

Aprendizajes de experimentos a largo plazo: Siembra directa, rotaciones y calidad de productos

- Dr. Paul Reed Hepperly

Director de Investigaciones y Capacitación
Instituto Rodale

Granja Rodale

Historia de Transformación



1970

Granja Rodale 1990



Instituto Rodale 2003



- La Agricultura Orgánica

Un Informe del Departamento de Agricultura


El futuro de la agricultura orgánica no es muy cierto.

- Este sistema de agricultura produce rendimientos bajos en la transición,
- no tiene producción suficiente por la falta de nitrógeno sin el uso de los estiércoles animales,
- no es capaz de combatir las malezas y
- requiere demasiada mano de obra comparado a la agricultura convencional basada en el uso de agroquímicos.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos 1980.

El ensayo de largo plazo

- FIELD SYSTEM TRIAL



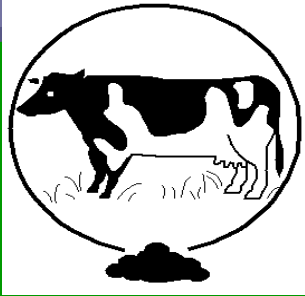
Veintisiete años estudiando los sistemas de producción de cultivos orgánicos y convencionales

- Ocho repeticiones
- Parcelas grandes
(10 por 100 metros)
- Tres sistemas: dos orgánicos y uno convencional

Parámetros

1. Rendimiento (grano y biomasa)
2. Calidad de cosecha (proteína y minerales)
3. Uso de energía (calorías)
4. Análisis económico (ingresos y egresos) (\$)
5. Carbono y nitrógeno en suelo y biomasa
6. Malezas (materia seca)
7. Respiración del suelo
8. Percolación de agua (lisímetros)
9. Movimiento de nutrientes y tóxicos (lisímetros)

Tres Sistemas Evaluados



- Orgánico simulando sistema con animales rotación de trigo heno maíz y soja utilizando centeno y vicia como cultivos de cobertura. Se utiliza estiércol para abonado del maíz.
- Orgánico sin animales utiliza trigo vicia maíz centeno soja como rotación sin uso de estiércol animal o la producción de heno.



- Convencional. Utiliza fertilizantes y herbicidas de acuerdo con las recomendaciones de la Univ. Penn. Rotación simple de maíz y soja sin cultivos de cobertura.



■ Ensayo de Sistemas de Agricultura Rodale®

Year/Entry Point

Farming System	1				2				3				4				5			
	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter	Spring	Summer	Autumn	Winter
Low Input with Animals																				
Nitrogen Fertility: Manure	Corn Silage		Wheat				Red Clover/Alfalfa				Corn Grain		Soybeans							
Low Input Cash Grain																				
Nitrogen Fertility: Legume Green Manure Crops	Barley	Wheat		Red Clover/Alfalfa				Corn	Barley		Soybeans		Red Clover							
	Soybeans		Red Clover/Alfalfa				Barley		Oats											
Conventional Cash Grain																				
Nitrogen Fertility: Penn State University Recommendations	Corn		Corn				Soybeans		Corn		Soybeans									

Aplicación de nutrientes (kg/ha) en ensayos Rodale de 1996 a 2000.

Insumo	Org. Animal	Org. Cultivo	Convencional
Estiércol	298	0	0
<i>Vicia</i>	0	252	0
N	0	0	390
P	0	0	90
K	0	0	30

Aplicación de herbicidas (kg/ha) en ensayo Rodale de 1996 a 2000.

Herbicida	Org. Animal	Org. Cultivo	Convencional
Atrazina	0	0	3
"Prowl"	0	0	3
Metalochlor	0	0	8
"Dicamba"	0	0	2
"Canopy"	0	0	1
Total	0	0	17

Semillas utilizadas (kg/ha) en ensayo de Rodale de 1996 a 2000.

