

Agricultura de Precisión: Impacto de algunas practicas de manejo y de la variación del terreno sobre la productividad del cultivo de arroz a escala de chacra.

José Terra
Álvaro Roel



Jornada Arroz 2008. Asociación Correntina de Plantadores de Arroz.

Corrientes, Argentina. 21-22 Agosto 2008

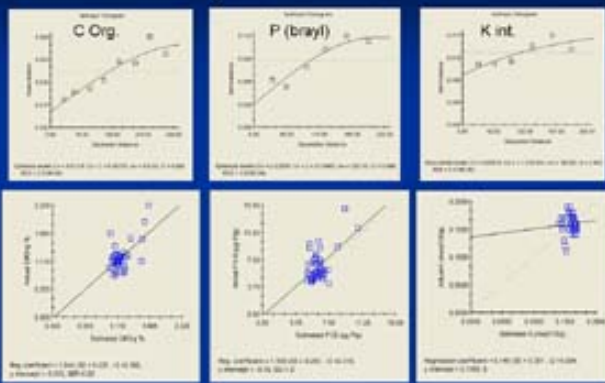


Algunos casos: Chacras Arroz UPAG (2006-07)



- C Org.
- N Total
- P Cítrico
- K int.
- pH
- Textura

Variogramas y Validación cruzada de C, P y K en UPAG3 ...

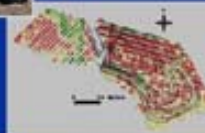


Determinaciones Zonas Manejo Arroz

Mapa Conductividad Electrica Suelo



Mapa Productividad



Evaluación Productiva de 2 Alternativas de Densidad x N en EP144 a Escala de Chacra.

J. Terra
F. Molina
E. Deambrosi
V. Pravia
L. Casales
A. Roel
D. Ferreira
R. Ferreira



Introducción ...

- En general, para cultivares tipo Indica (ej: EP144) es factible reducir la densidad de siembra utilizada a nivel comercial sin afectar el rendimiento.
- En general, no se han encontrado interacciones entre densidad y N.

(Deambrosi y Méndez, 2007).



Introducción ...

- La respuesta al N está relacionada a las condiciones ambientales (Temp. y Radiación), prevalentes en floración.
- En años climáticamente favorables se constatan respuestas al agregado de N, mientras que en años con frío o baja radiación a floración las respuestas son erráticas.
- Debido al riesgo e incertidumbre sobre las condiciones ambientales a floración, la tendencia es al uso de dosis moderadas de N (50-70 kg/ha).

(Desambrosi y Méndez, 2007).



Contenido de Nutrientes en el Cultivo de Arroz

	N (kg/ha)	P (kg/ha)	K (kg/ha)	Biomasa (kg/ha)
Macollaje	31 (2.62%)	3 (0.20%)	29 (1.99%)	1443
Primordio	63 (1.19%)	9 (0.20%)	83 (1.80%)	4627
Grano	109 (1.07%)	21 (0.21%)	32 (0.31%)	10365
Planta cosecha	92 (0.56%)	16 (0.10%)	183 (1.12%)	26470 (M.S Total)

Rotaciones Arroz Pasturas



Introduccion ...

- A influencia de info generada fuera de fronteras, se ha recibido la inquietud sobre el impacto productivo que tendría el efecto combinado de reducir la densidad y aumentar la dosis de N en el cultivo comercial.

Introducción ...

- Las diferencias de escala entre los ensayos parcelarios comparada con las chacras donde se aplica la info, y la adaptación de esta, es motivo de controversias.
- Los ensayos en fajas a escala de chacra permiten una evaluación alternativa sobre el impacto productivo y adaptabilidad de prácticas de manejo en condiciones comerciales.



Temática

- Introducción: variabilidad suelos y el cultivo de arroz.
- Objetivos Proyecto Prec.Ag
- Estudio de Caso: Ensayos en Fajas
 - N x Densidad
 - Intensidad de Laboreo y Secuencia

Objetivo

- Evaluar, mediante un ensayo en fajas, el impacto productivo sobre el cultivo de arroz de dos alternativas de manejo:
 1. Alta densidad y N moderado.
 2. Baja densidad y alta dosis de N.



