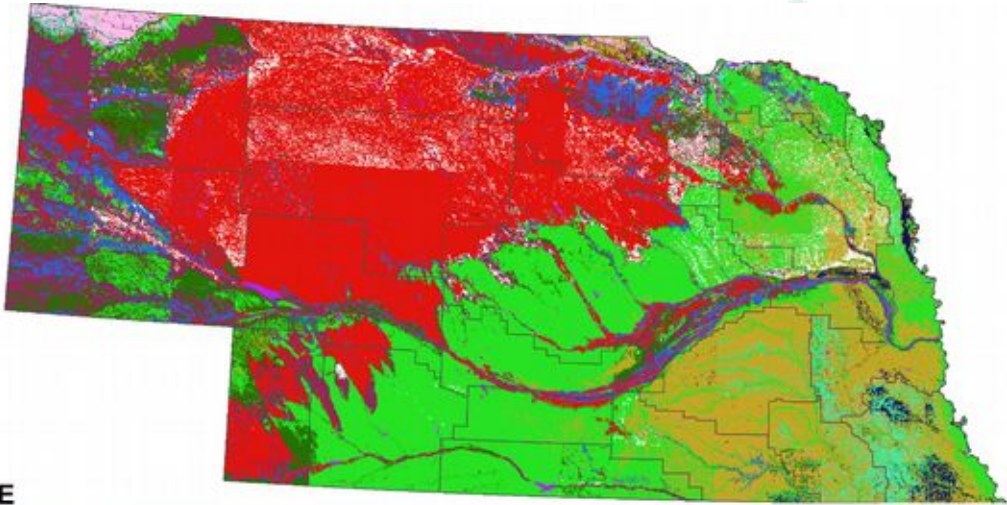
1. Produtividade da água na agricultura
2. Produtividade da água na pecuária
3. Pegada hídrica, energética e de carbono do bioetanol do milho comparado à cana-de-açúcar

Zonas agro-climáticas de Nebraska

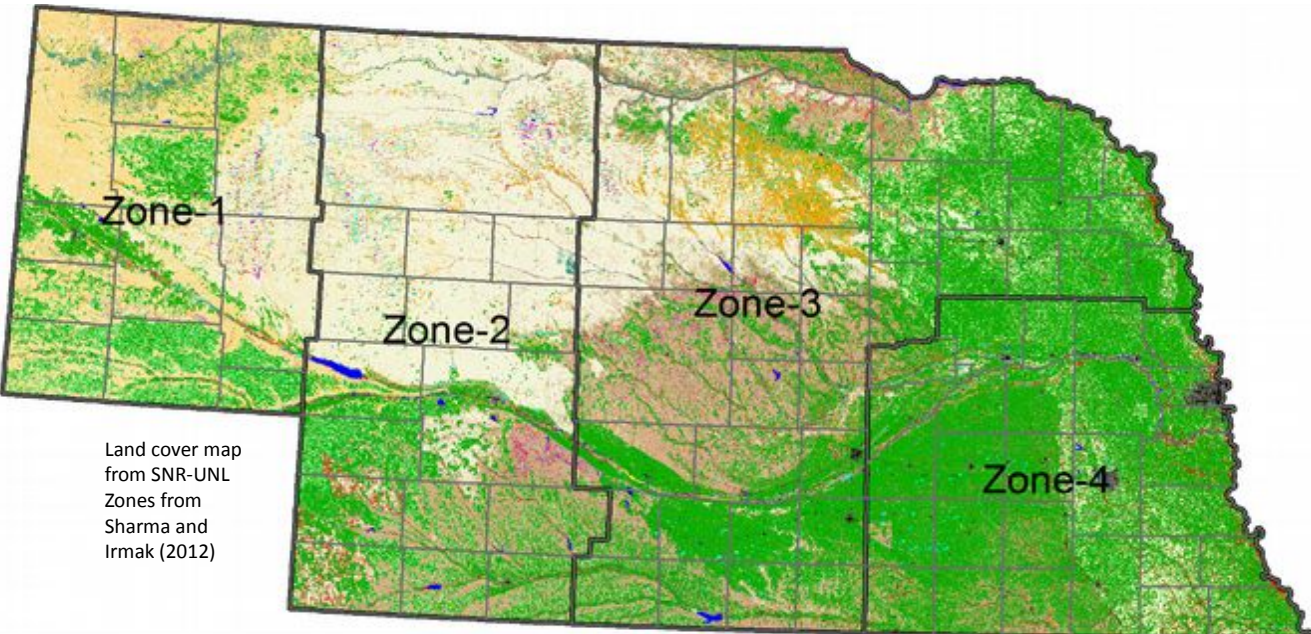
Precipitação média anual (1961-1990)



Spatial Climate Service, Oregon State University



TEXTURE

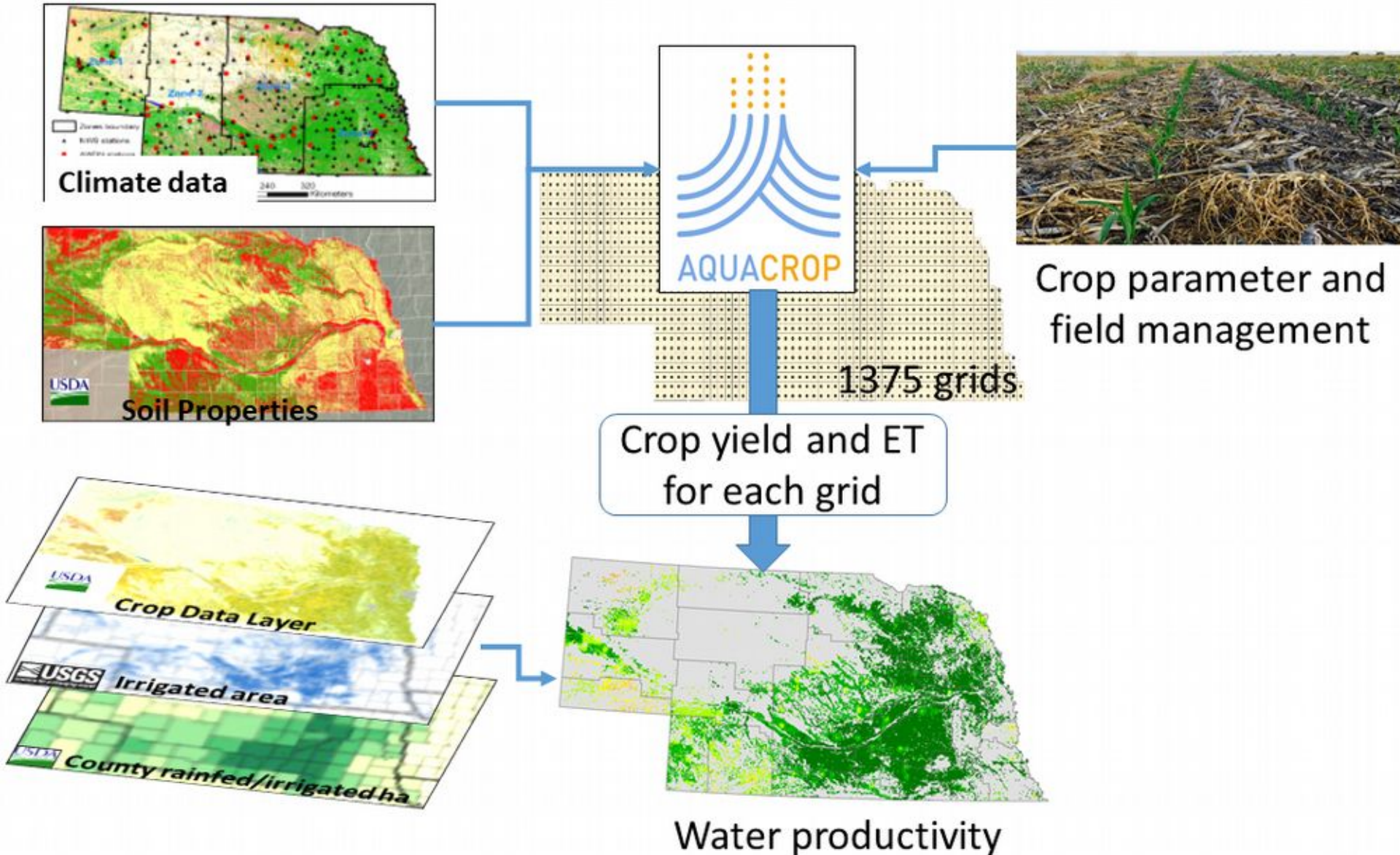


Land cover map from SNR-UNL
Zones from Sharma and Irmak (2012)



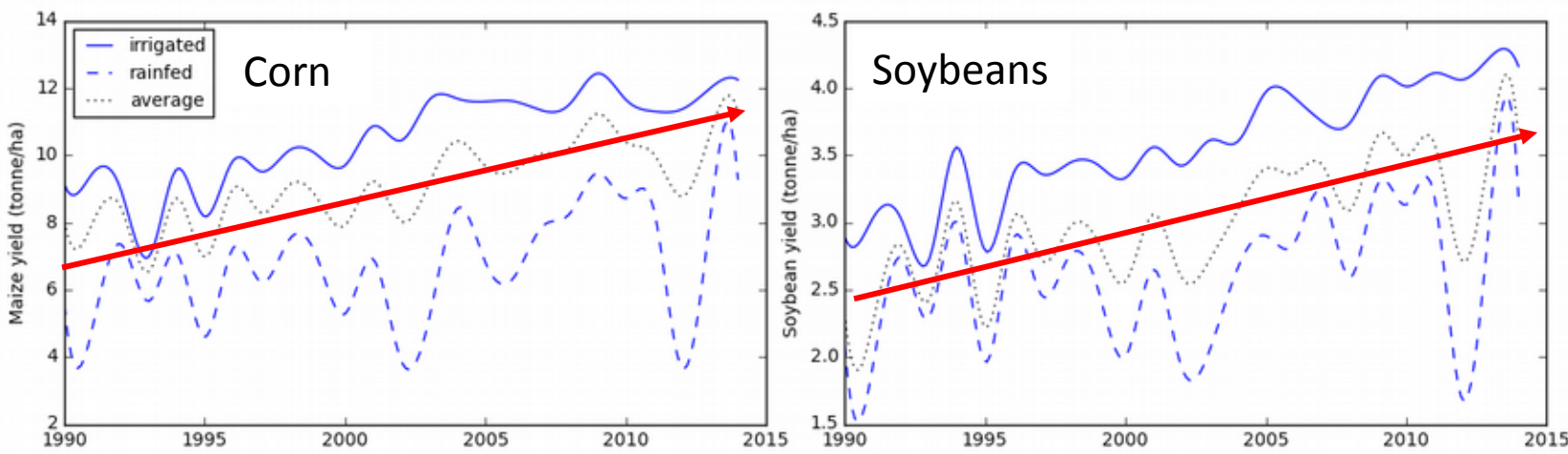
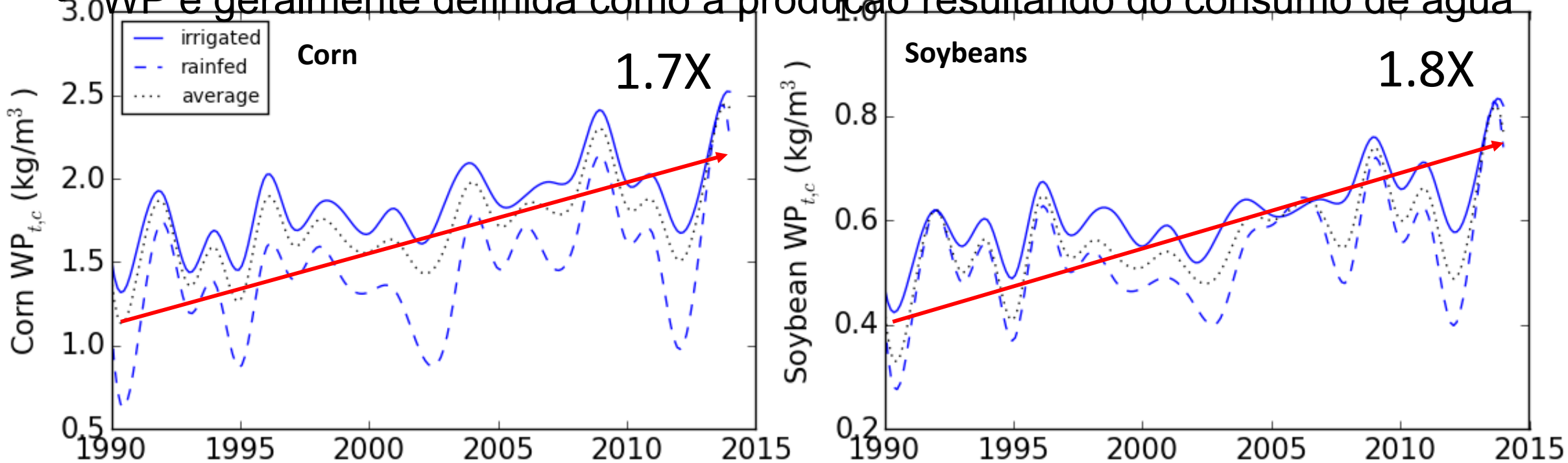
Water for Food
DAUGHERTY GLOBAL INSTITUTE
at the University of Nebraska

