



Melhoramento no Manejo de Agua na Fazenda: Tecnologias Agrícolas de Precisão

Robert G. Evans

Engenheiro Agrícola

III Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação &
II Conferência sobre Recursos Hídricos do Semiárido Brasileiro

Fortaleza, Ceará, Brasil ~ 10 de Junho de 2010



Serviço de Pesquisa Agrícola do USDA-
Planícies do Norte Laboratório de Pesquisa Agrícola
Sidney, Montana

USDA-Agricultural Research Service
Northern Plains Agricultural Research Laboratory
Sidney, Montana





À confluência dos dois grandes rios

Yellowstone

Missouri

Photo by Rick and Suzie Graetz

O que e que o futuro tem para irrigação?

- Produção de alimentos, fibras, combustíveis e alimentos terão que dobrar até o ano 2050 para alimentar o mundo
- Salinidade dos solos em todo o mundo, as terras disponíveis para produção agrícola está em declive devido à urbanização, erosão, alagamentos, etc
- Abastecimento de água disponível para irrigação será limitado, mesmo em áreas úmidas

O que e que o futuro tem para a irrigação?

- Disponibilidade de energia limitada, será necessário minimizar a utilização
- Além disso a agricultura irrigada deve reduzir os impactos ambientais adversos
- Essas pressões exigirão que os produtores aumentem a produtividade da água (rendimento por unidade de água) em vez de maximizar a produtividade por unidade de área (caso atual)



Sustentabilidade Agrícola?

- A Irrigação será necessária para produzir mais, de forma **sustentável**, com menos água, com aproximadamente a mesma quantidade de terrenos aráveis atuais
- Em geral, a água disponível para a irrigação será de mais baixa qualidade (por exemplo, a reutilização de águas degradadas)
- Mais produção ocorrerá em terras marginais ou em terrenos que se tornem marginais degradados, devido à salinidade ou à erosão, o que exigirá métodos avançados de irrigação e as melhores práticas de agricultura



Principais Mudanças na Agricultura Irrigada

Reduzir insumos (os ingredientes necessários) por unidade de área para maximizar a produção por unidade de água

Simultâneas:

1. Mais integração de tecnologia agrícola de precisão em todos os aspectos das operações agrícolas
2. Mais uso da tecnologia
 - a. Tecnologias avançadas em irrigação na exploração, distribuição e abastecimento de água na fazenda
 - b. Sistemas de Apoio de Decisão compreensíveis e integrados
3. Aplicação em larga escala de estratégias de irrigação deficitária para muitas culturas de baixo valor



Redução do uso de água agrícola?

- Tecnologias genéticas: (melhora da produtividade da água) incluindo tolerância ao calor, às secas e às pragas
- Seleção de cultivares / Estratégias Culturais
 - Plantação de configurações (por exemplo, "aglomeração", "pular linha", etc)
 - Manejar populações de plantas para economizar água disponível (menos plantas / ha.)
- Alterar misturas de cultivares
 - Utilizando cultivares -- Plantas do uso reduzido de água para reduzir consumo de água total
 - Ajustando uma mescla de cultivares para alterar o plano para quando a água é necessário



Redução do uso de água agrícola?

- Alterar métodos de irrigação para ser mais eficiente e mais uniforme
 - Ajustar a tecnologia e / ou o método (por exemplo, desligar jatos finos nos pivôs)
 - Subsuperficial por gotejamento, LEPA (aplicação de precisão de baixo energia), etc
- Irrigar totalmente algumas áreas menores
- Usar menos água em menos terra
- Usar menos água na mesma quantidade de área - as estratégias de irrigação deficitária

Tecnologias Agrícolas de Precisão

- Tecnologias específicas
 - Irrigação de taxa variável e quimigação
 - Taxa variável de aplicações de fertilizantes
 - A semeadura do “Sítio Específico” (mudando variedades ou densidades com a localização dentro de um campo único)
 - “Sítio Específico ” manejo de pragas e programas de pulverização
- Ferramentas de agricultura de precisão e práticas afetam todas as fases das operações agrícolas
 - Mapeamento das características do campo (GPS, GIS, etc)
 - Sensoriamento remoto, mapeamento térmico, etc
 - Documentação de renda, pragas, etc
 - Planejamento e desenvolvimento de estratégias
- Melhoramentos tecnológicos
 - Computadores melhores e miniaturização dos eletrônicos
 - Tecnologias Avançadas de Informações

Sistema de Apoio de Decisão Avançado

- Sistemas de apoio de decisão existentes são simplistas e desenhados para maximizar o rendimento por unidade de área
- Programas de apoio de decisão necessários para avançar na direção ao uso de abordagens holísticas para maximizar o retorno líquido invés de rendimento total
 - quantidade de água
 - calendário de época (marcadores fenológicas)
 - potencial de rendimento, do preço da safra, etc
- A próxima geração de sistemas de apoio de decisão devem ser integradas com outras tecnologias agrícolas de precisão em todas as fases das operações agrícolas para o máximo benefício
 - Integração das ciências básicas e aplicadas
 - Sensoriamento remoto e sensores terrestres darão uma contribuição oportuna

Maximizar a produtividade da água

- **A prática corrente** - maximizar **o rendimento por unidade de área**
 - Melhorar a eficiência de aplicação
 - Melhorar a uniformidade e as plantas podem usar mais água
 - Melhorar qualidade da colheita
- **Mover-se para** - maximizando **a produtividade por unidade de água**
 - “Irrigação deficitária”?
 - Rendimentos potenciais totais menores que o máximo (provável)
 - Eficiências de aplicação muito altas
 - Aplicações de água não-uniforme podem ser necessárias ou preferidos
 - Aumentos na salinidade do solo?
 - Qualidade do cultivar pode ser reduzida ou melhorada em função da cultivar e da gestão