Materiales y Métodos ...



Unidad La Charqueada



Materiales y Métodos ...



TRATAMIENTOS



■ Tratamiento 1: AD-BN

- 160 kg/ha de semilla
- 120 kg/ha de urea
(fraccionada en 2 aplicaciones
(50% mazolaje y 50%
primario))

■ Tratamiento 2: BD-AN

- 92 kg de semilla/ha
- 210 kg/ha de urea
(1 aplicación de mazolaje)

Diseño Experimental

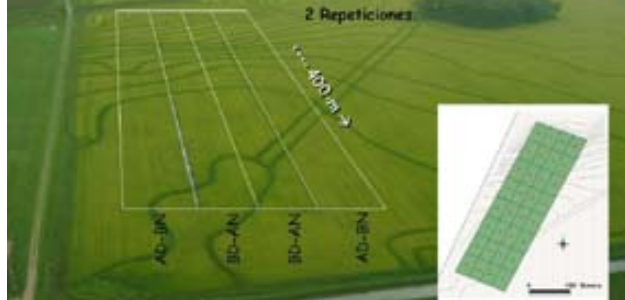


Área: 4 ha.

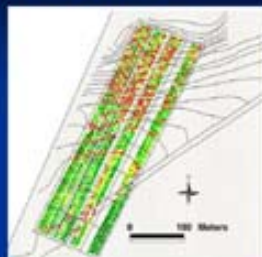
40% Ladera

Fajas aporeadas cruzando variabilidad.

2 Repeticiones



Materiales y Métodos ...



Análisis Estadístico
Pseudo-Bloques

Materiales y Métodos ...

IRIA

■ Historia de Chacra:

- Pradera 2003 - Arroz 2004-05, Barbecho 2005-06, Arroz 2006-07.

■ Preparación de Suelo:

- Lab. Verano.
- Presiembra: Glifosato, Rastra Discos (2), Landplane, Rolo.

MO (%)	P Bray I (ppm)	K (meq/100g)	pH (agua)
4.1	7	0.33	5.2

Materiales y Métodos ...

Manejo agronómico del cultivo

Fecha	Labor	Producto	Comercial	Dosis /ha
30/09/06	Pulverización	Glifosato		4 l
16/10/06	Siembra	EP 144		160 y 92 kg
	Fertilización Base	18-46-0		100 kg
02/11/06	Herbicida	Propanil	Pilon®	1 l
		Clomazone	Cibecal®	0.8 l
21/11/06	Herbicida	Clomazone	Cibecal®	0.8 l
		Quinclonac	Exocat®	1.2 l
26/11/06	Fertilización	Urea macollaje		60 y 210 kg
28/12/06	Fertilización	Urea primordio		60 kg
12/2/07	Fungicida	Trifloxistrobina- Tebuconazol	Nativo®	0.5 l
			Optimizer®	0.5%
9/04/07	Cosecha			

Materiales y Métodos ...

■ Determinaciones

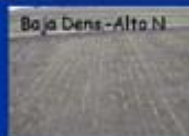
- Análisis de suelo y plantas (N-P-K).
- Materia seca, número de tallos y altura de planta.
- Estimación contenido clorofila (SPAD).
- Grado severidad enfermedades.
- Componentes de rendimiento (panojas/m², granos llenos y chuzos, y peso de grano).
- Rendimiento de Grano: cosechadora equipada con Monitor de Rendimiento y GPS.

Materialos y Métodos ...



Fotografías Panorámicas ...

Emergencia



Variabilidad Espacial de Suelos y Cultivos

- ✓ Las chacras contienen una compleja combinación de suelos, topografía y manejos, por lo tanto es común encontrar significativa variación espacial en el rendimientos de los cultivos.

(Mulla & Schepers, 1997; Sadler et al., 1998; McBratney & Pringle, 1999)



Fotografías Panorámicas ...