Produtividade da Água nas Culturas Agrícolas



Variação temporal da WP em milho e soja

- WP é geralmente definida como a produção resultando do consumo de água

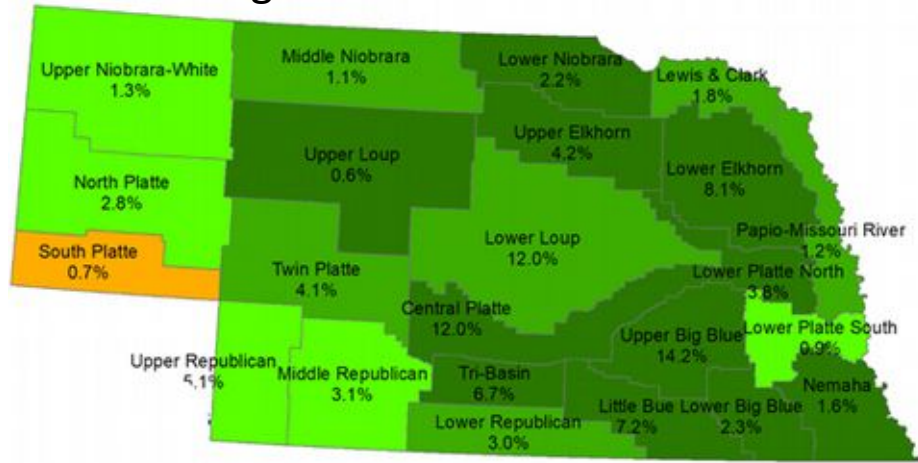


$$WP_{t,c} = \frac{Y}{ET}$$

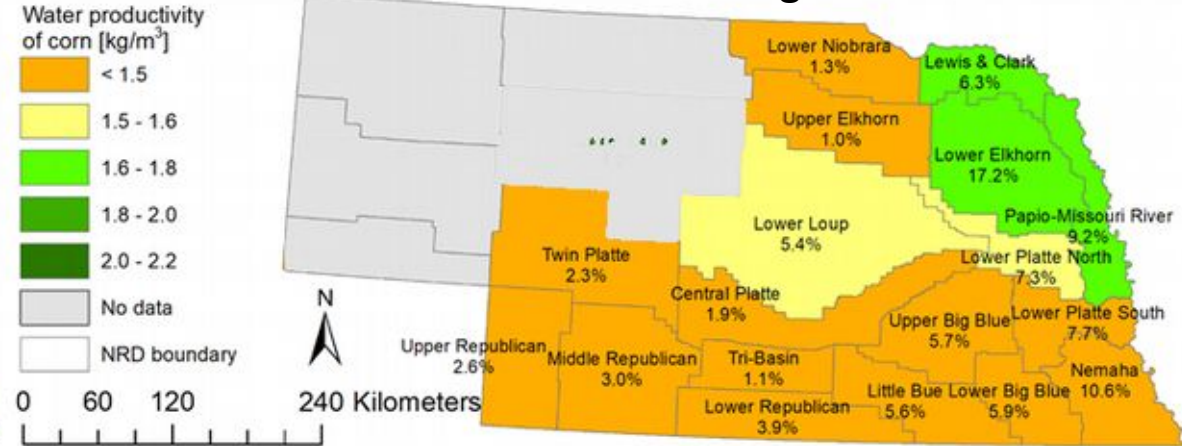


Variação espacial da WP em milho e soja

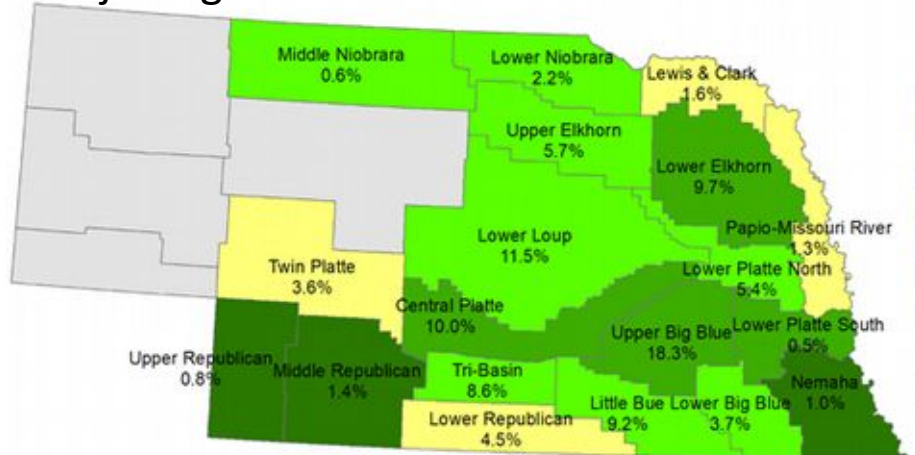
Milho irrigado



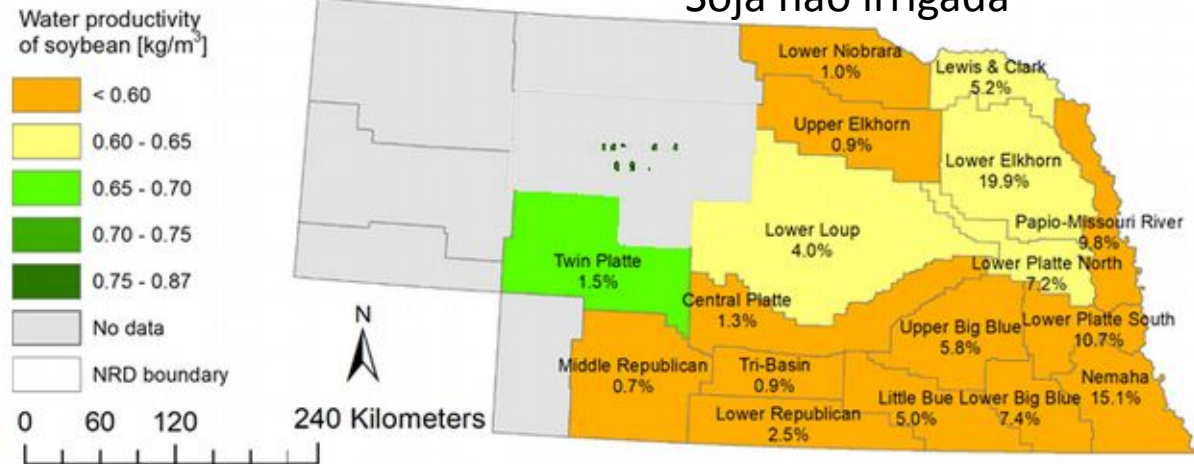
Milho não irrigado



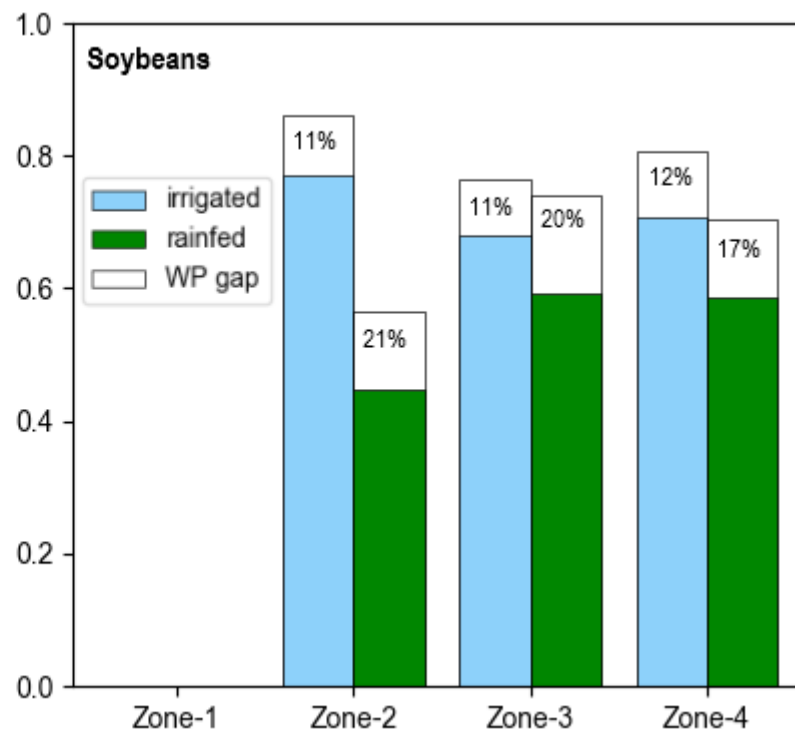
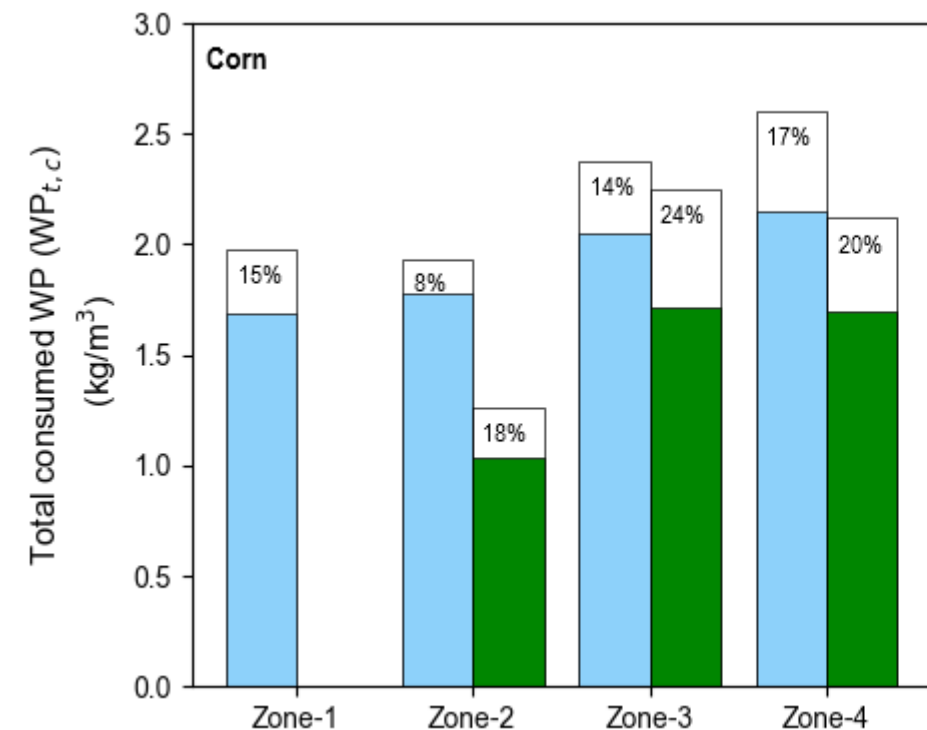
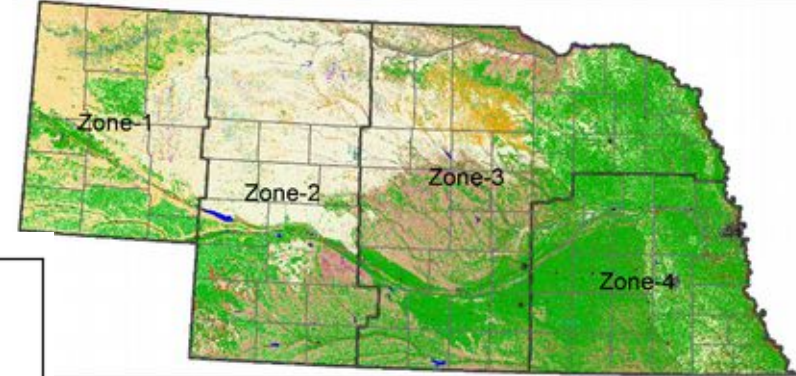
Soja irrigada