Irrigação Deficitário

- Déficit de irrigação
 - Controlar o estresse hídrico da cultura ao invés de evitar qualquer estresse hídrico
 - O stress pode reduzir a ET
 - Reduz o rendimento se for feito para conservar a água
 - Eficiência da irrigação não é constante (função não-linear)
 - Programa de stress quando o estresse é menos caro (pelo menos, redução de rendimento)
 - Como muito stress?
 - Quando o stress?
 - Qual será o custo?
 - Como é que cada cultivar vai responder? Genética?
- Mais água pode ser conservada com o efeito mínimo na produção total da safra com déficit irrigação do que qualquer outra tecnologia
 - As tecnologias avançadas são necessárias para a execução
 - Contrô de irrigação obrigatório + marcadores fenológicos

Irrigação Deficitária

- Preocupações com a Coordenação, Planejamento, Gestão, e Contabilidade
- Maior risco econômico
 - Melhoria da gestão
 - Monitoramento
- Intensificar a necessidade de
 - Reduzir ainda mais os custos de produção
 - Otimizar aplicação de todos os insumos para maximizar o potencial de rendimento em cada área do campo
- Tecnologias avançadas em irrigação (controles automáticos)
- Uso com outras tecnologias agrícolas de precisão

Agricultura de Precisão



**Sítio específico,
irrigação por aspersão
de Taxa Variável**

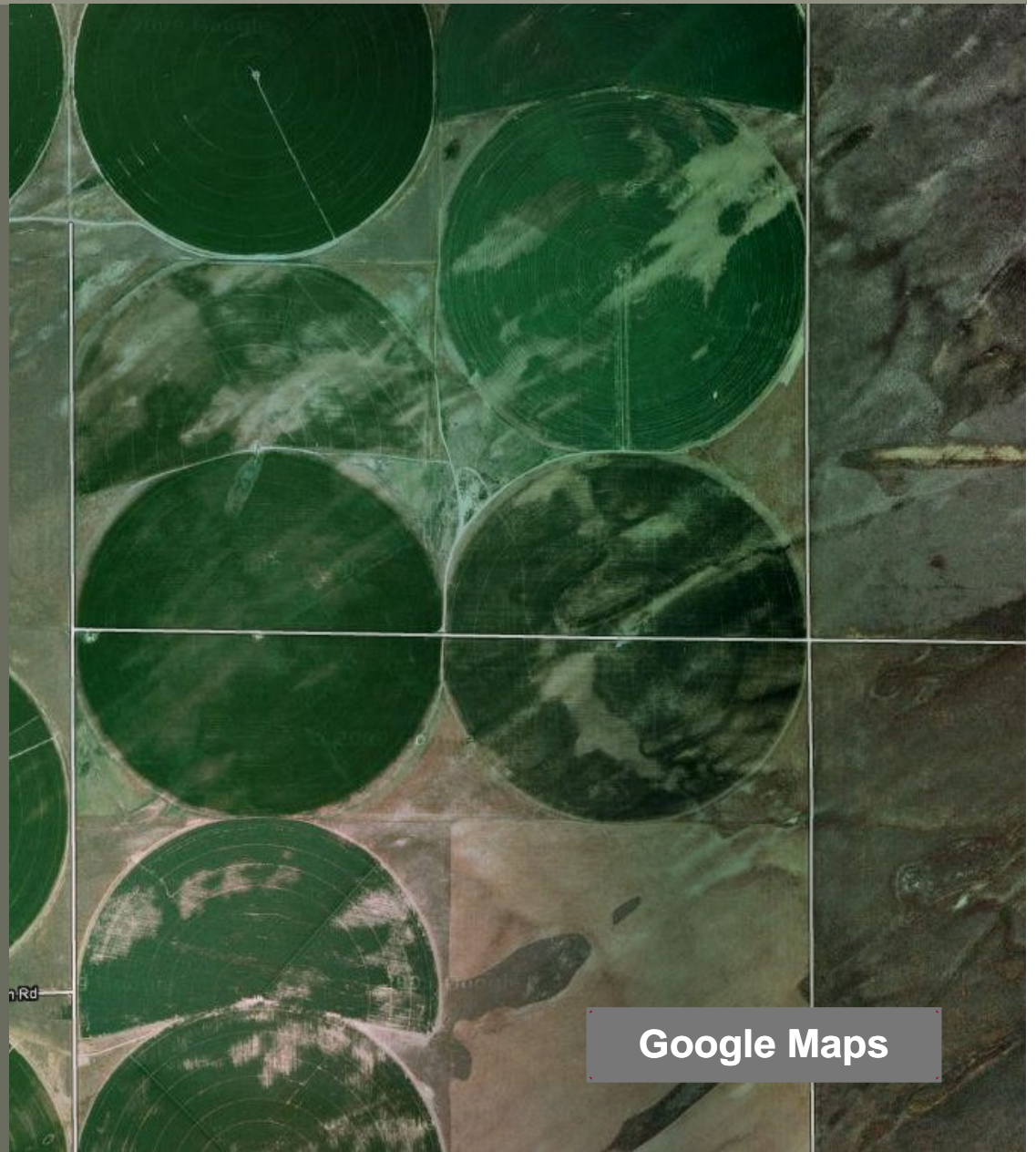
História da Irrigação por Aspersão Sítio Específico

- Auto-reverso em sistemas de auto-propulsão
- Controle do canhão
 - Estradas, hidrovias
 - Edifícios, etc
- Sistemas de Esquina
 - Seqüenciamento cabeças
 - 'Tracking' (fio guia e GPS)
- "Em forma de cunha" pontos de controle de velocidade para variar pedidos
- Formas aleatórias interiores (área atual de desenvolvimento—Irrigação Sítio-Específico, taxa variável)
 - Os tipos de solo
 - Condições de cultivo
 - Evitar áreas não-produtivas - afloramentos rochosos, lagoas

Irrigação “Sítio Específico”