Semilla	Org. Animal	Org. Cultivo	Convencional
Maíz	30	25	45
Soja	76	126	151
Trigo	150	150	0
Trébol	10	0	0
Vicia	0	32	0
Medicago	5	0	0
Centeno	280	280	0
TOTAL	551	563	196

Los Cultivos de Cobertura son la clave para:

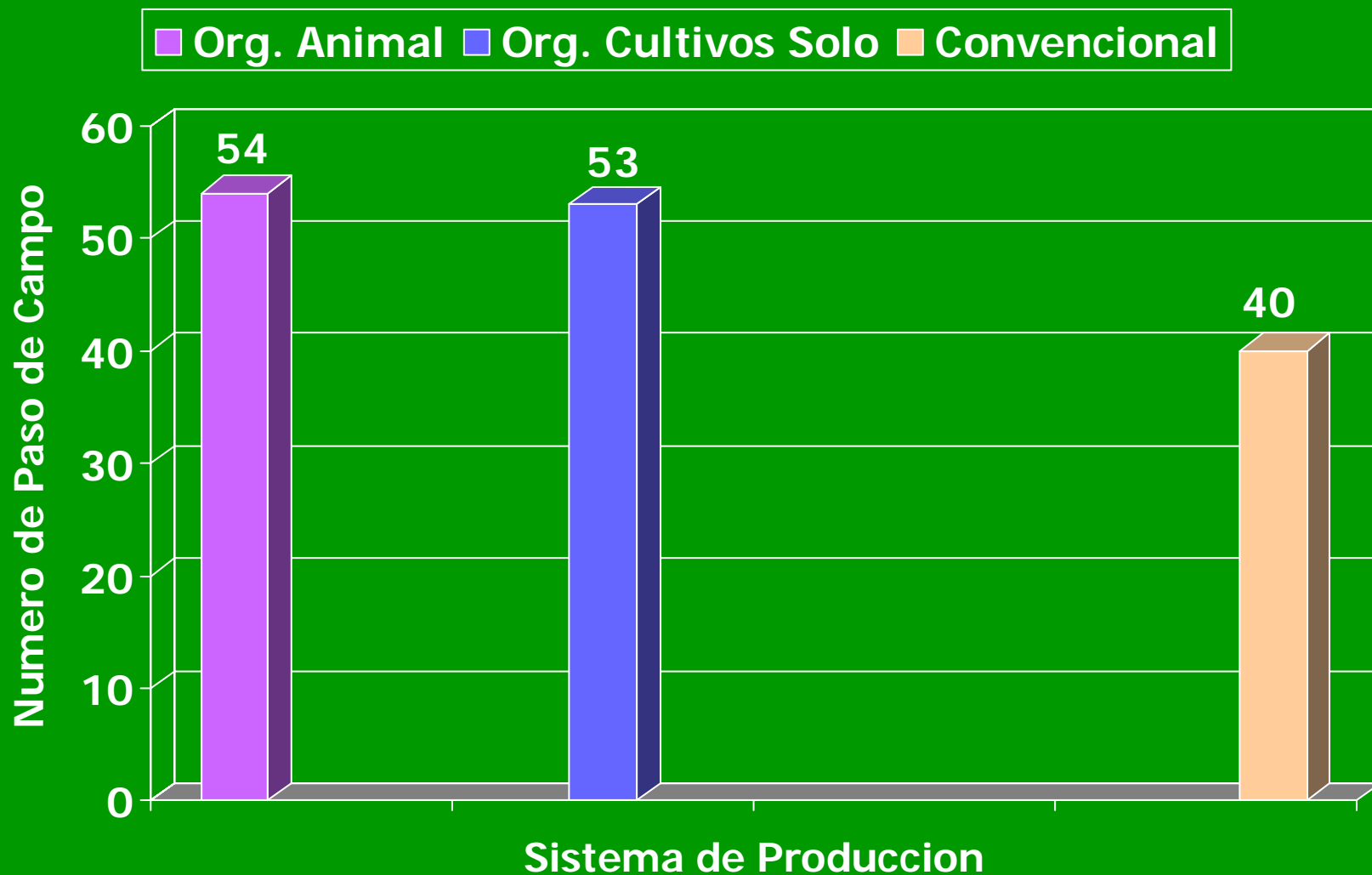
- proveer nitrógeno



- combatir las malezas



Número de pasadas de maquinaria por sistema del ensayo Rodale 1996 a 2000.