Soja não irrigada

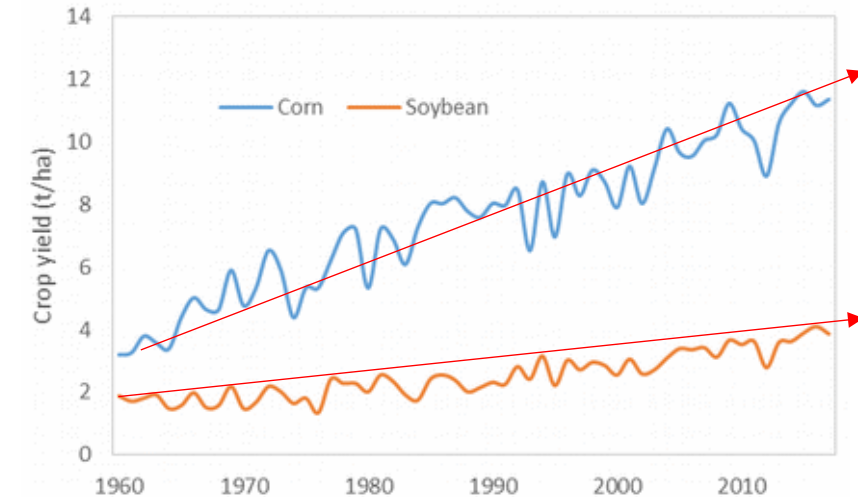


WP “gap” em milho e soja



- Maior WP “gaps” para as áreas não irrigadas,
- Reduzir o “gap” da WP significa que a produtividade pode ser aumentada para uma dada ET ou que a ET pode ser reduzida para uma determinada produtividade.

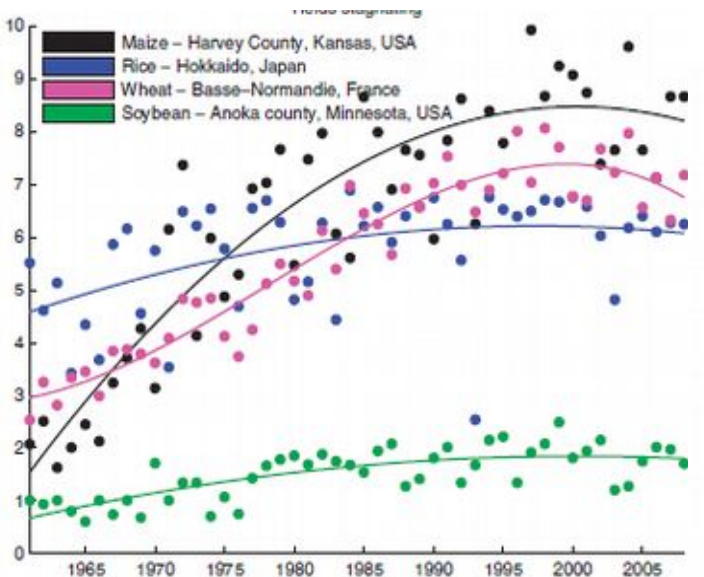
Como fechar/reduzir o “gap” da WP?



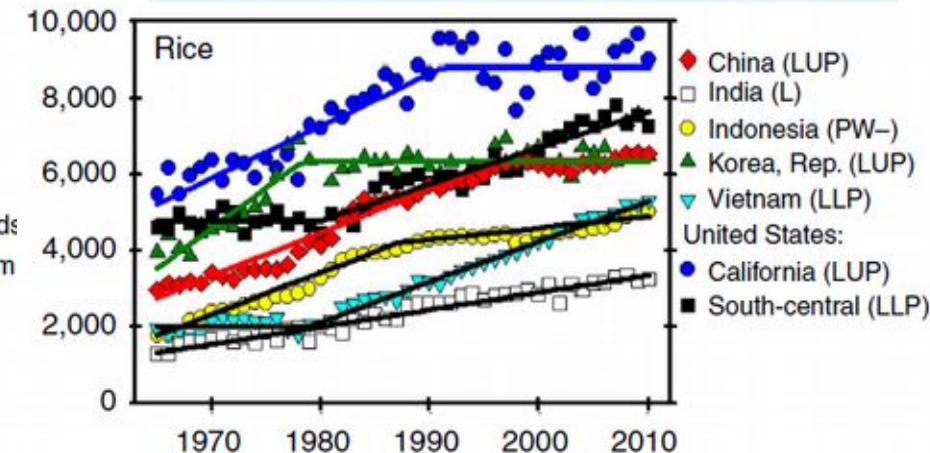
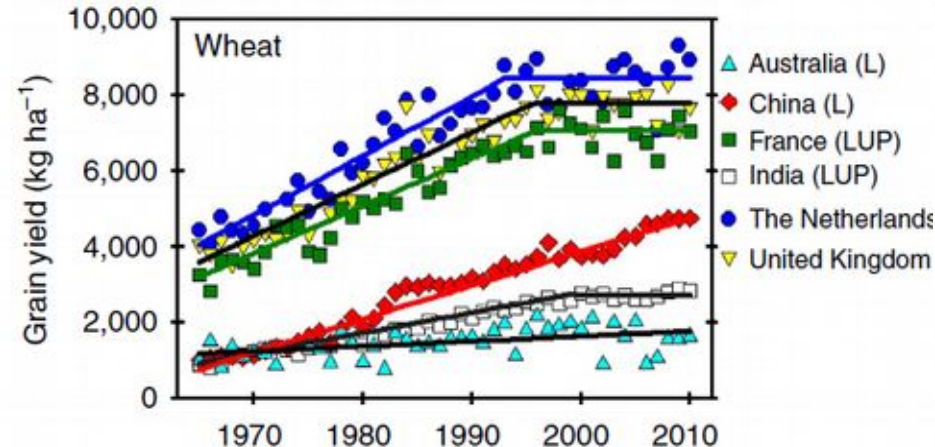
- Nós precisamos trabalhar no denominador

$$WP_{t,c} = \frac{Y}{ET}$$

- A produtividade pode atingir um platô ou aumentar a uma taxa mais lenta



Ray et al. (2012)



Grassini et al (2013)

“Vapour shift” – reduzir E em favor da T

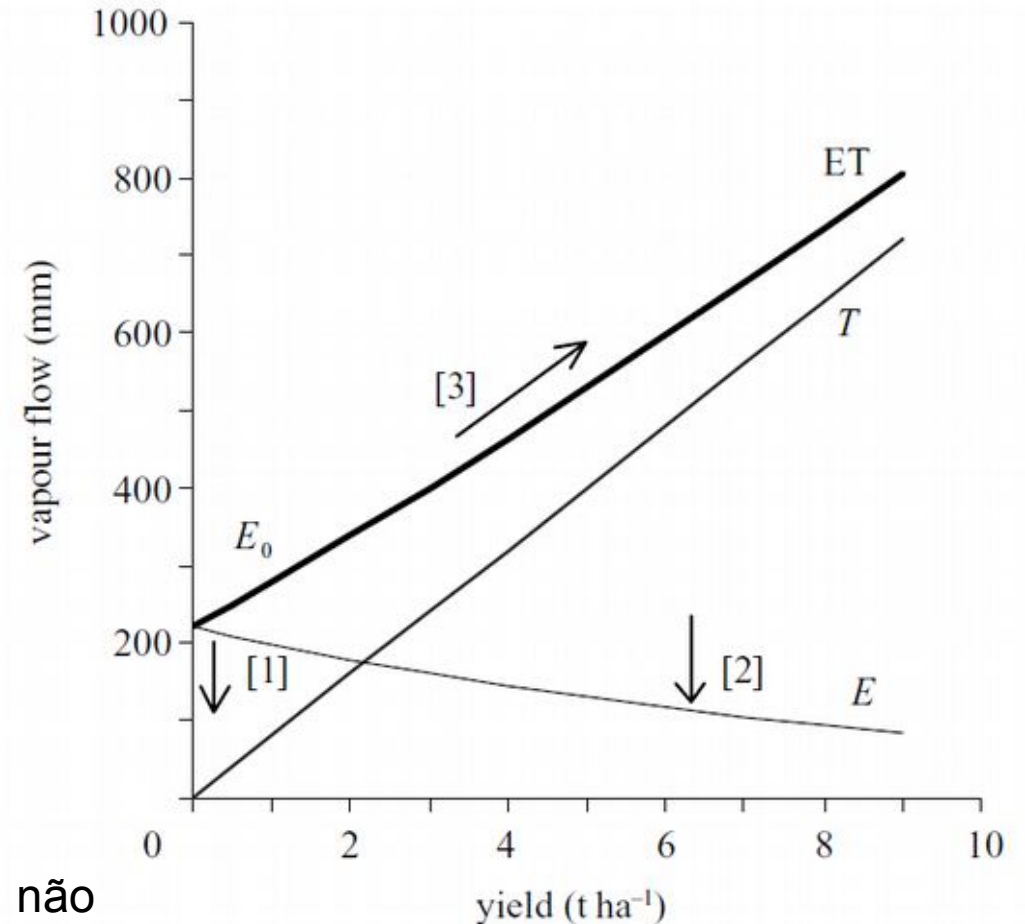
- Aumentar a fração de transpiração (mais rendimento por água consumida)
- Reduzir a evaporação do solo no início da temporada



Plantio direto

“Mulching” - Manta

- Obter cobertura total do solo mais rápida para reduzir a E não produtivo (maior densidade da planta/crescimento mais rápido)
- Déficit de irrigação



Rockstrom (2003)

WP de Produtos de Origem Animal = “Livestock” Pecuaria

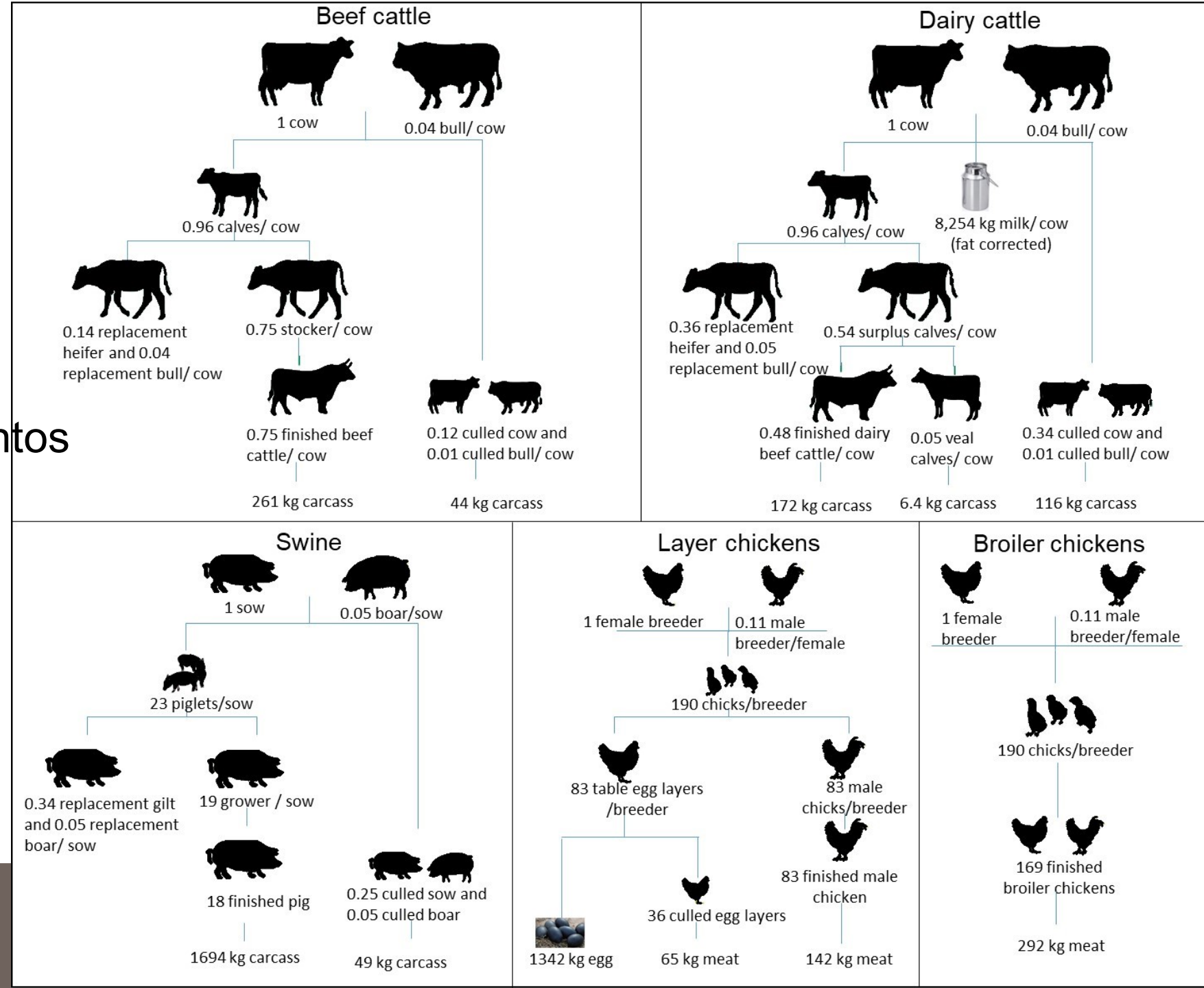


$$WP = \frac{\text{Total de saídas (carne, leite ou ovos)}}{\text{Água consumida}}$$