- 💧 Geralmente, os sistemas pressurizados: aspersão (sprinklers), LEPA ou irrigação localizada (por exemplo, gotejamento subsuperficial)
- 💧 Não pode ser economicamente vantajoso para todas as cultivares em todos os locais.
- 💧 Aumenta a capacidade de manejar as opções e reforça vantagens ambientais
- 💧 Pode reduzir o total de água aplicada (por exemplo, 5% - 15%) na transpiração evaporativa (ET) completa (mais impacto em áreas úmidas de manejar para chuva)

Variabilidade em Campos Grandes



Google Maps





Sítio-Específico, Quimigação Taxa Variável

- Pragas são raramente uniformes
- Nutrição necessária pode variar dentro de campo
- A redução de fertilizantes e pesticidas necessários, comprados
 - Os benefícios ambientais
 - Reduzir os custos de produção
- Uma das vantagens principais do sítio-específico de irrigação, taxa variável

Definição Áreas de Gestão

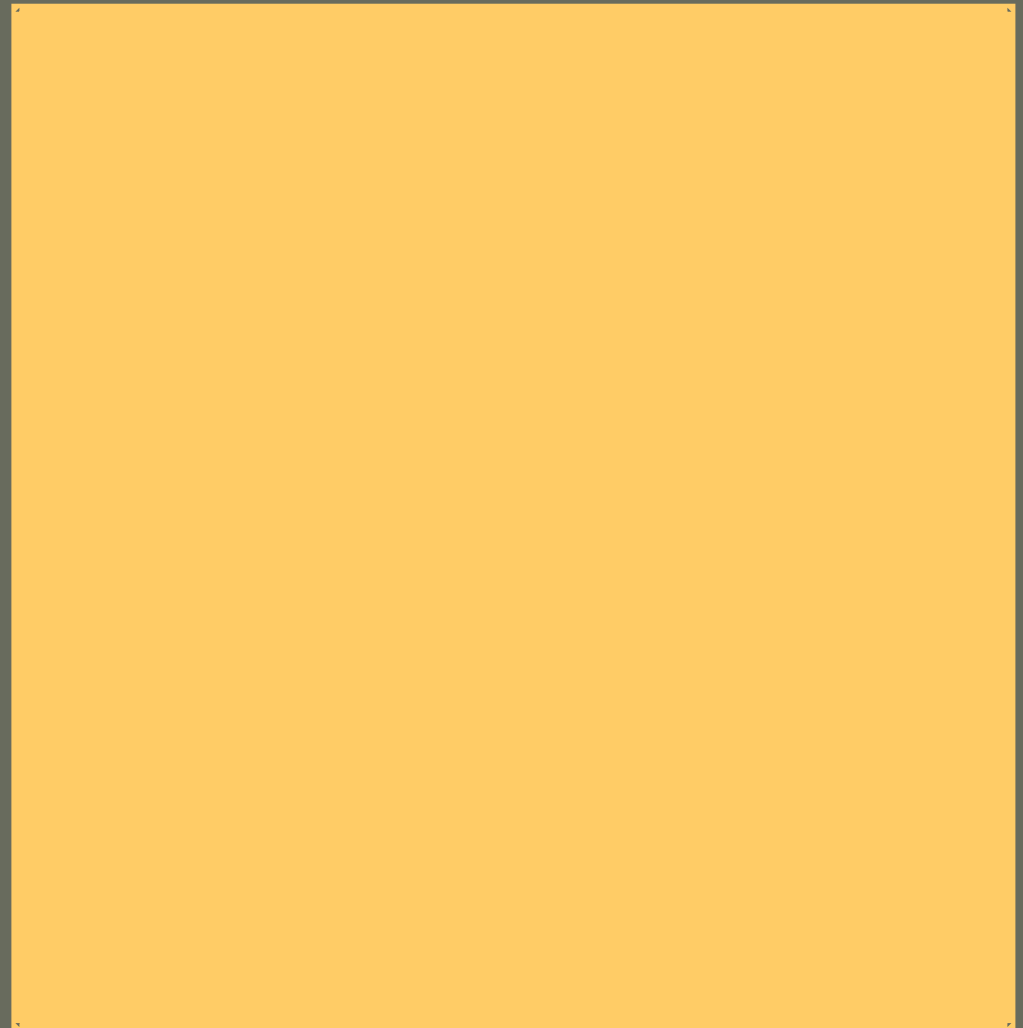
Agri-Northwest
Tri-Cities, WA

Aplicações de água de
irrigação reduziu ate

~ **15%**

Aumento dos rendimentos por

~ **8%**



A textura do solo

A pesquisa documentado no passado

Sítio-Específico, Irrigação por Aspersão Taxa Variável

20 anos de pesquisa (principalmente engenharia):

- Quase todas as pesquisas feitas até agora tem sido dirigida para o desenvolvimento e para o aperfeiçoamento de hardware e de software (controles e programas)
- A maior parte da pesquisa de irrigação, com taxa variável em sítios-específicos foi orientada no sentido de tratar os sintomas e não para resolver problemas reais
 - Maximizar os rendimentos totais de captura (ET completa)
 - Manejo de irrigação numa base local específica (por exemplo, sensores)
 - Aplicação controlada de água numa base espacial, de acordo com a necessidade do cultivar
- Condições hidrológicas não eram grandes o suficiente para denotar ou prever escalas grandes de economia de água

Irrigação por Aspersão Sítio Específico

- Adoção limitada pelos produtores
 - O hardware está disponível, mas a base de gestão do conhecimento está faltando
 - Sem retorno económico comprovado
 - Apenas um sistema, disponível comercialmente no mercado de irrigação de taxa variável (VRI)
- Pouca pesquisa foi feita sobre a gestão desses sistemas para o maior benefício agronômico
 - Como usá-lo para economizar água em grande escala (por exemplo, irrigação com déficit)
 - Como aplicar a tecnologia de sítios (parcelas) para fazendas de grandes escalas?
 - Maximizar o retorno líquido

Irrigação Sítio Especifico Taxa Variável = Ferramenta de Pesquisas Maravilhosas

Por exemplo:

- Variedade de ensaio e avaliação das respostas às escalas de seca tensões numa região (reduzir o tempo necessário para as avaliações podem simular as condições de seca sobre a água e que pode levar anos, utilizando outros métodos)
- Avaliar o impacto potencial de mudança climática com cenários diferentes sobre a produção agrícola na região
- O desenvolvimento de estratégias de irrigação taxa variável de déficit de diversas cultivares e sistemas de cultivo

USDA-ARS Pesquisa

Sidney, Montana, USA

**Sidney,
MT**

Irrigação por Aspersão Sítio Específico

Duas texturas do solo

Solos argilosos

**Nesson
Valley,
ND**

Dois Lugares

máquinas de sítio-
específico movimento
linear (LM)

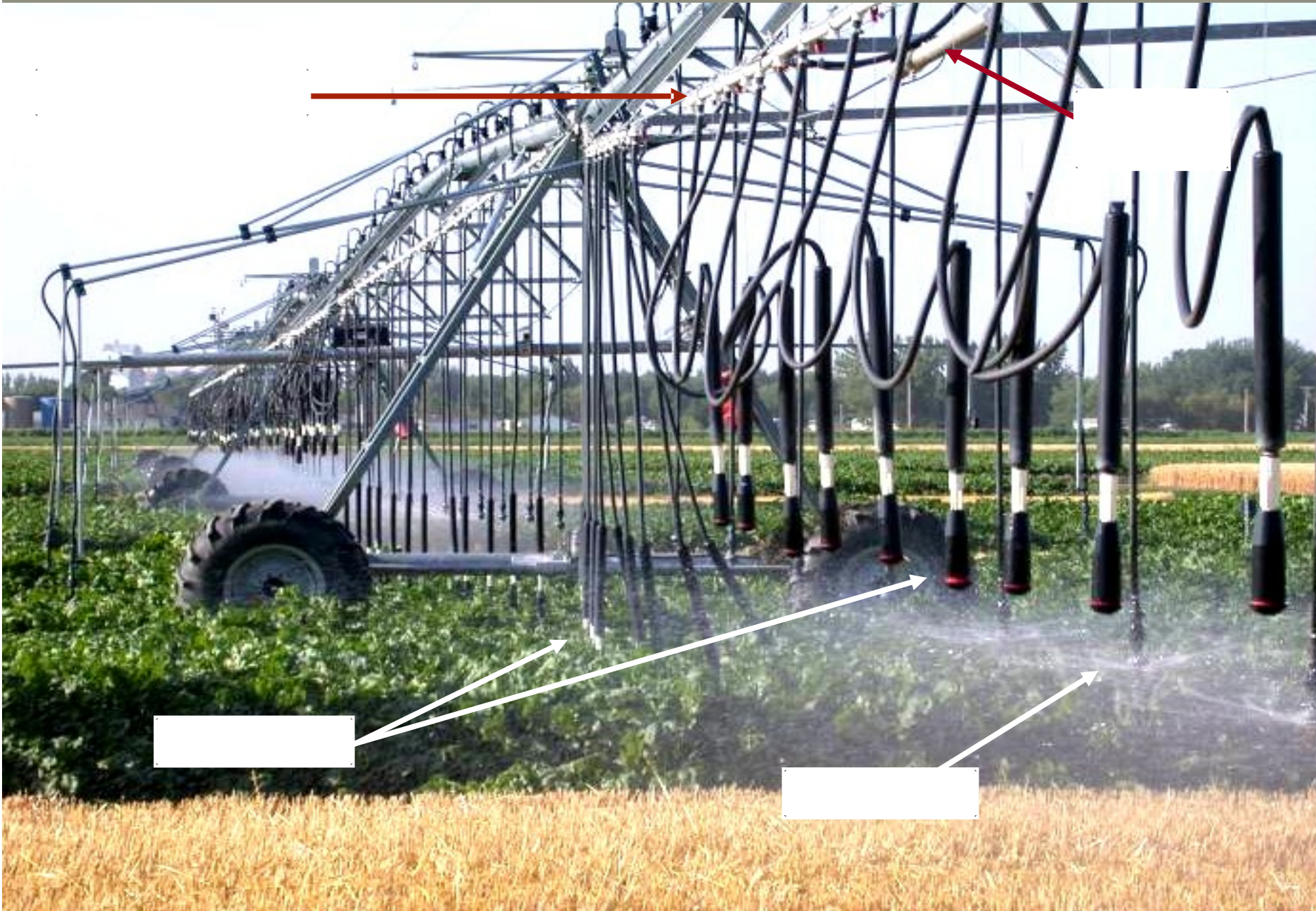
Solos arenosos

- Total de 5 máquinas de sítio-específico movimento linear (LM) em cerca de 70 ha
 - 2 instalações de USDA ARS
 - 3 instalações de North Dakota State University
- Instalações em Montana e Dakota do Norte
- Sistemas e controles semelhantes