Colaboradores Científicos

- Dr. David Pimentel Cornell University - Análisis energético
- Dr. James Hanson University of Maryland - Análisis económico
- Dr. David Douds, Jr., Depto de Agric. Fed. - Análisis de micorriza
- Dr. David Mortensen, Penn. State Univ. - Análisis de malezas e interacción ecológica
- Dr. Warren Porter, Univ. de Wisconsin - Análisis de comportamiento y nutrición de animales de laboratorio con alimento orgánico y convencional

Trabajo de Equipo

Dave Wilson
Ing. Agronomo

Paul Hepperly
Director de
Investigaciones

Maria Pop
Educación

Rita Seidel
Lider Sistemas Agricola's

Christine Zeigler
Lider Editorial



■ LOS RESULTADOS

Publicaciones Científicas

Aproximadamente 50 en revistas como Agronomy Journal, Bioscience, Crop Science, Journal of Alternative Agriculture, Nature y otras de renombre internacional.

Referencias

- Lotter et al. 2003. Las repuestas de los sistemas orgánicos y convencionales a la sequía. The performance of organic and conventional cropping systems in an extreme climate year. Amer. Journal of Alternative Agriculture 18(2):1-9.
- Pimentel et al. 2005. Las repuestas de sistemas orgánicos y convencionales al ambiente, sus usos de energía y los rendimientos económicos y agronómicos. Environmental, energetic and economic comparisons of organic and conventional farming systems. Bioscience 55(7): 573-582.

¿Es La Agricultura Orgánica Competitiva?



Nueve Fundamentos

- Suelo
- Agua
- Aire
- Ecología
- Energía
- Economía
- Manejo y Comportamiento Agronómico
- Nutrición
- Clima

Diferencia en el Suelo

Orgánico

Convencional

2004 10 15

El suelo bajo manejo orgánico a la izquierda muestra una textura suave y mejor estructura con el color más oscuro



Cambio del contenido de carbono en el suelo durante Ensayo de Sistemas de Producción Rodale.

Año	Convencional	Orgánico Sólo Cultivo	Orgánico Estiércol Animal
1981	1.85 A	1.92 A	2.04 A
1985	2.05 A	2.20 B	2.28 B
1990	2.08 A	2.31 B	2.26 B
1995	1.88 A	2.33 B	2.45 B
2003	1.98 A	2.45 B	2.36 B
2005	1.95 A	2.50 B	2.50 B
2006	1.79 A	2.41 B	2.59 B

El potencial de prácticas agrícolas de captar carbono en el suelo

<u>Practica Agrícola</u>	<u>Carbono (kg/ha/año)</u>
■ Compost	■ 1,000 a 2,000
■ Cultivo cobertura	■ 600 a 800
■ Cero labranza	■ 200 a 500
■ Rotación de cultivos	■ 0 a 200
■ Estiércol	■ 0 a 200
■ Cobertura y Rotación	■ 800 a 1,000
■ Compost, cobertura, rotación y cero labranza	■ 2,000 a 3,000

Gases de Invernadero

- Se pueden mitigar
- Resulta en beneficios para el ambiente y el agricultor
- Puede fomentarse utilizando sistemas de créditos
- Tiene aplicación en Uruguay

El maíz orgánico durante el año de sequía 1995 y el maíz convencional en el mismo año



Sequía 2005



Convencional

Orgánico

El maíz y la soja orgánicos tienen más rendimiento bajo condiciones de sequía que el maíz y soja no orgánicos

Rendimiento (kg/ha)	Orgánico con Estiercol	Orgánico con leguminosas	Convencional Químico
Maíz (1985-2005)	7,860 A	7,920 A	6,060 B
Soya (1981-2005)	1,800 A	1,860 A	1,140 B

El suelo mejorado en su contenido de materia orgánica resulta en rendimientos más altos durante épocas de sequía

Año	Orgánico sin estiércol	Conv.
1988	6,540	5,840
1994	9,720	7,500
1995	8,880	6,900
1997	7,680	4,800
1998	8,240	5,700
Promedio	8,160 A	6,120 B

En estaciones de lluvias abundantes (como 2004), los abonos químicos se pierden, y como consecuencia disminuye la producción de los cultivos