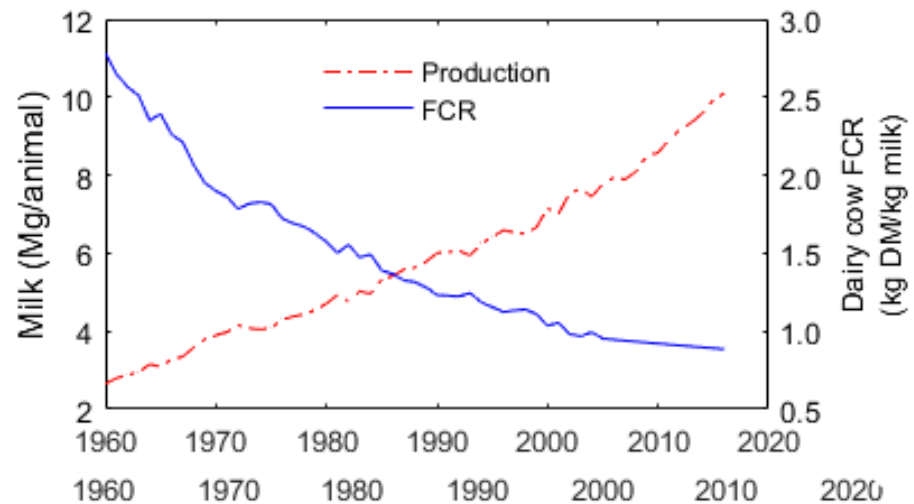
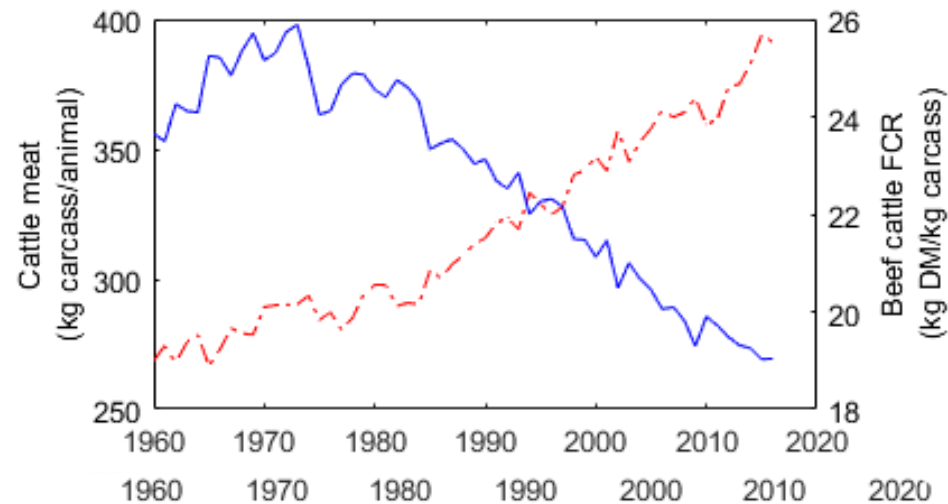
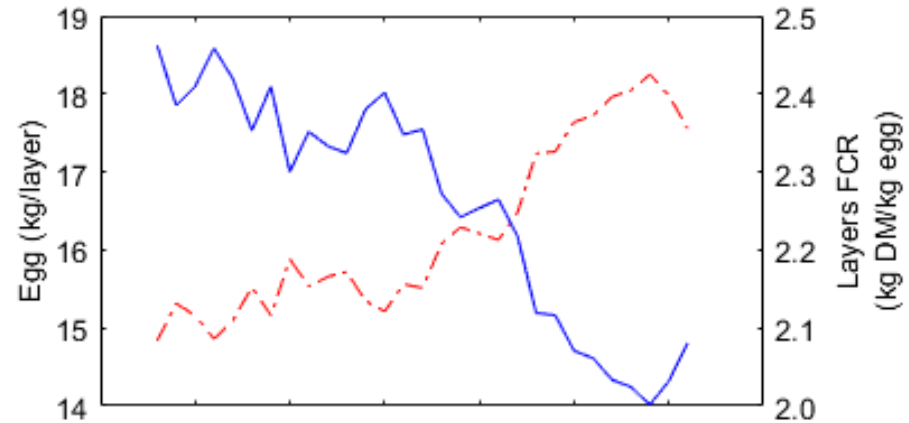
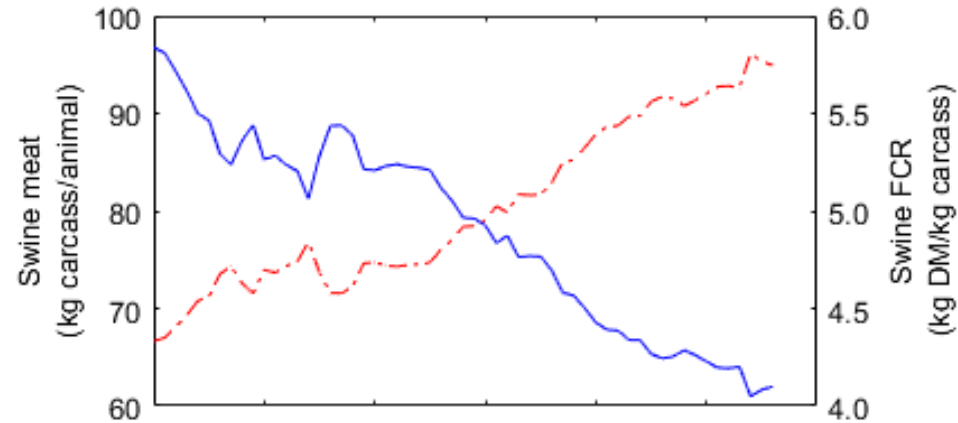
Consumo de água = ET produção alimentos
+ água de beber
+ água pra serviços

Métodos

- Caracterizar cada categoria
- Estimar o volume e composição dos alimentos
- Pegada hídrica da alimentação
- Finalmente WP dos produtos



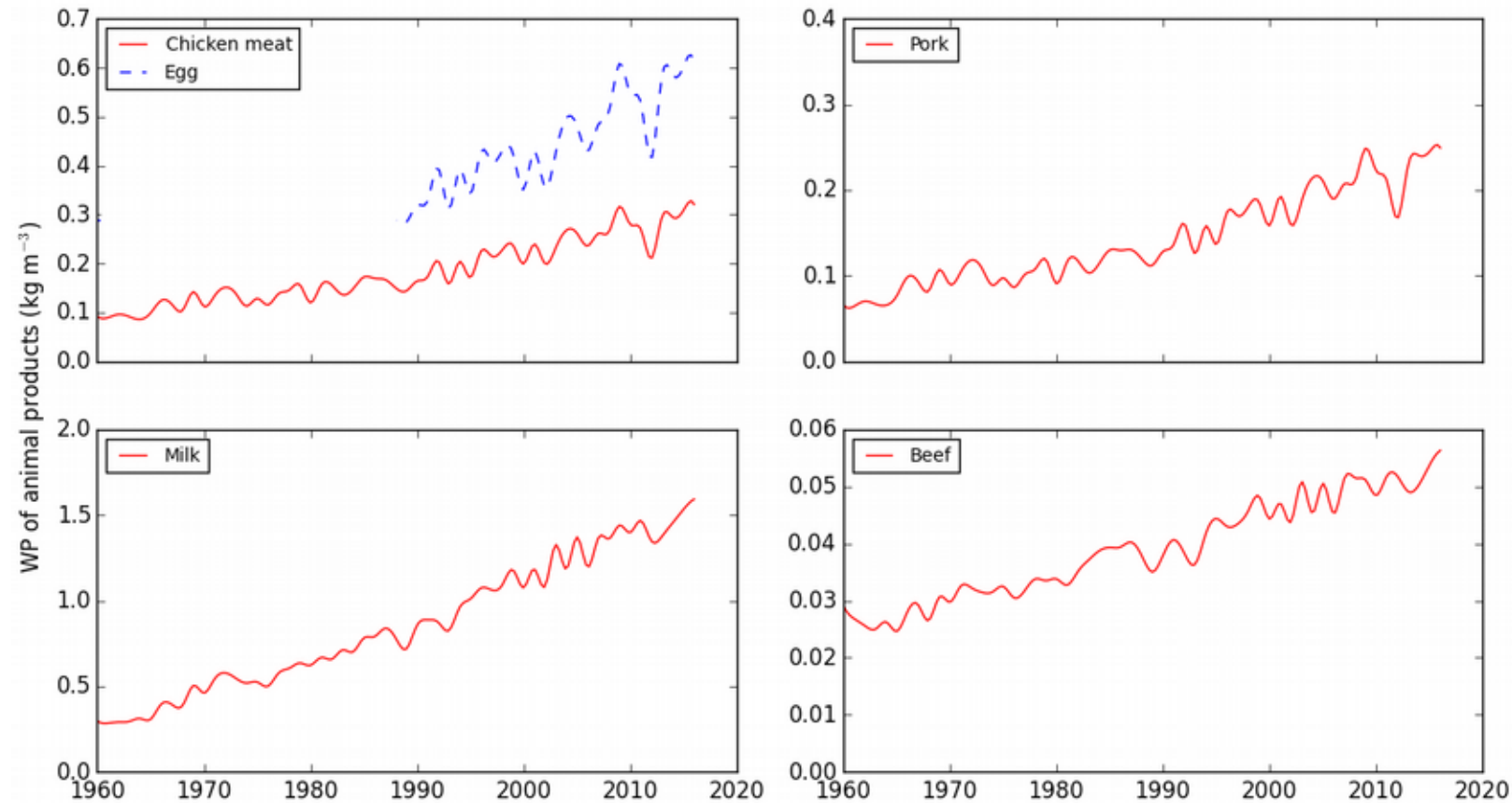
Mudanças na produtividade de “livestock” e FCR



A taxa de conversão alimentar (TCA) é a eficiência com que os animais convertem o alimento consumido em produto final (carne, leite, ovo etc).

- Em 2016, eram necessários menos animais para produzir uma quantidade relativamente grande de produtos animais.
- Em 2016, menos alimento necessário por unidade de produtos animais.