30



Sidney

Aplicações Específicas do Sítio

Nesson

**Válvulas Pneumáticas
modulação de pulso**

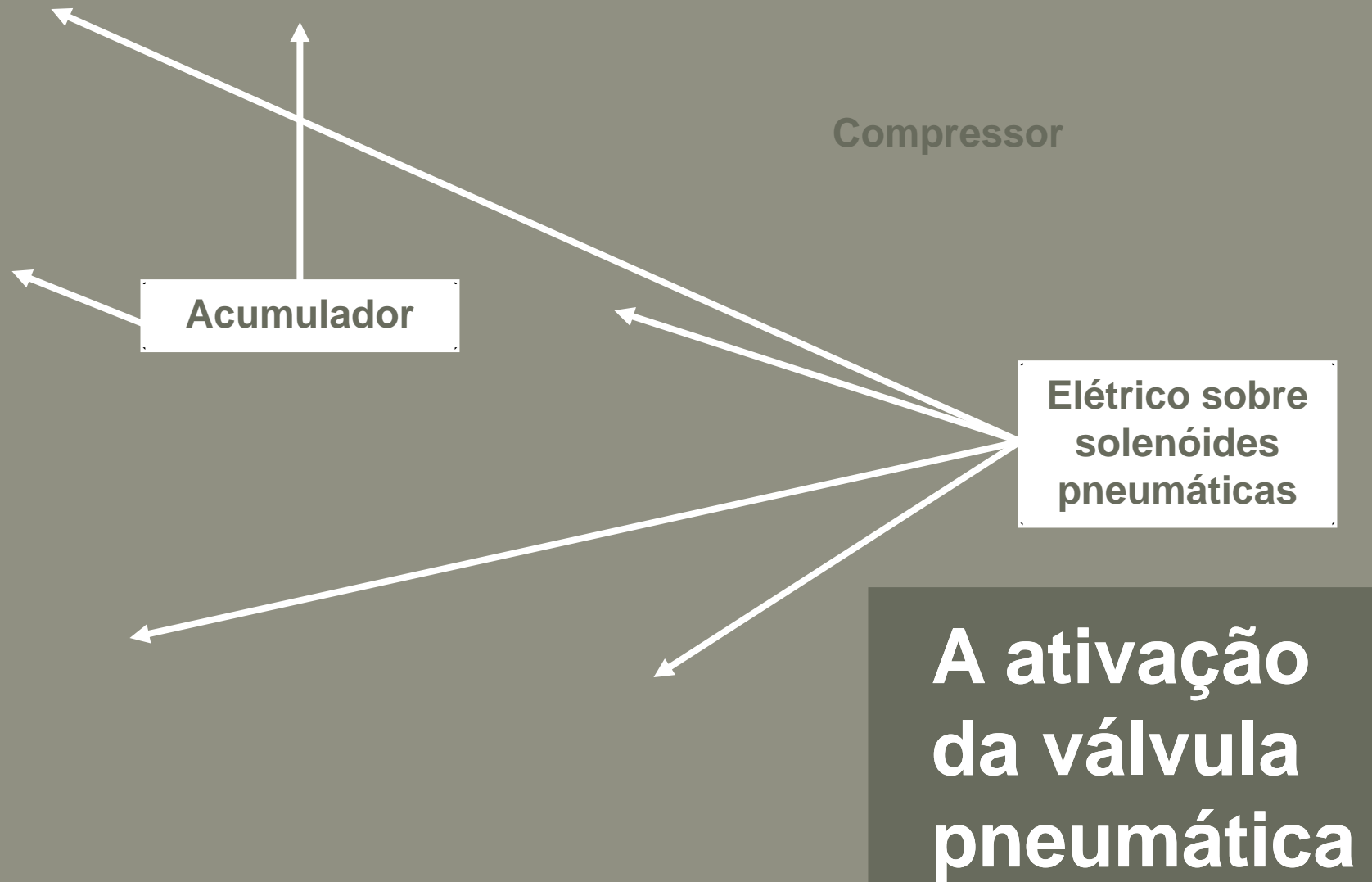
**Aplicação de 0-100%
profundidades de água**