Baja Dens - Alto N



Alta Dens - Bajo N



Fotografías Panorámicas ...



Fotografías Panorámicas ...



Resultados ...



DENSIDAD

Fecha	Alta Dens- Bajo N	Baja Dens- Alto N
	----- (Tallos/m ²) -----	
20/11/06	206a	101b
22/12/06	477a	492a
30/01/07	793a	811a

Resultados ...



ALTURA DE PLANTAS

Fecha	Alta Dens- Bajo N	Baja Dens- Alto N
	----- (cm) -----	
22/12/06	52a	46b
30/01/07	99a	96b

Resultados ...

MATERIA SECA

Fecha	Alta Dens- Bajo N	Baja Dens- Alto N
	----- (kg/ha) -----	
22/12/06	1862a	1800a
30/01/07	1554a	16218a
09/04/07	23446b	25327a

Resultados ...

INDICE DE CLOROFILA



Resultados ...

ENFERMEDADES

Sclerotium	Alta Dens- Bajo N	Baja Dens- Alto N
	----- (%) -----	
Grado 3	52a	46b
Grado 5	30a	26a
Grado 7	5.6a	5.1a

Resultados ...

RENDIMIENTO

	Alta Dens. Bajo N	Baja Dens. Alto N
MS (kg/ha)	23446b	25327a
Índice Cosecha	0.41a	0.37b
Grano (kg/ha)	9620a	9185b

Resultados ...

COMPONENTES RENDIMIENTO

	Alta Dens. Bajo N	Baja Dens. Alto N
Panojas/m ²	530a	499a
Granos/panoja	103b	114a
Peso 1000 granos (g)	27.7a	28.3a
Esterilidad (%)	11.3a	10.0a

Variabilidad Espacial de Suelos

Muchas propiedades del suelo que influyen la productividad de los cultivos exhiben variabilidad espacial y temporal.

NATURAL: Génesis de suelos

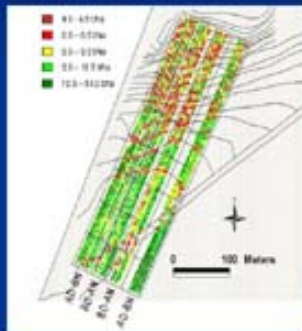


ANTROPOGENICA: dinámica o relacionada al uso y manejo.



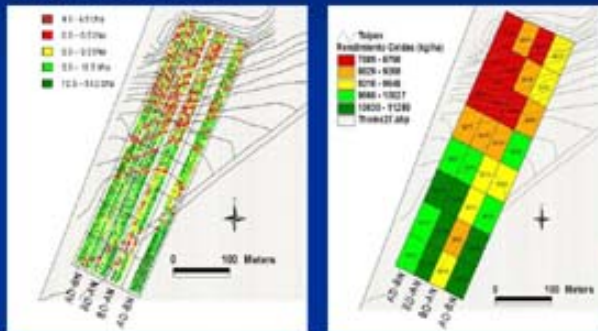
Resultados ...

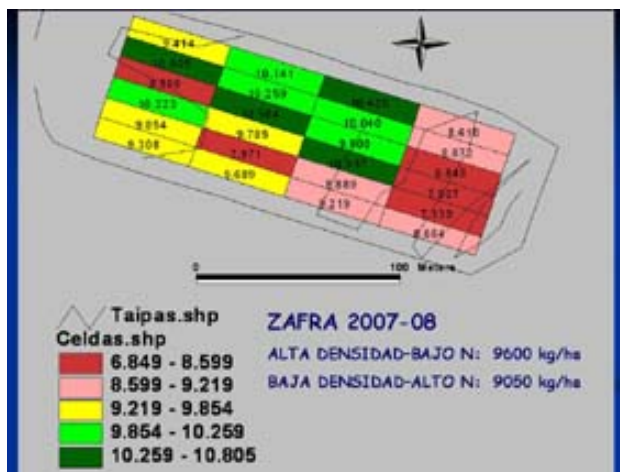
Mapa de Rendimiento



Resultados ...