Mudanças na produtividade de “livestock”



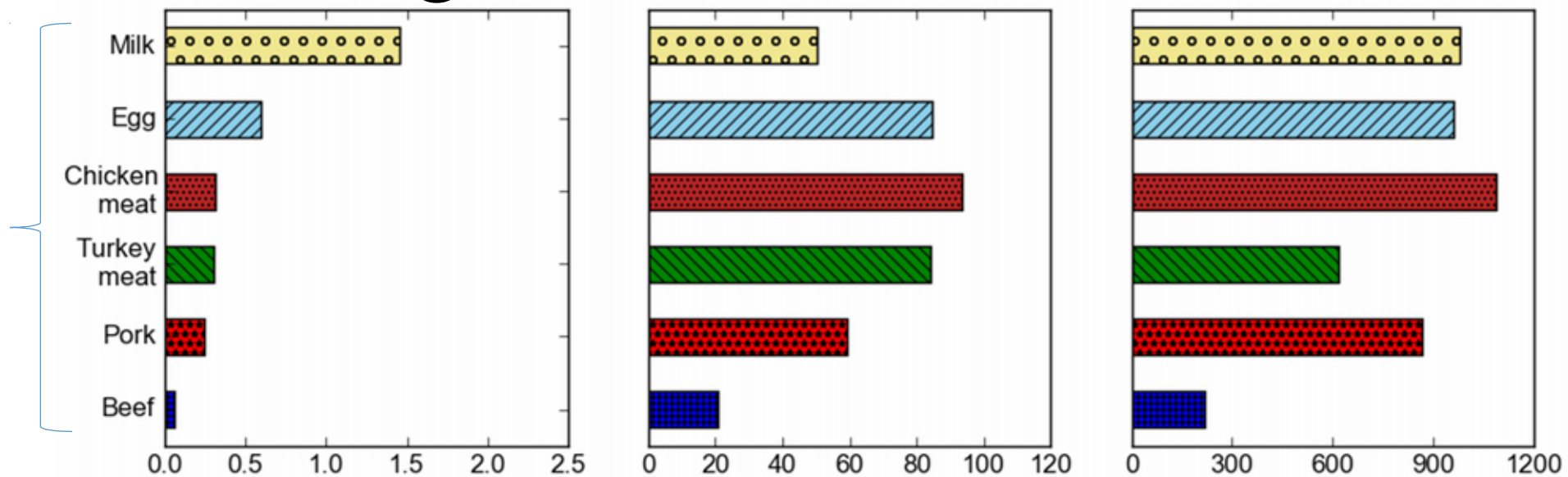
O aumento do WP é função de uma combinação de fatores:

- melhoria da produtividade (produção por cabeça),
- diminuição da necessidade de alimentação por unidade de produto (TCA),
- aumento no rendimento das culturas agrícolas leva na diminuição da pegada hídrica da alimentação.

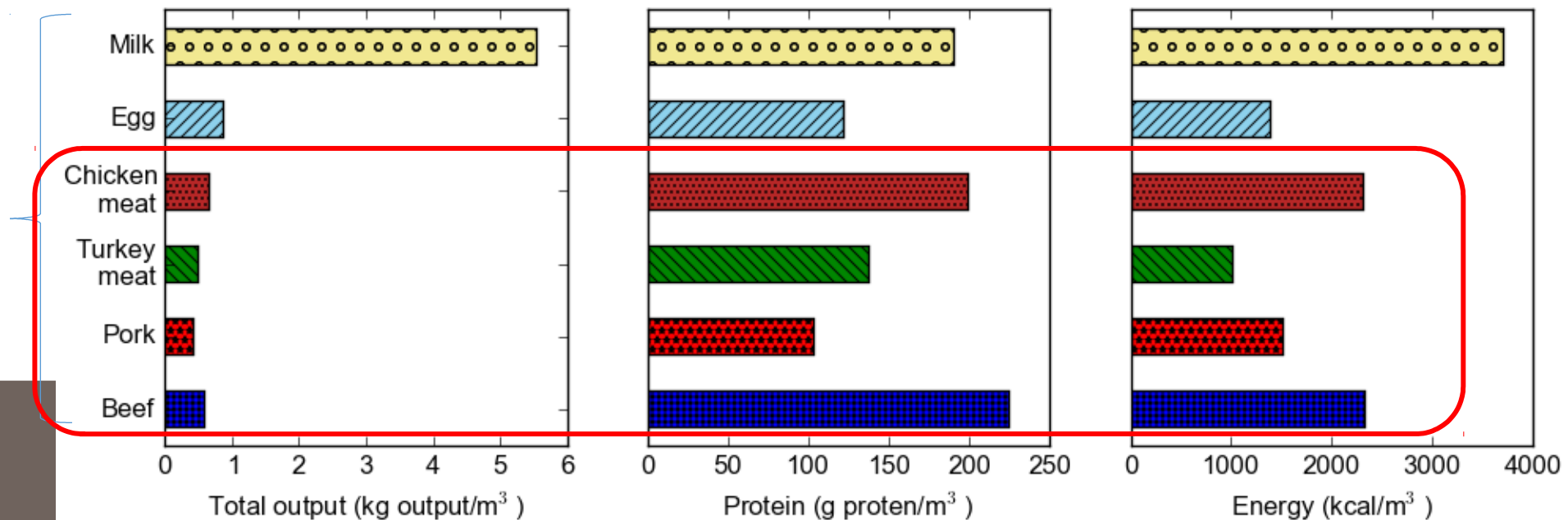
WP de Produtos de Origem Animal

Dependendo de como definimos entrada e saída, podemos ter diferentes WP

Total produzido



Parte comerciável /comestível

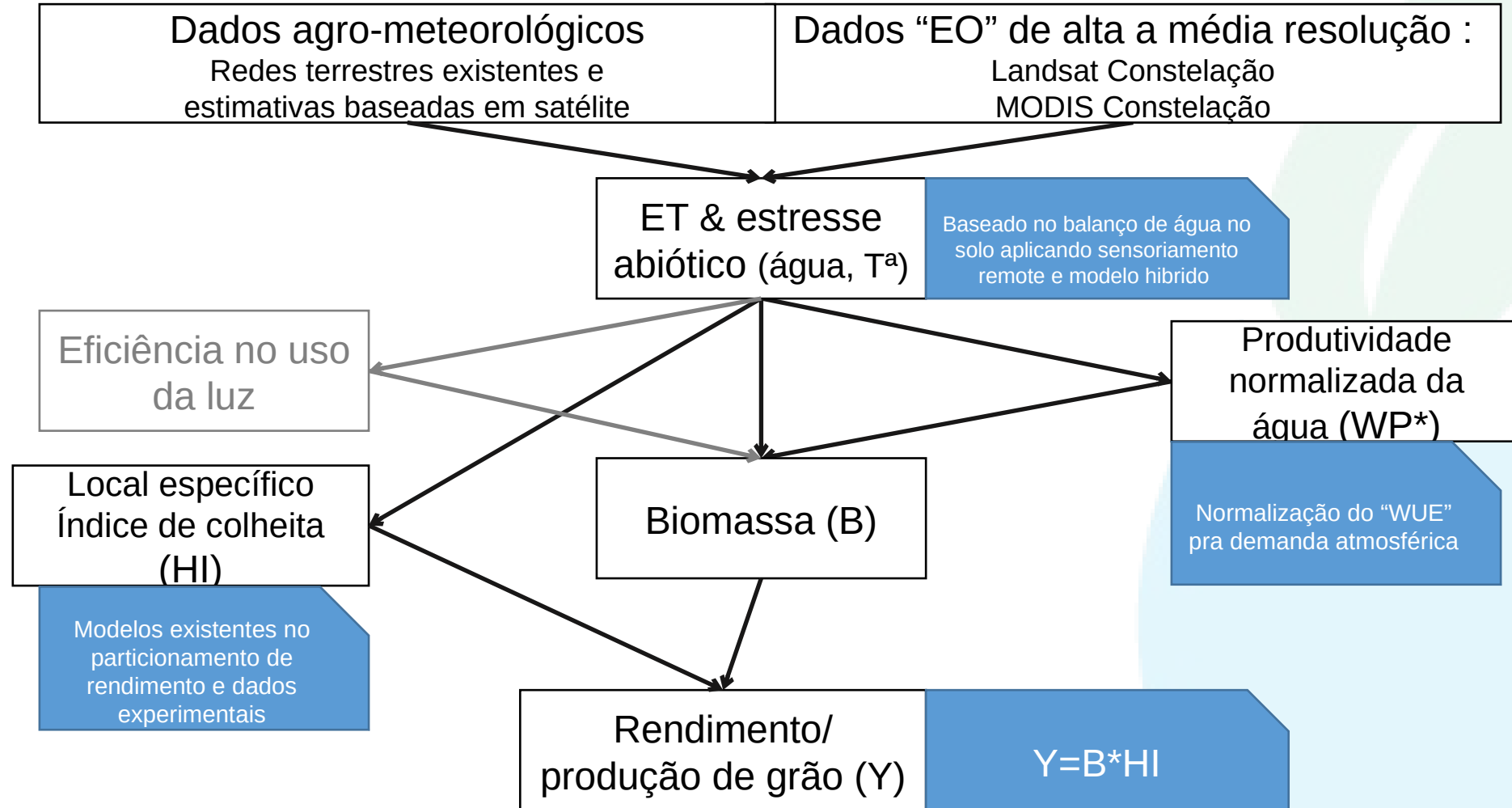


Resumo

- Cultura Agrícolas
 - A taxa de aplicação de irrigação diminuiu
 - Níveis de produtividade e WP de milho e soja tem aumentado consideravelmente.
 - WP varia ao longo do Estado de NE,
 - Ainda existe espaço pra aumentar a WP,
 - Produtos de Origem Animal
 - O aumento na WP é encorajadora, mas essas tendências continuarão?
 - Outra pergunta: qual nível de referência poderia ser usado como referência para medir o progresso na WP?
- WP é um fator entre outros que precisa ser levado em consideração.

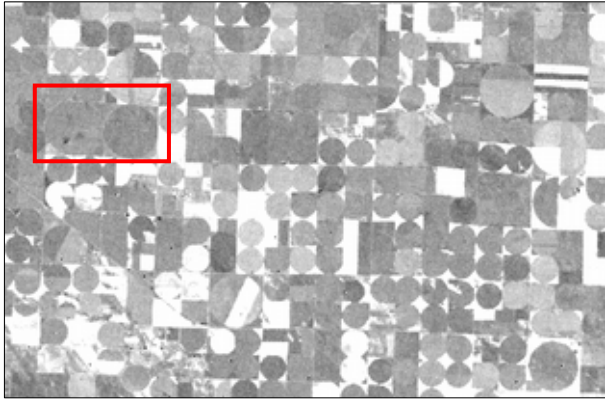
Estimativa de rendimento usando sensoriamento remoto

Abordagem FAO 66 AquaCrop

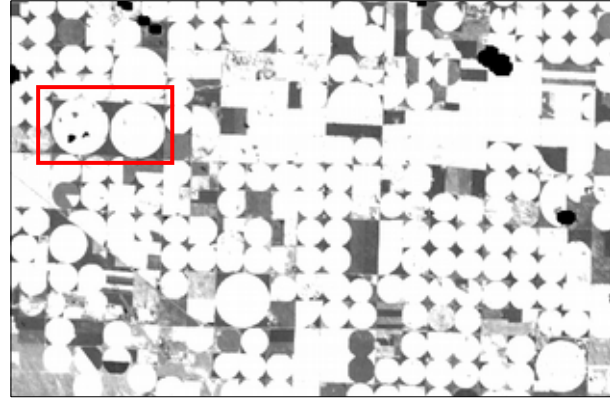


Índice de Vegetação Ajustada do Solo – SAVI usando Landsat Multispectral Imagery

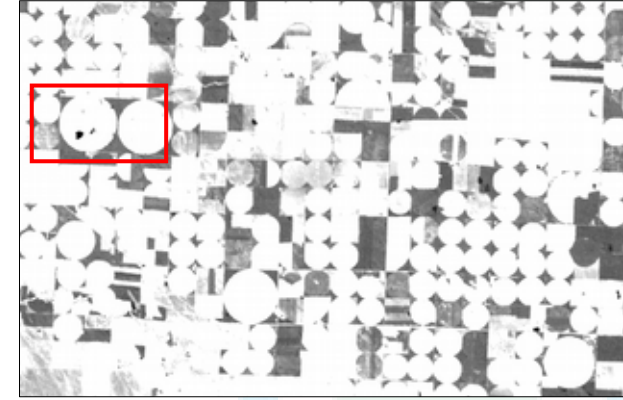
57 DOY



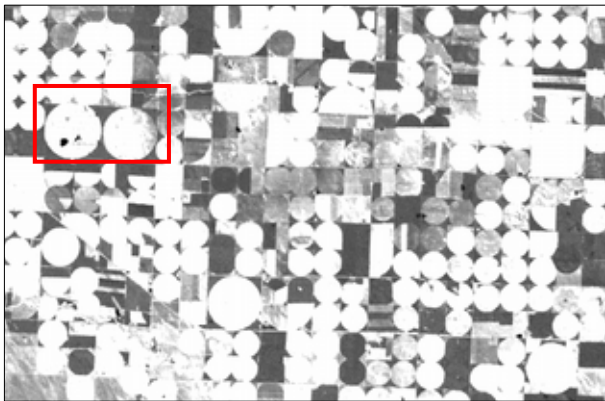
201 DOY (max. SAVI)