Sidney

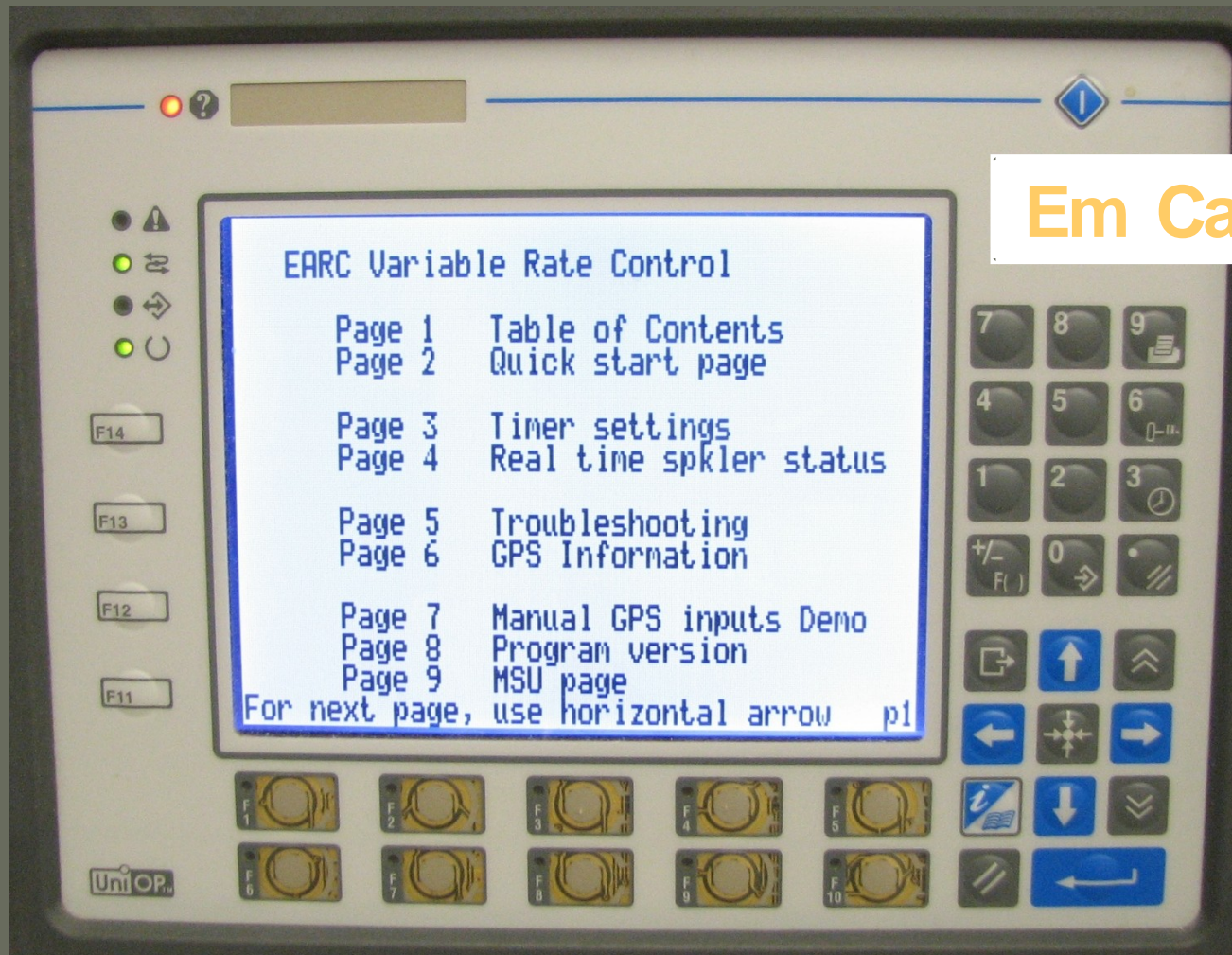
PLC

Sistema de Controle

GPS para Localização



A Frente do “Touch Screen Panel”



Sensores no Campo

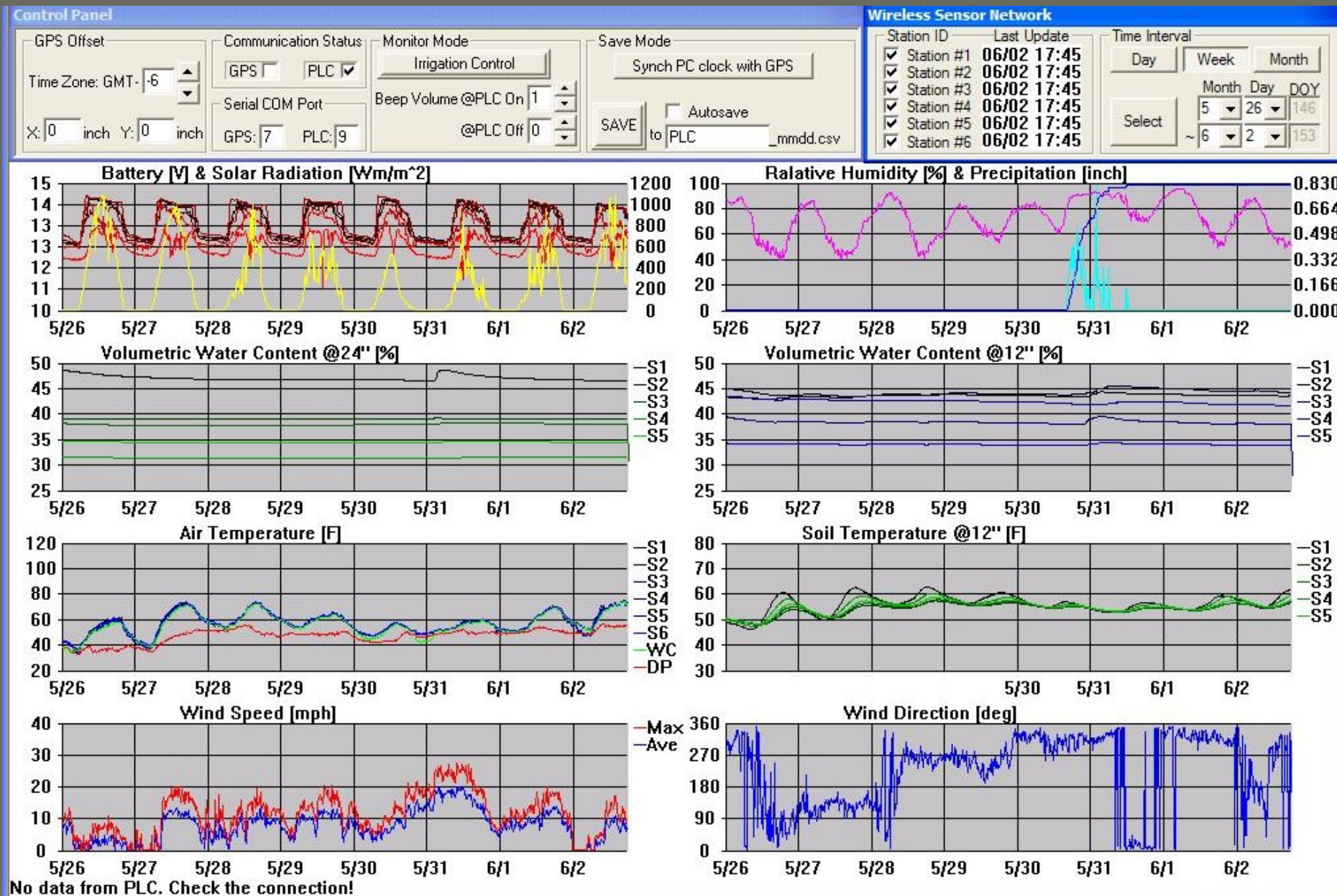


Sistema de Apoio à Decisão



Monitoramento de campo

37



Map Setup

(NW) GPS Latitude : 4743.65183 (NE) GPS Latitude : 4743.65183
 (NW) GPS Longitude : -10408.84130 (NE) GPS Longitude : -10408.51950
 (SW) GPS Latitude : 4743.51950 (SE) GPS Latitude : 4743.51950
 (SW) GPS Longitude : -10408.84130 (SE) GPS Longitude : -10408.51950
 Grid (Column x Row) : 32 x 15 with 3 /span
 (max: 100 x 50) (max: 5)

Apply

Undo

Exit

Save Mode

Synch PC clock with GPS

SAVE

Autosave

to PLC

_mmdd.csv

Wireless Sensor Network

Station ID Last Update

- ☒ Station #1
- ☒ Station #2
- ☒ Station #3
- ☒ Station #4
- ☒ Station #5
- ☒ Station #6