Mapa de Rendimiento





Consideraciones Finales

- Existieron 9-11 bolsas de diferencia entre tratamientos a favor del manejo "tradicional" (Alta Dens-BajoN) comparado con el "alternativo" (Baja Dens-AltoN).
- Las diferencias fueron mayores en zonas de ladera comparadas con zonas planas.
- La información climática y los rendimientos de las zafras a nivel comercial sugieren que se trataron de años de condiciones ambientales muy favorables.
- Es altamente probable que ante un año climáticamente desfavorable deberían esperarse mayores diferencias de rendimiento.

Impacto de la Intensidad de Laboreo sobre los Rendimientos de Arroz

Guillermina Cantou
José Terra
Enrique Deambrosi
Federico Molina
Álvaro Roel

INTRODUCCION

- La eliminación del laboreo de primavera para el cultivo ha sido una línea de investigación importante por muchos años en el Prg ARROZ de INIA.
- La siembra directa pretende contribuir a:
 - la siembra del cultivo en fecha,
 - reducir costos
 - al control de algunas malezas como el arroz rojo
 - a mitigar el deterioro de la calidad de los suelos (Deambrosi et al., 1997; Méndez et al., 2001).
- La información experimental ha demostrado que es posible eliminar el laboreo de primavera sin afectar significativamente la productividad del cultivo (Mendez et al., 2001).

Suelos con alto contenido de limo (0-10-cm) y de alta intensidad de uso que han sufrido degradación física

Bajos rendimientos en algunas zafras



adaptabilidad de la siembra directa sobre laboreo de verano en estos suelos

INTRODUCCIÓN ...

- UNIDAD DE PRODUCCION ARROZ-GANADERIA (UPAG)
- Rotación estabilizada (9 años)
- Mosaico de suelos
- Elevadas intensidades de uso del suelo.
- Problema: degradación estructural y física del suelo.
- SECUENCIA ROTACION UPAG
 - 1) Arroz - Raigrás
 - 2) Raigrás
 - 3) Arroz
 - 4) Prodera
 - 5) Prodera - Raigrás



Objetivo:

Evaluar el efecto de la intensidad de laboreo (directa y convencional) previo a la instalación del cultivo de arroz, sobre la productividad del mismo, en dos momentos de la secuencia de rotación de la UPAG (pradera y raigrás).

Materiales y Métodos

■ Metodología

- Fajas (20-m por 150-250-m según potrero)
- 3-4 repeticiones
- Disposición a favor de la pendiente (tapias)
- Puntos muestreo cada 50 m.

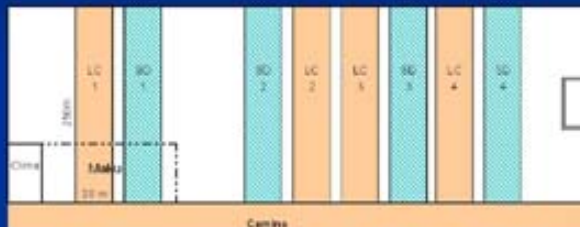
Tecnología permite captar, georeferenciar, procesar y analizar la variabilidad



- SENSORES
- GPS
- GIS - Informática
- Geostatística
- Estadístico Multivariado



Esquema Potrero 3



Materiales y Métodos

■ Determinaciones

- Análisis de suelo y plantas (N-P-K).
- Materia seca, número de tallos y altura de planta en diferentes etapas del cultivo.
- Estimación del contenido de clorofila en hoja (SPAD).
- Componentes de rendimiento (panojas/m², granos llenos y chuzos, y peso de grano).
- Cosechadora equipada con monitor de rendimiento y GPS.