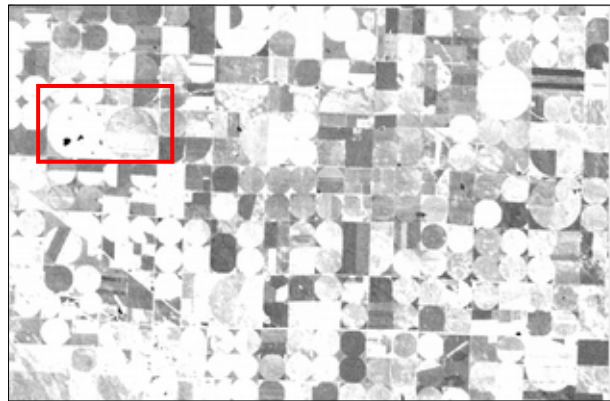
249 DOY



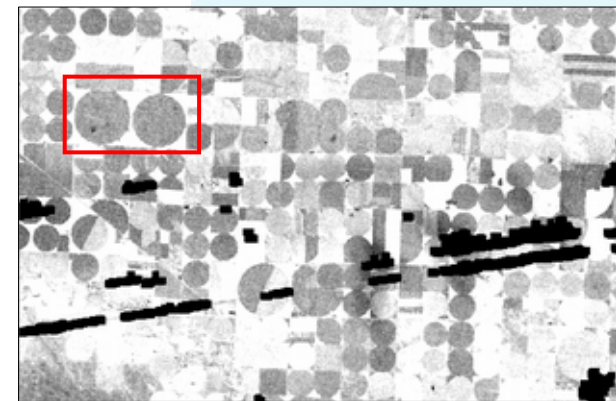
265 DOY



281 DOY

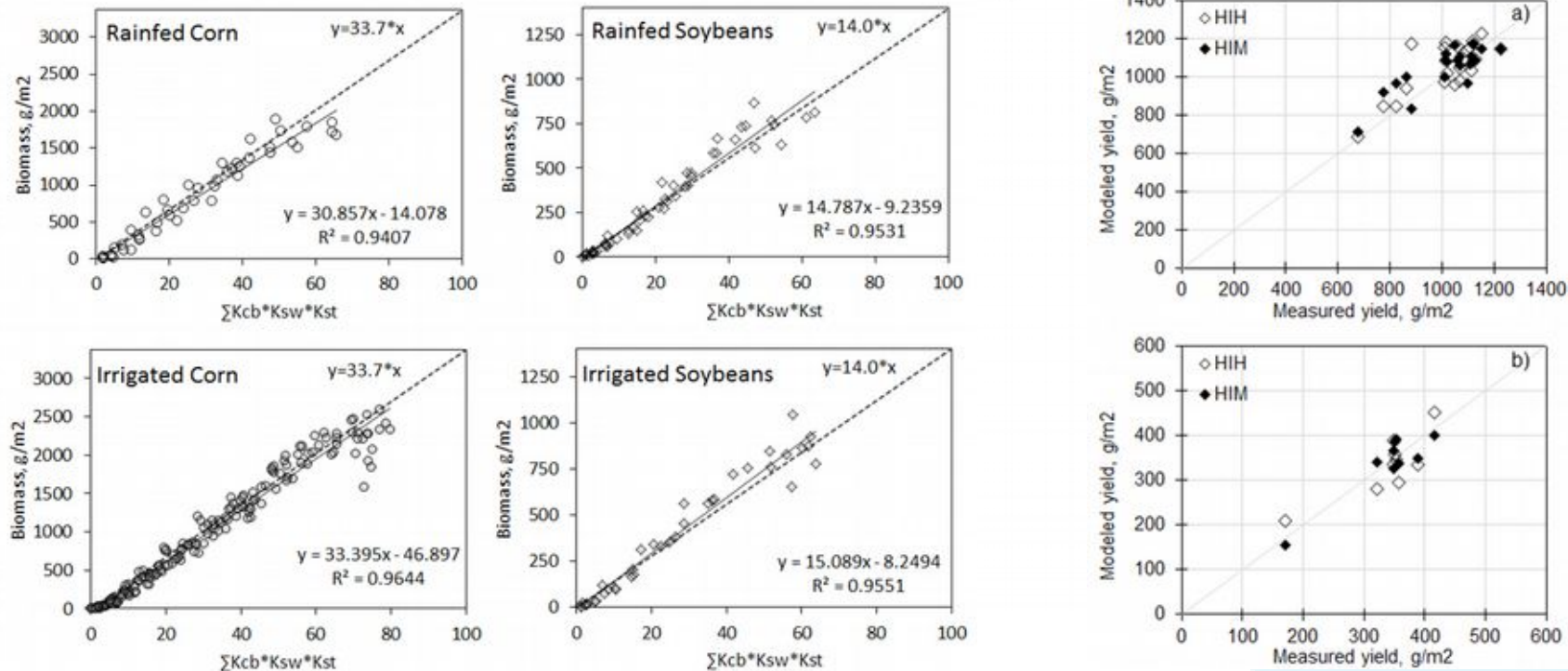


345 DOY



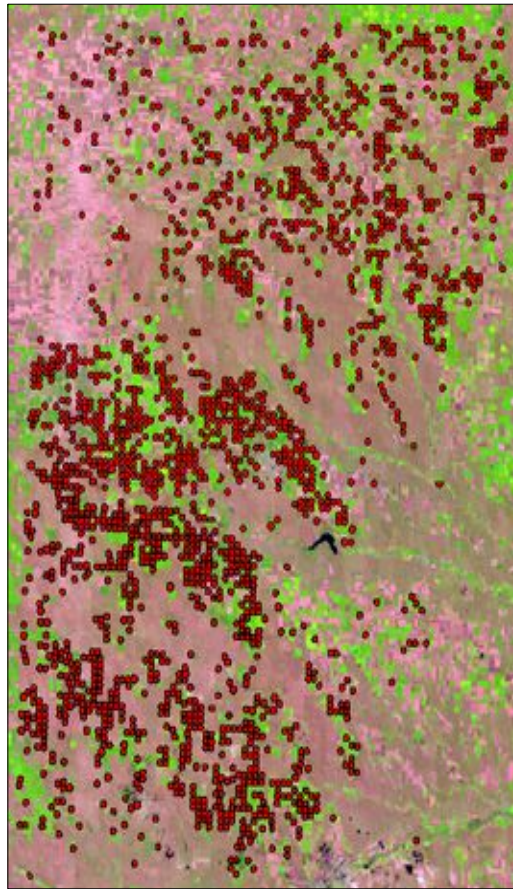
Estimativa de rendimento e da produtividade da água

- (Produtividade normalizada da água)
- $WP_B^* = \frac{Biomassa}{\sum_{i=1}^n \frac{T_{adj}}{ETO}} = \frac{Biomassa}{\sum_{i=1}^n K_{cb,adj}}$ (Produtividade normalizada da água)
- $Biomassa = WP_B^* \times \sum_{i=1}^n K_{cb} \times K_{ST} \times K_{SW}$
- $Rendimento = HI \times Biomassas = HI \times WP_B^* \times \sum_{i=1}^n K_{cb} \times K_{ST} \times K_{SW}$

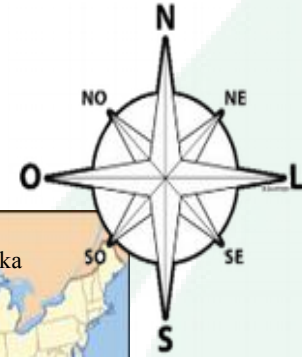
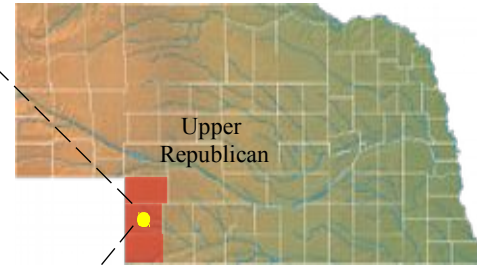


Outcome Publication: Water Productivity And Crop Yield: A Simplified Remote Sensing Driven Operational Approach. 2017.
 Isidro Campos; Christopher M.U. Neale; Timothy J. Arkebauer, Andrew E. Suyker; Ivo Z. Gonçalves. Agricultural and Forest Meteorology.
<https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.07.018>