Time Interval

Day

Week

Month

Month Day DOY

Select

~

Real-time GPS-based Irrigation Control and Monitoring (EARC Plot)

Irrigation Map

SETUP

OPEN

SAVE

default.map

Simulation

☐ ☒

Unit Plot

☐ Sugarbeet

☐ Barley

☐ MESA

☐ LEPA

Ext. East Plot

☐ VRI

Real-Time Nozzle Control

☒ Toggle MESA/LEPA

☒ Auto Nozzle Control

(NOTE: Check to shut off nozzles)

MESA LEPA

☐ ☒

Nozzle Duty Cycle [%]

0 20 40 60 80 100

☐ Span#01

0

☐ Span#02

10

☐ Span#03

20

☐ Span#04

30

☐ Span#05

40

☐ Span#06

50

☐ Span#07

60

☐ Span#08

65

☐ Span#09

70

☐ Span#10

75

☐ Span#11

80

☐ Span#12

85

☐ Span#13

90

☐ Span#14

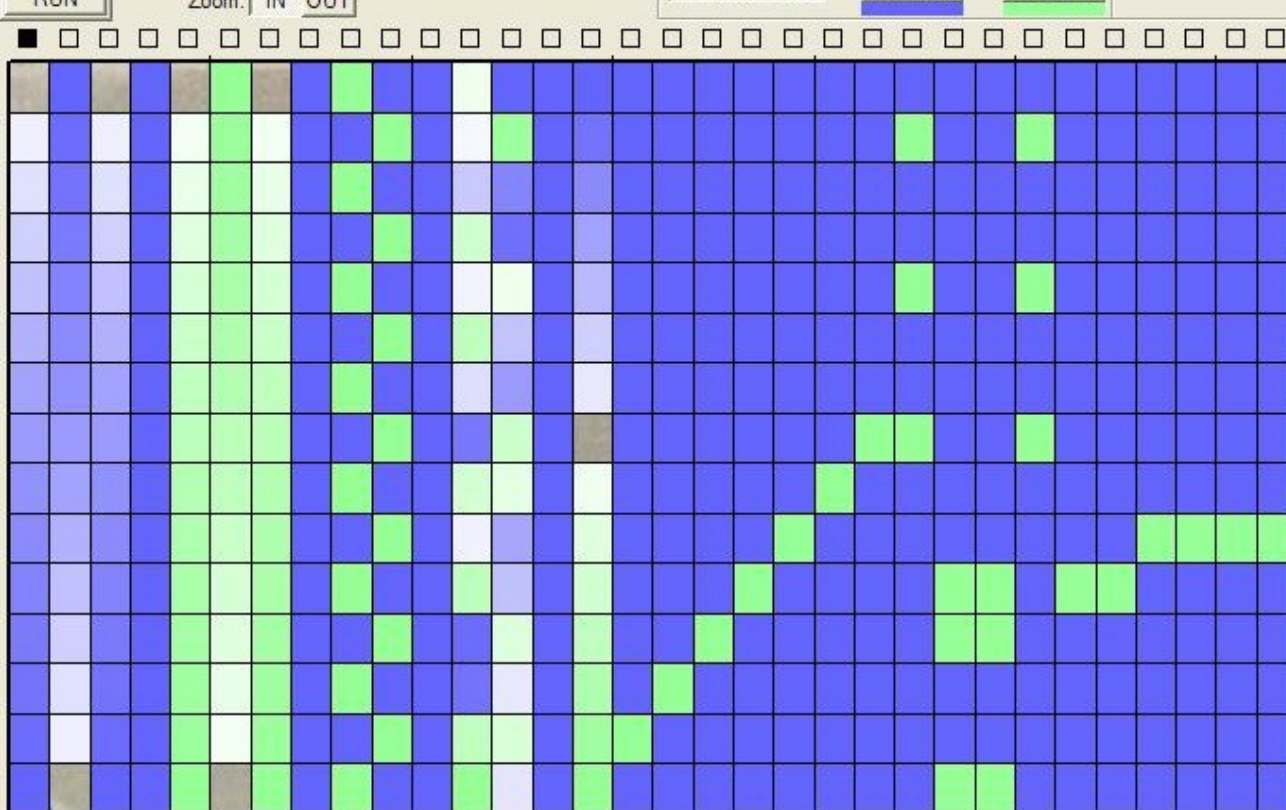
95

☐ Span#15

100

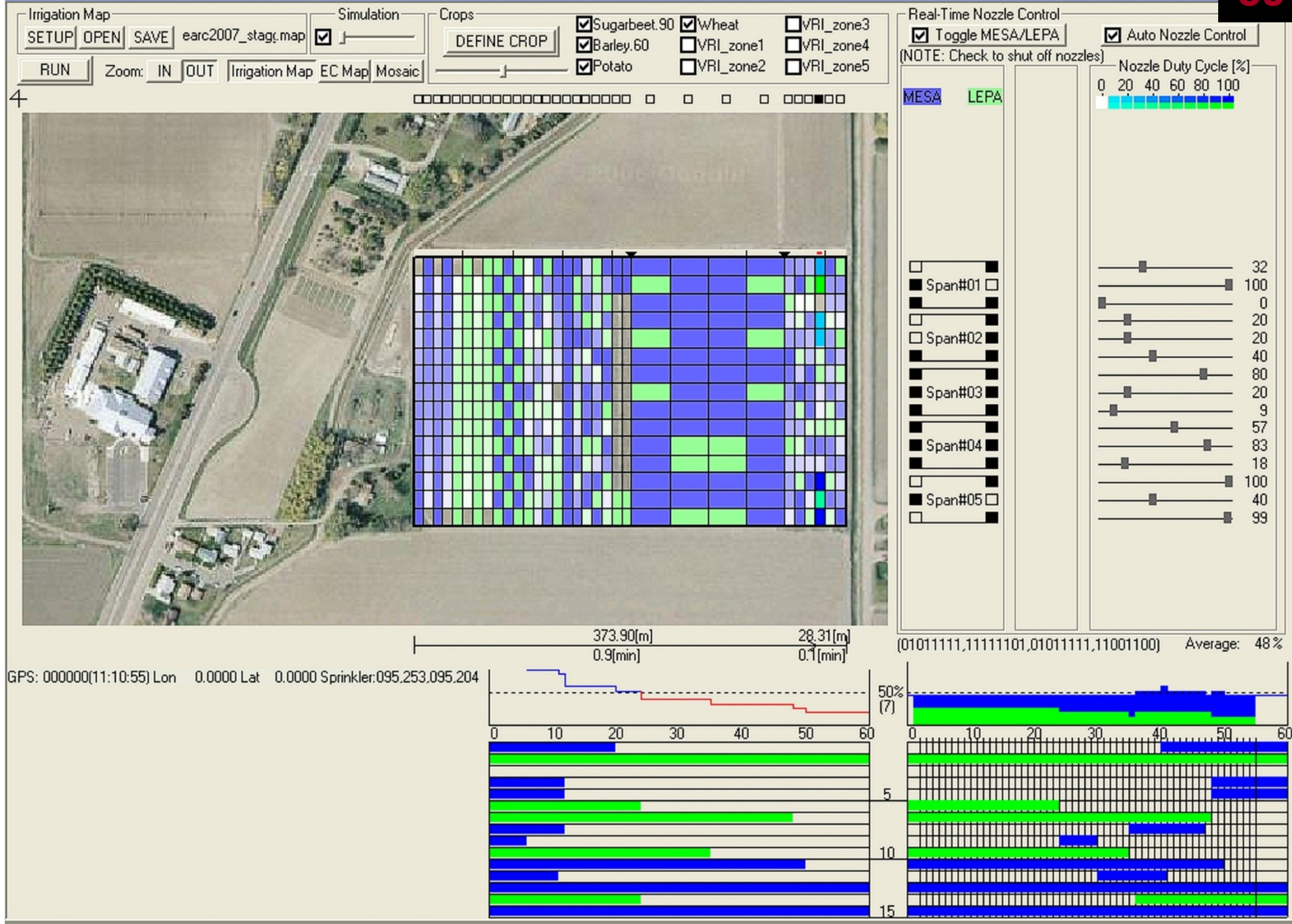
RUN

Zoom: IN OUT



GPS: 000000(00:00:00) Lon 0.0000 Lat 0.0000 Sprinkler:127,255,000,002(01111111,11111111,00000000,00000010)
 W2E, Speed:0.000(m/min), Traveled:0.00[m], Time to end:0.0[min]

Average: 58 %





Objetivos de Investigação no Futuro da Irrigação Sítio Específico

Melhoramento simultâneo da produtividade agrícola, a eficiência na utilização dos recursos e o ambiente

- Desenvolvimento de estratégias para sistemas de cultivo sob condições de irrigação deficitária (água deficiente)
- Desenvolvimento de modelos para prever as respostas futuras dos cultivares e reforçar a informação e a base de conhecimentos
- Economicamente, o manejo de fazendas inteiras (vários campos irrigados) para maximizar **retornos líquidos**



Objetivos de Investigação no Futuro da Irrigação Sítio Específico

Melhoramento simultâneo da produtividade agrícola, a eficiência na utilização dos recursos e o ambiente

- Integração do sítio-específico, a uma taxa variável de tecnologias de irrigação (por exemplo, aspiração “auto-propelido”), com ferramentas da agricultura de precisão para sistemas compreensíveis de apoio à decisão
- Desenvolvimento de sistemas de sensores sem fios a baixo custo para o sistema solo-água-planta, etc, para usar com estes sistemas

Conclusões

- Irrigação sítio-específico por aspersão de taxa variável tem sido um tópico de pesquisa há mais de 20 anos