Resultados

Zafra	Secuencia	C Org %	P As. Citros (ppm)	K int (mg/100g)
2006-07	Pradera	1.37	8.5	0.24
	Raigrás	1.18	6.7	0.16
2007-06	Pradera	1.58	7.7	0.14
	Raigrás	1.15	9.1	0.13

Zafra 2007-08

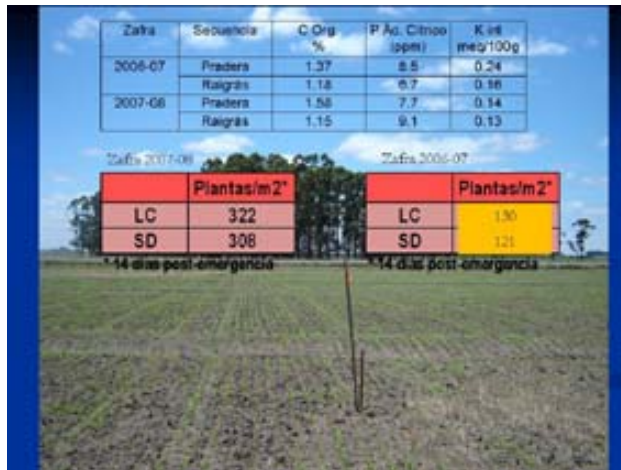
	Plantas/m ² *
LC	322
SD	308

*14 días post-emergencia

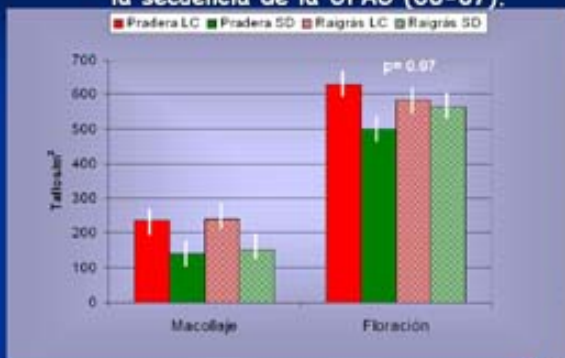
Zafra 2006-07

	Plantas/m ² *
LC	130
SD	121

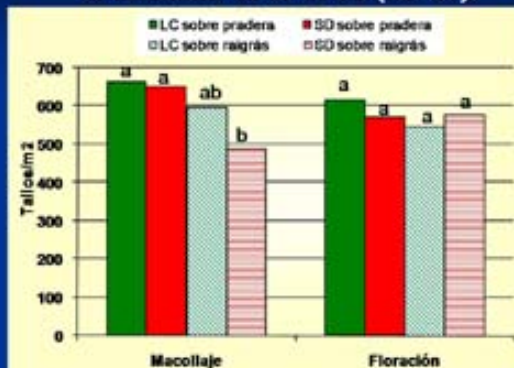
*14 días post-emergencia



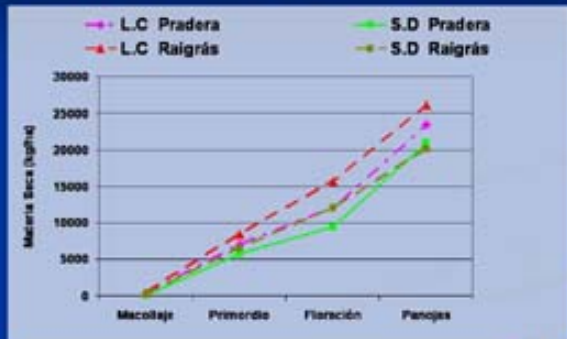
Efecto de la intensidad de laboreo sobre el número de tallos del arroz en dos momentos de la secuencia de la UPAG (06-07).



Efecto de la intensidad de laboreo sobre el número de tallos del arroz en dos momentos de la secuencia de la UPAG (06-07).



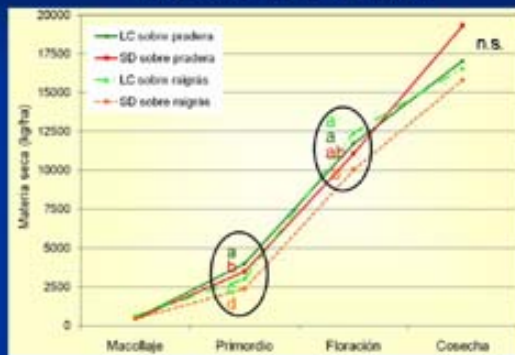
Efecto de la intensidad de laboreo sobre la acumulación de MS durante el ciclo del cultivo de arroz en dos momentos de la secuencia de la UPAG.