Exemplo de aplicação em Nebraska

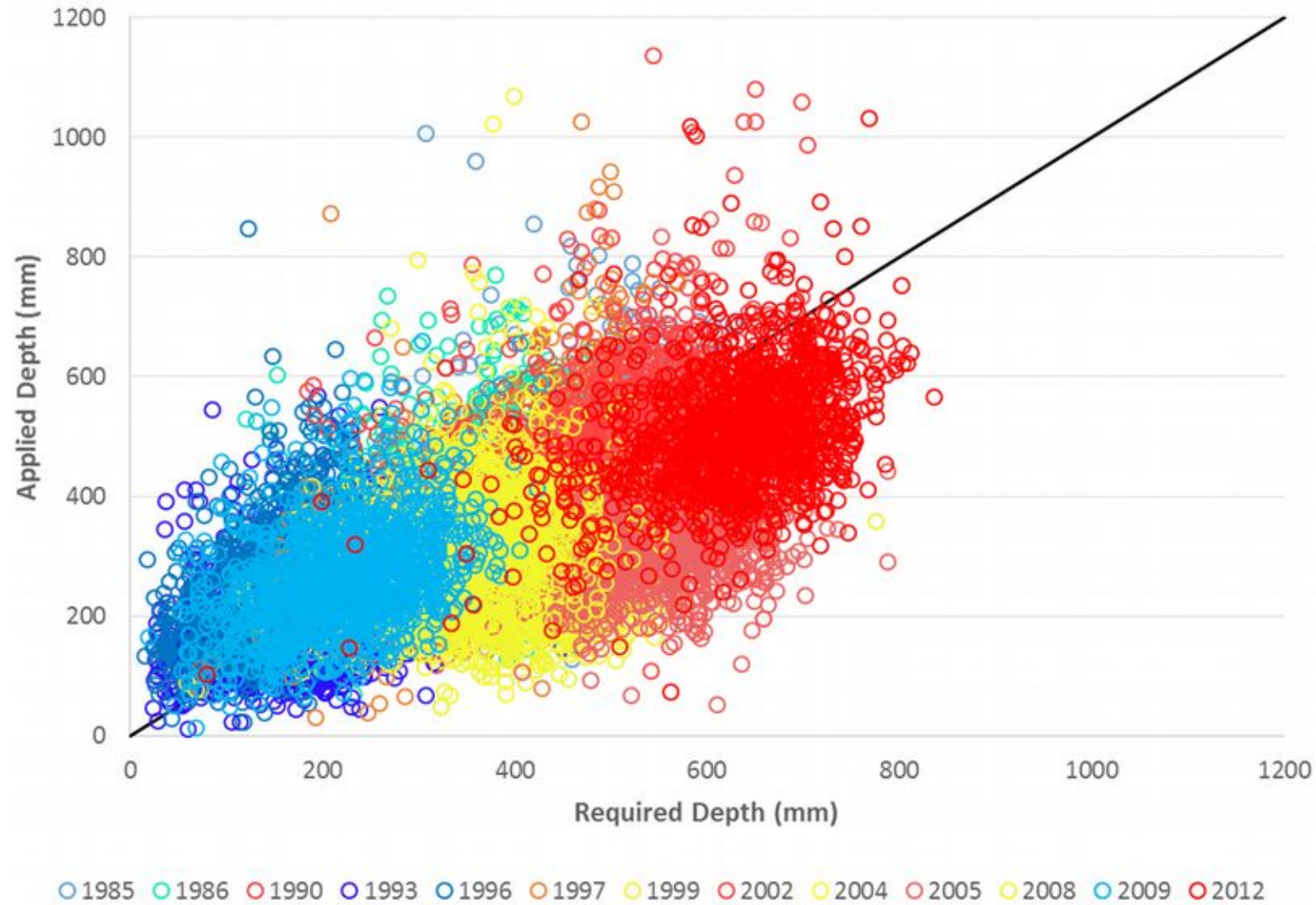


• Pivô central



“Upper Republican River Basin” no sudoeste de Nebraska

Upper Republican River Basin, NE



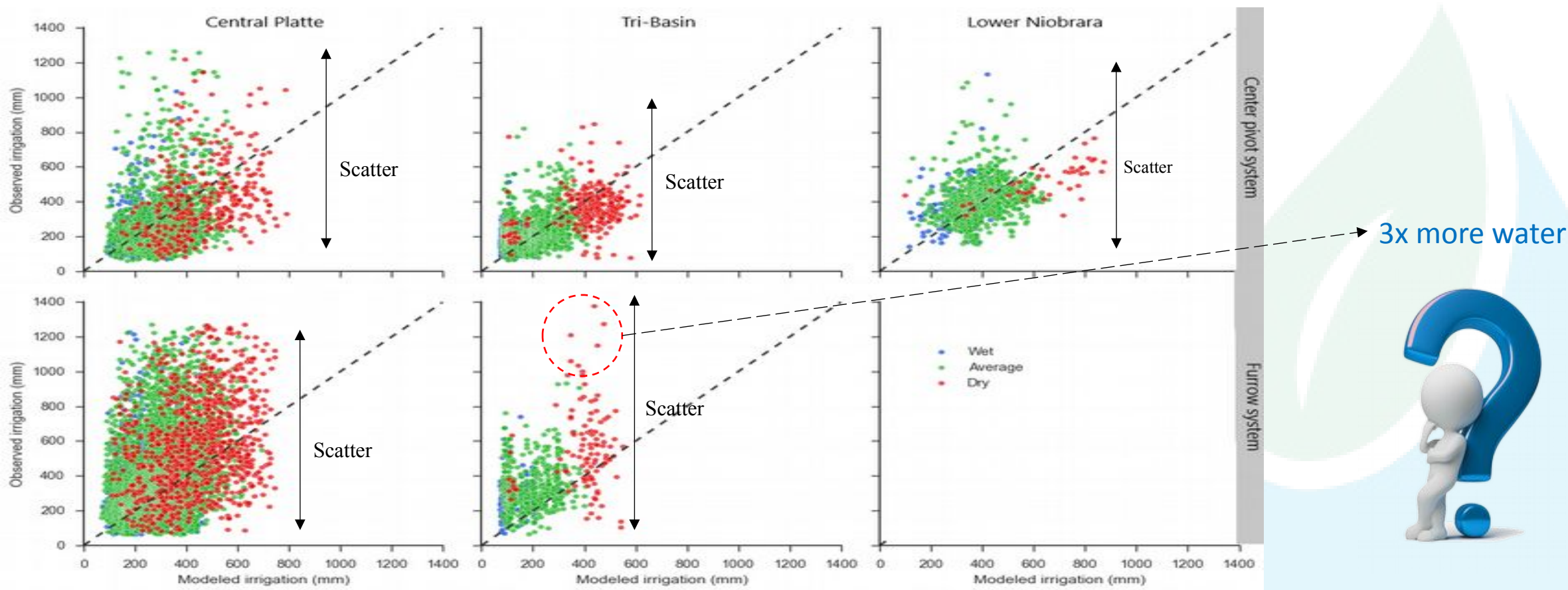


Figure 3. Irrigation requirement for Central Platte, Lower Niobrara and Tri Basin considering all the period of 2004 to 2012.

Table 1. Available water holding capacity (mm) considering a maximum crop rooting depth of 1.5 m for the three NRD's.

Central Platte			Tri-Basin			Lower Niobrara		
Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
218.9	44.8	146.3±46.5	217.2	172.9	204.6±8.3	191.9	51.4	89.7±31.6

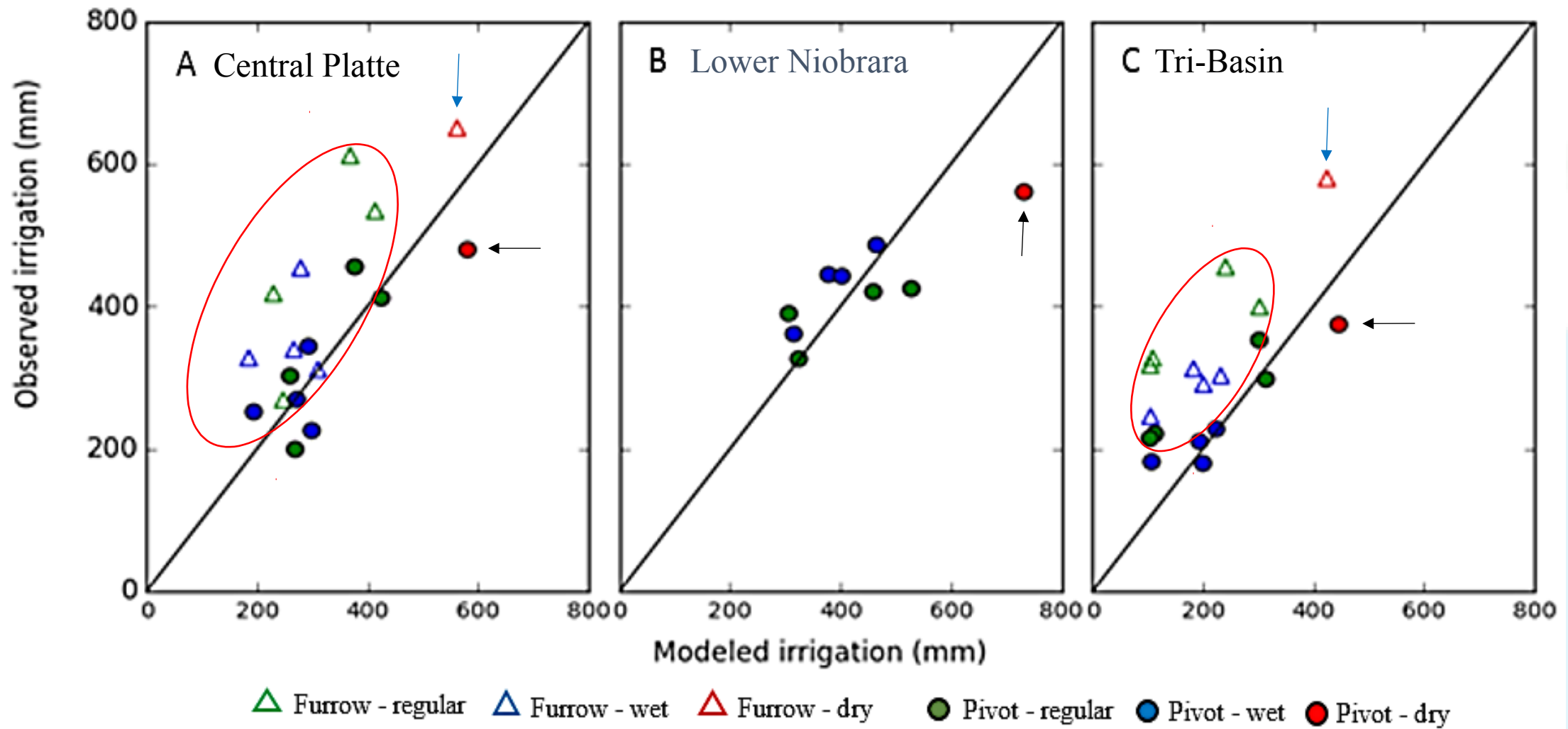
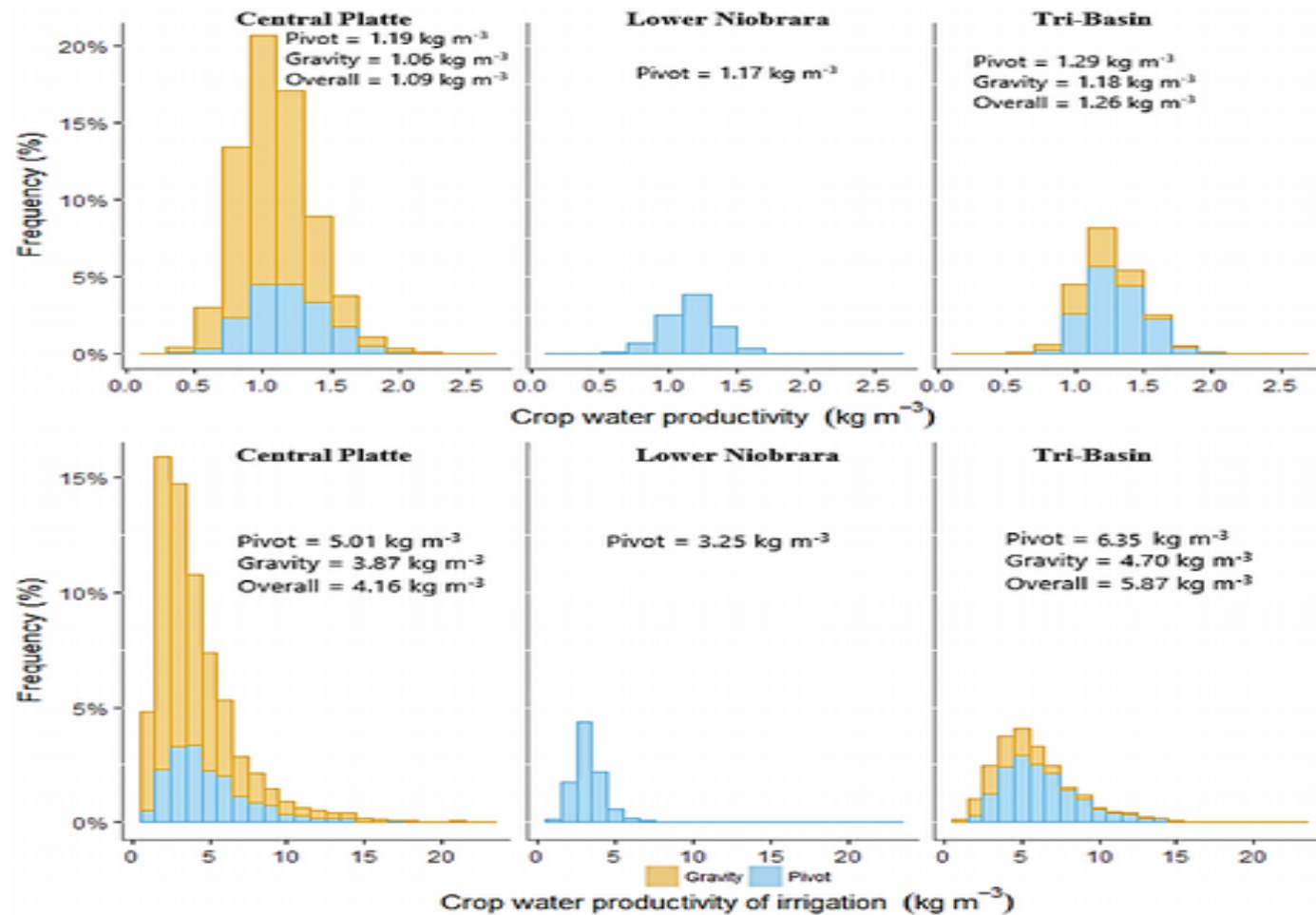


Figure 4. Observed and modeled average irrigation for Central Platte (A), Lower Niobrara (B) and Tri-Basin (C) for center pivot and furrow irrigation.