Suelo Orgánico

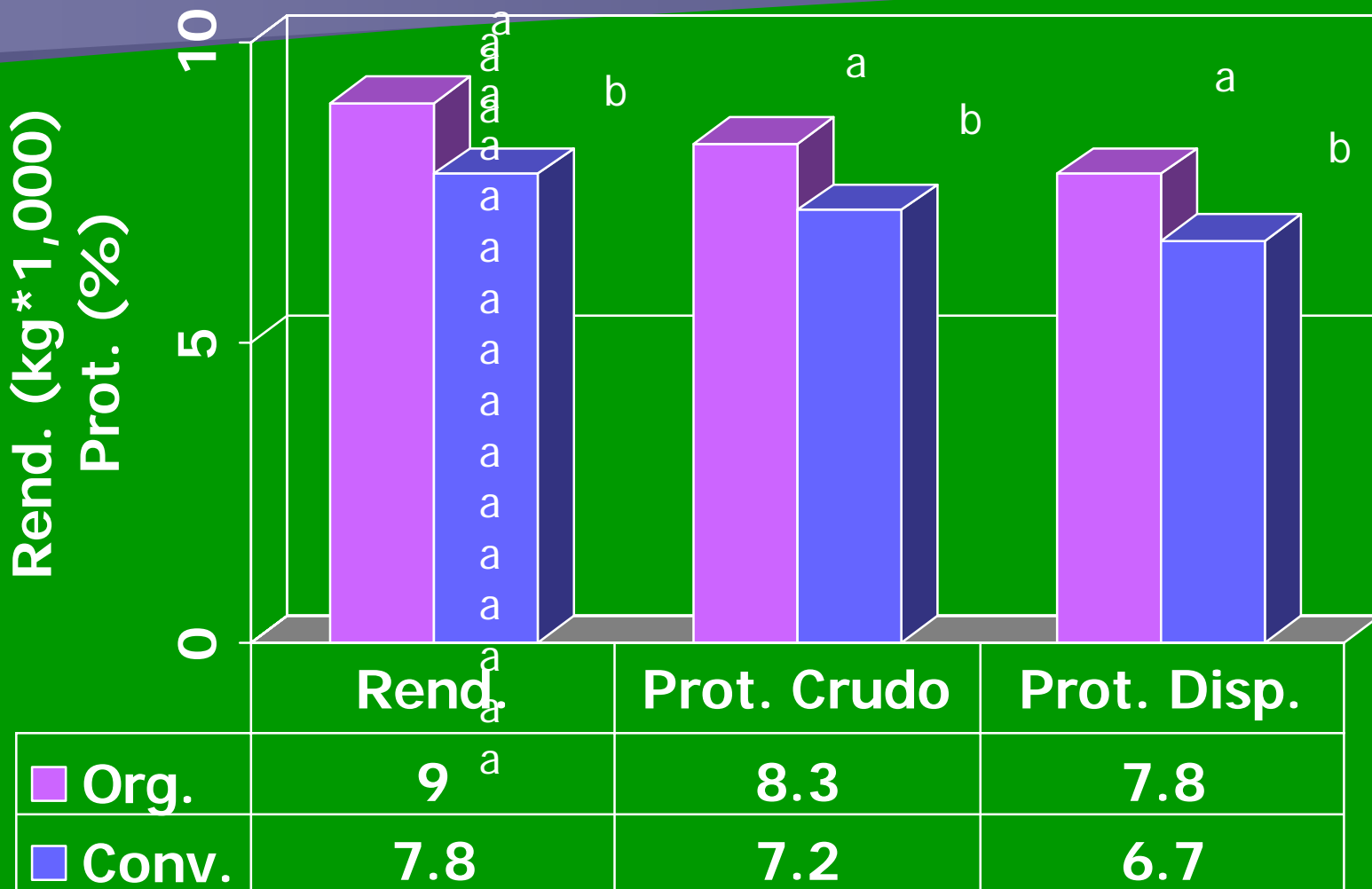
***Convencional
Uso de abono
químico***



La habilidad de los sistemas orgánicos de mantener el nitrógeno en el suelo resulta en producciones de plantas más verdes con granos de más concentración de proteínas