Manejo Sitio-Específico (SSM)...

- ✓ Método de producción en el que zonas y suelos son delineados dentro de un predio y manejados de acuerdo a sus propiedades particulares (Núñez & Schapers, 1997).
- ✓ La variabilidad de rendimiento de cultivos de secano está correlacionada con atributos edáficos y topográficos que afectan la dinámica de agua.
- ✓ ARROZ IRRIGADO??

Efecto de la intensidad de laboreo sobre la acumulación de **Materia Seca**, en dos momentos de la secuencia de la UPAG.



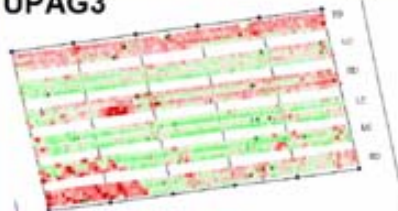
Comparación entre los dos años de ensayo

	2006-2007		2007-2008	
	Secuencias	Laboreo	Secuencias	Laboreo
Nº tallos/m ² (macolla-floración)		✗		
Altura de planta (primordio-floración)		✗	✗ (prima-flor.)	
Materia seca (mac.-prim.-flor.-cosecha)		✗	✗ (mac.-prim.)	✗ (mac.-prim.-flor.)
Rendimiento	✗	✗		

Comparación del rendimiento entre los dos años de ensayo

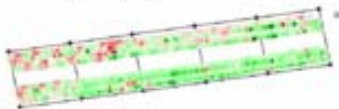
Rendimiento (kg/ha)	2006-2007	2007-2008
Pradera	9.418 a	9.858 b
Raigrás	8.804 b	10.733 a
Lab. Conv	9.592 a	10.291 a
S. Directa	8.629 b	10.300 a
Media	9.110	10.296