Produtividade	Lower Niobrara			Central Platte			Tri-Basin		
	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean	Max	Min	Mean
Pivô central	15.9	6.7	12.5±1.4	17.2	4.6	12.0±1.9	18.1	4.1	13.3±1.6
Canal	-	-	-	18.2	4.1	12.0±1.8	17.6	5.6	13.3±1.4

$$WP_i = \frac{\text{Rendimento}_i}{\bar{i} + p + ws}$$



$$WP_i = \frac{\text{Rendimento}_i}{i}$$



Pivô central > Canal



Maior potencial

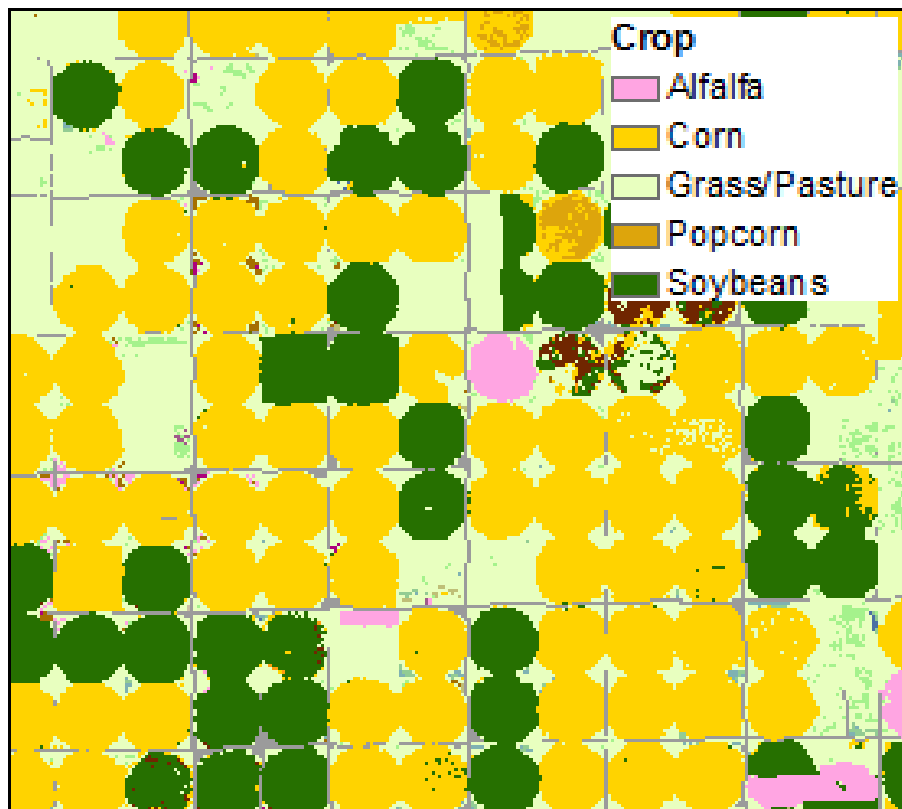
Estimativa de produtividade usando estimativa de biomassa e índice de colheita

- Forte variabilidade no crescimento das culturas (ET, Biomassa e produtividade)

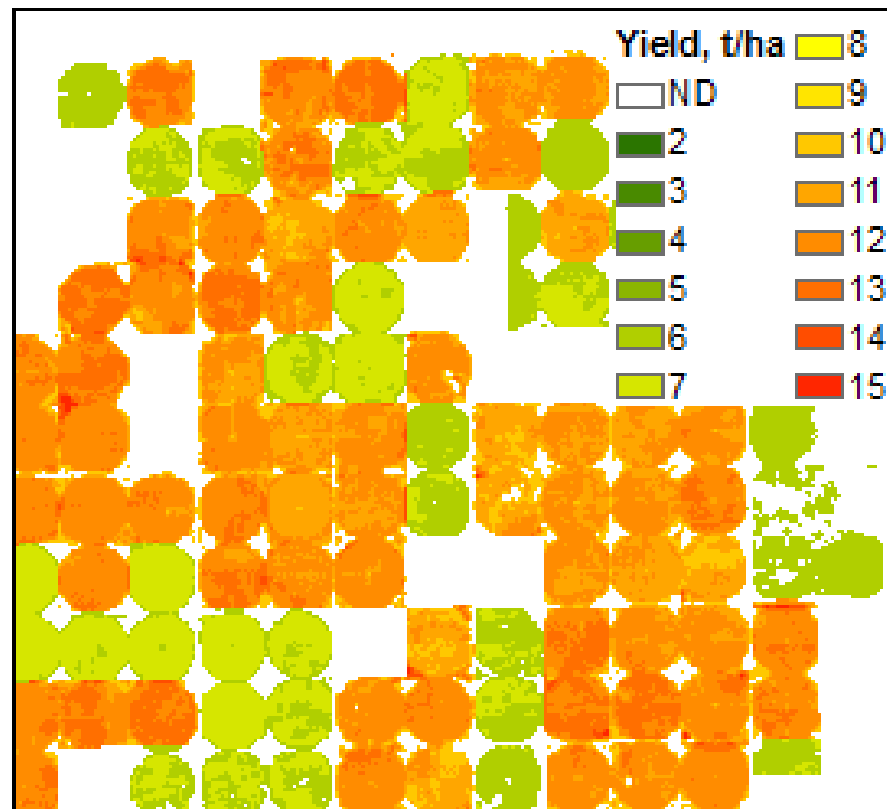
Diferenças em ET (ΣK_{cb}) resultam em variabilidade da produção agrícola em escala de campo

Diferenças em WP* para milho e soja resultam em diferenças na produtividade

Crop classification



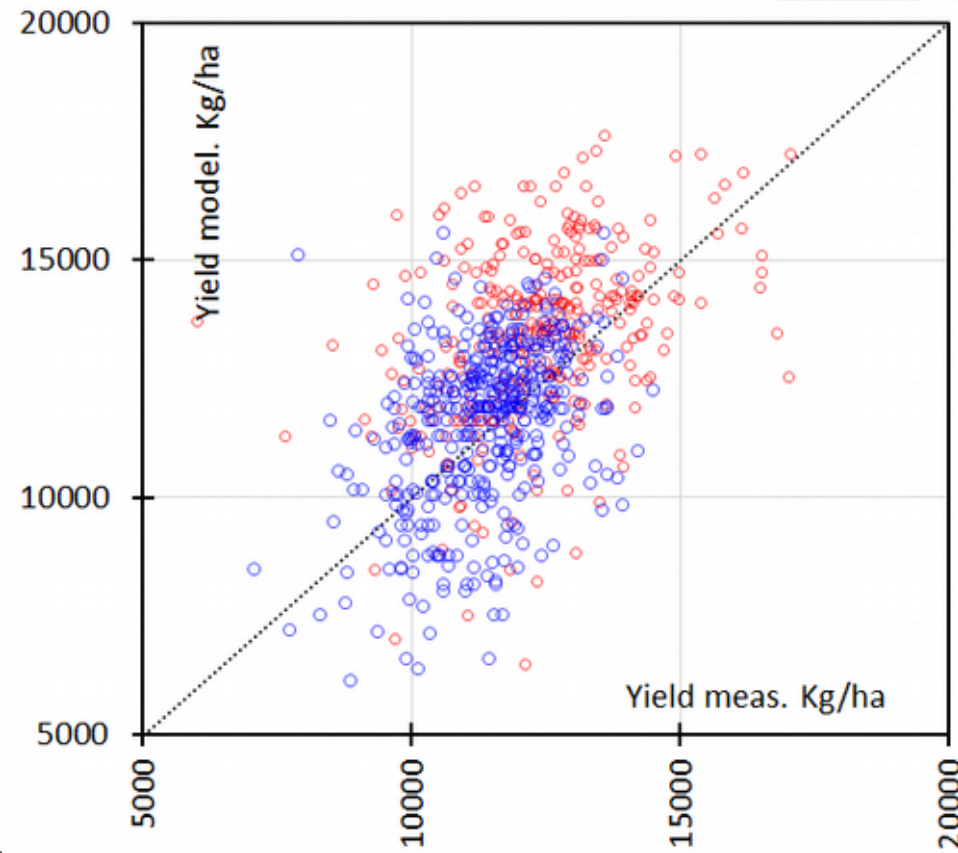
Estimated yield



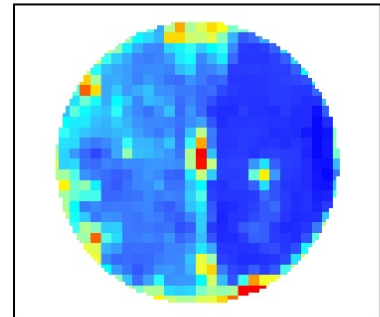
Comparação do rendimento medido e modelado para o milho(2011-2012)

- Bons resultados, mas alta variabilidade em ambos os anos analisados
- Produções mais altas em 2012, ano extremamente seco (seca repentina no centro-oeste dos EUA)
- Sensível à grande variabilidade de produção de milho em 2012

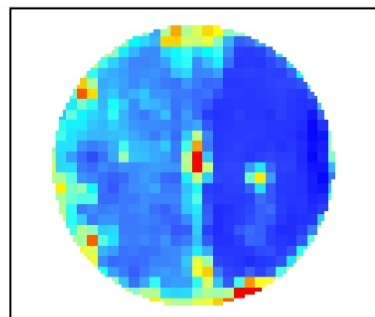
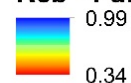
Comparison of measured and modelled yield for corn plots in 2011 (blue) and 2012 (red)



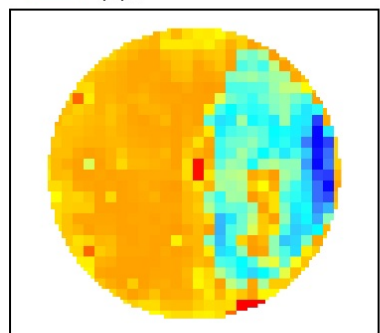
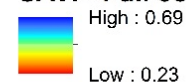
Milho em Nebraska – Temporada de 2017



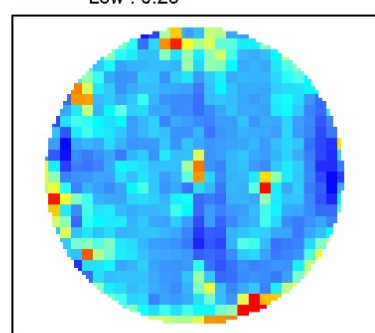
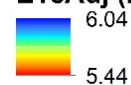
Kcb - Full cover



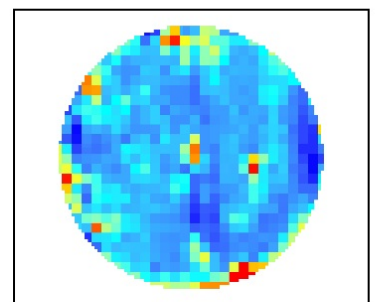
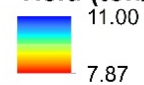
SAVI - Full cover



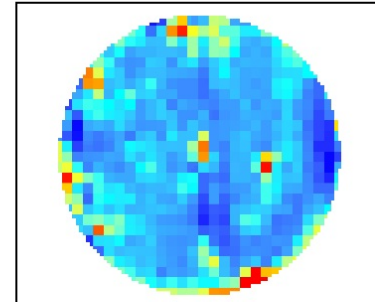
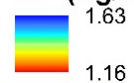
ETcAdj (mm/d) - Full cover



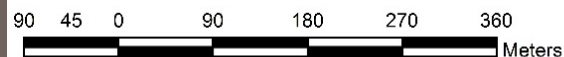
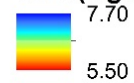
Yield (ton/ha) - at harvesting



WP (Kg/m3) - at harvesting



WPI (Kg/m3) - at harvesting



$$WP_i = \frac{\text{Rendimento}_i}{\bar{i} + p + w_s}$$

$$WP_i = \frac{\text{Rendimento}_i}{\bar{i}}$$

Observações Finais

- A produtividade da água tem aumentado significativamente para culturas agrícolas e pecuária nos últimos 20 anos principalmente devido ao melhoramento genético das plantas e animais,
- Ainda existe grande potencial para continuar aumentando a produtividade com melhoramento aliado ao manejo da irrigação,
- Sensoriamento remoto oferece um grande potencial para monitorar a produção agrícola, demanda de água para irrigação e produtividade da água.



OBRIGADO