- Ainda precisa de pesquisa para saber usar melhor a tecnologia visando otimizar a produção
- A indústria está começando a trabalhar com válvulas de taxa variável e um sistema de irrigação de taxa variável comercial - a investigação deve centrar-se sobre o manejo
- É a hora de mudar de "brincar" com a tecnologia para mostrar a conservação de água e do desenvolvimento de ferramentas de manejo
 - Como utilizar de forma mais eficaz para a irrigação com déficit
 - Como usá-lo mais eficazmente na quimigação

Conclusões

- Déficit de irrigação oferece o maior potencial de gestão para reduzir o consumo total de água, mas deve ser apoiado pela irrigação avançada, sistemas de informação, computadores e tecnologias genéticas
- Ferramentas de apoio de decisão integradas:
 - Abordagens holísticas para maximizar o retorno líquido (não o rendimento total)
 - Planejamento, contabilidade gerencial e em época de pós-cultura
 - Estratégias de exploração de água para a tomada de decisões econômicas na fazenda
- Adaptação de tecnologia / adoção para obter a eficiência adicional da produção de sistemas automatizados, provavelmente aumentará devido a:
 - Tecnologias novas no computador
 - Sensores novos e comunicações e “feedback” em tempo atual
 - Sensoriamento remoto “vivo” no campo, aéreo e de satélites
 - Modelos de apoio de decisão, com informação sobre pragas e insetos

Conclusões

- A necessidade de mais produção e diminuição dos recursos vai garantir que as promessas de todas as tecnologias de agricultura de precisão e seus componentes relacionados, incluindo as aplicações de água sítio-específico, passarão a ser a regra e não exceção
- A necessidade de estratégias de irrigação deficitária será o catalisador para reunir os sistemas de aspiração sítio específico com outras tecnologias agrícolas, de precisão, em muitas áreas do mundo
- Nós veremos mais alterações em agricultura nos próximos 50 anos que nunca antes por causa de água e do ambiente



***Obrigado pela sua
atenção e interesse***

Robert.Evans@ars.usda.gov