UPAG3



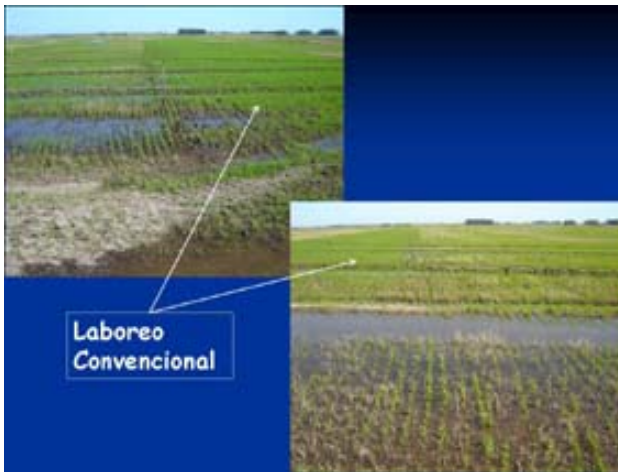
Wells 2012 data

Site 2012 data



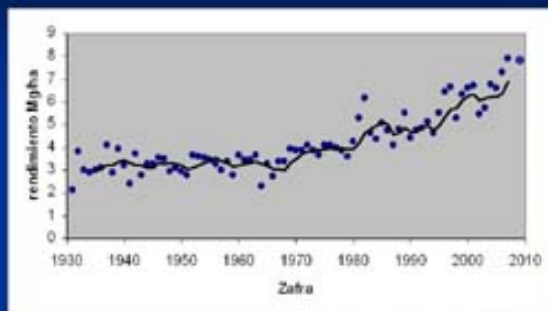
0 100 Meters



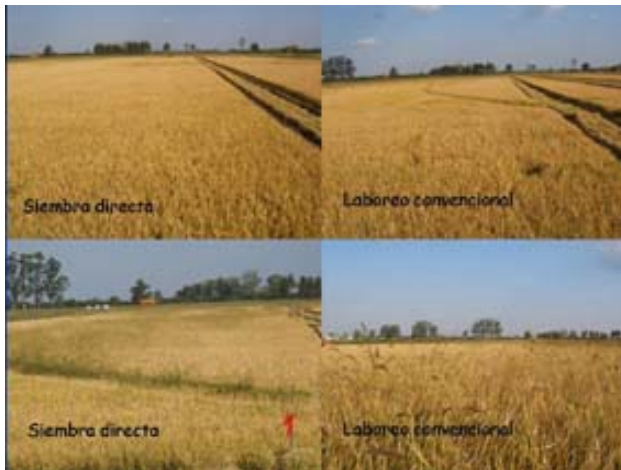


Laboreo
Convencional

Rendimientos de Arroz en Uruguay



inia
URUGUAY



Mapa de rendimiento del potrero 2

Uso anterior: Raigrás

Media: 10.733 kg/ha

Desv. st.: 1.920 kg/ha

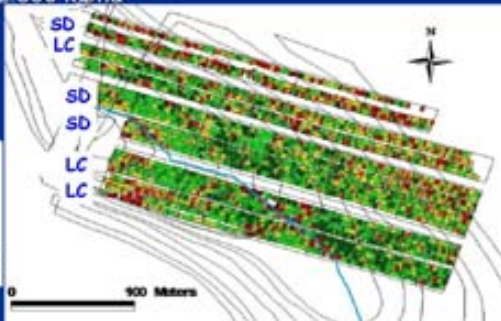


Mapa de rendimiento del potrero 5

Uso anterior: Pradera

Media: 9.858 kg/ha

Desv. st.: 2.350 kg/ha

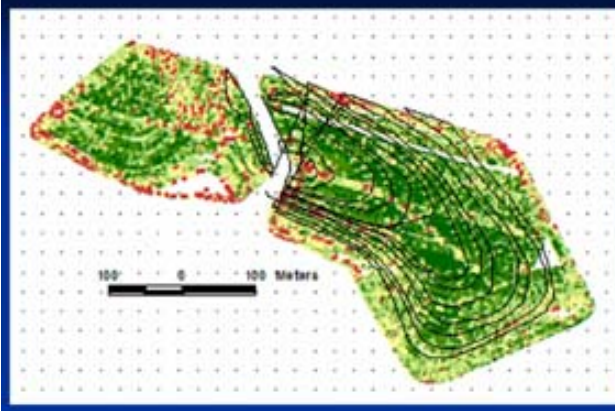


Consideraciones Finales (Zafra 06-07)

- El cultivo con laboreo rindió 11,5% más que en siembra directa (8629 kg/ha)
- El cultivo sobre pradera produjo 6,6% más de grano que el arroz sobre raigras (8804 kg/ha) —→ *Historia de pastoreo*
- Ajustar el manejo a cada sistema.
- Continuar los estudios —→ *Mediana y Largo plazo*

Consideraciones Finales (Zafra 2007-08)

- El rendimiento de grano promedio fue 12% superior al obtenido en la zafra 2006-2007, alcanzando 10.296 kg/ha.
- A diferencia de lo obtenido en la zafra 2006-2007, el rendimiento no fue afectado ni por la intensidad de laboreo, ni por la secuencia de la rotación.



Objetivos Especificos



1. Determinar los principales factores asociados a los patrones de variación del cultivo.
2. Metodologías de delineación de zonas de manejo en las chacras para guiar su manejo sitio-especifico.
3. Evaluar los impactos de la interacción de las prácticas de manejo con la variabilidad espacial de las chacras sobre la productividad del cultivo y propiedades dinámicas del suelo.
4. Estimar la variabilidad del estado del cultivo en la chacra mediante el uso de Imágenes.
5. Ajustar Modelos de Simulación de crecimiento del cultivo adaptados a diferentes escenarios productivos.