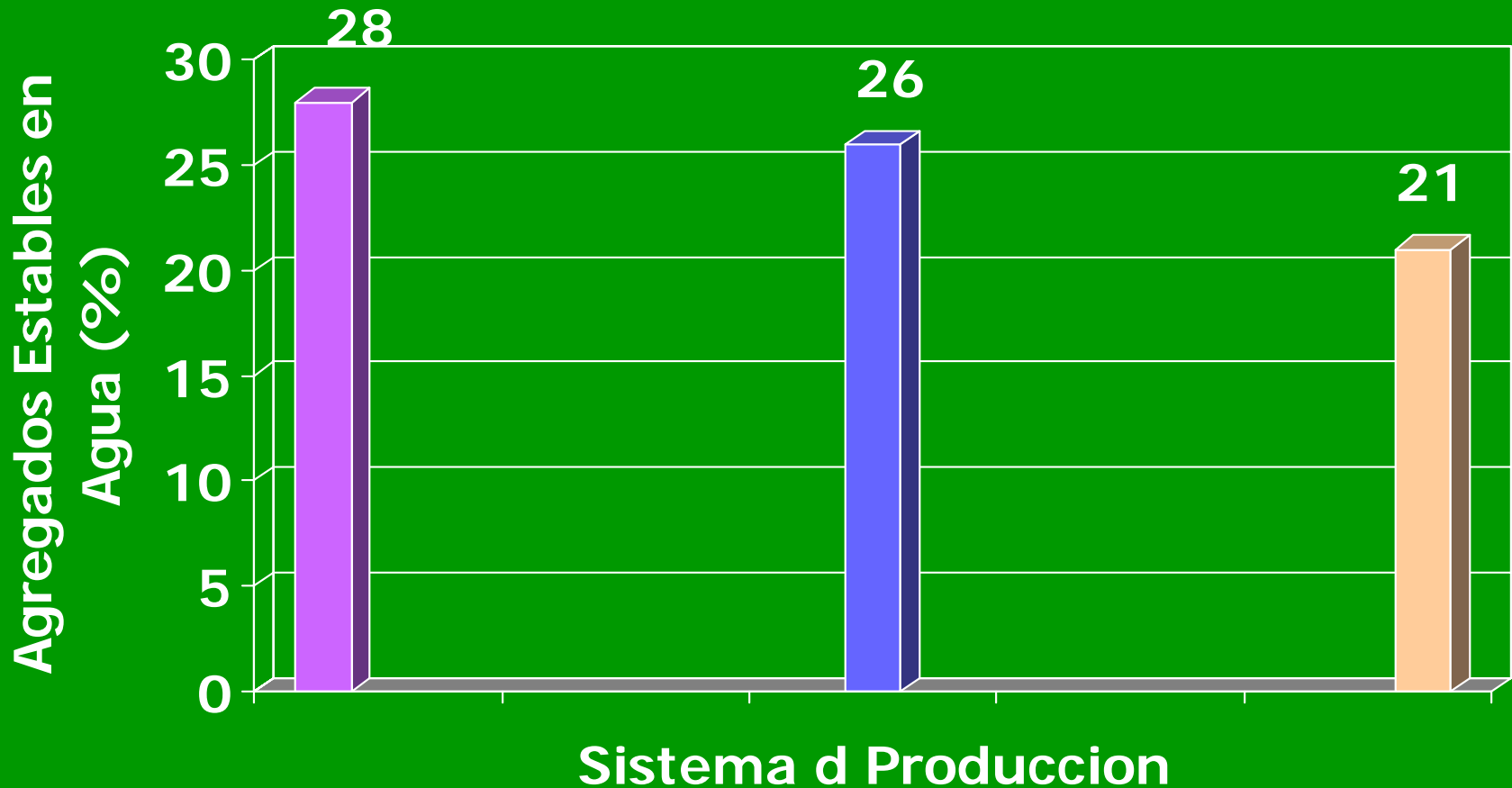


Bajo condiciones de altas lluvias, el maíz orgánico rinde más y tiene más proteínas en el grano.



Estabilidad de agregados del suelo de 1 a 2 mm dependiendo del sistema de producción

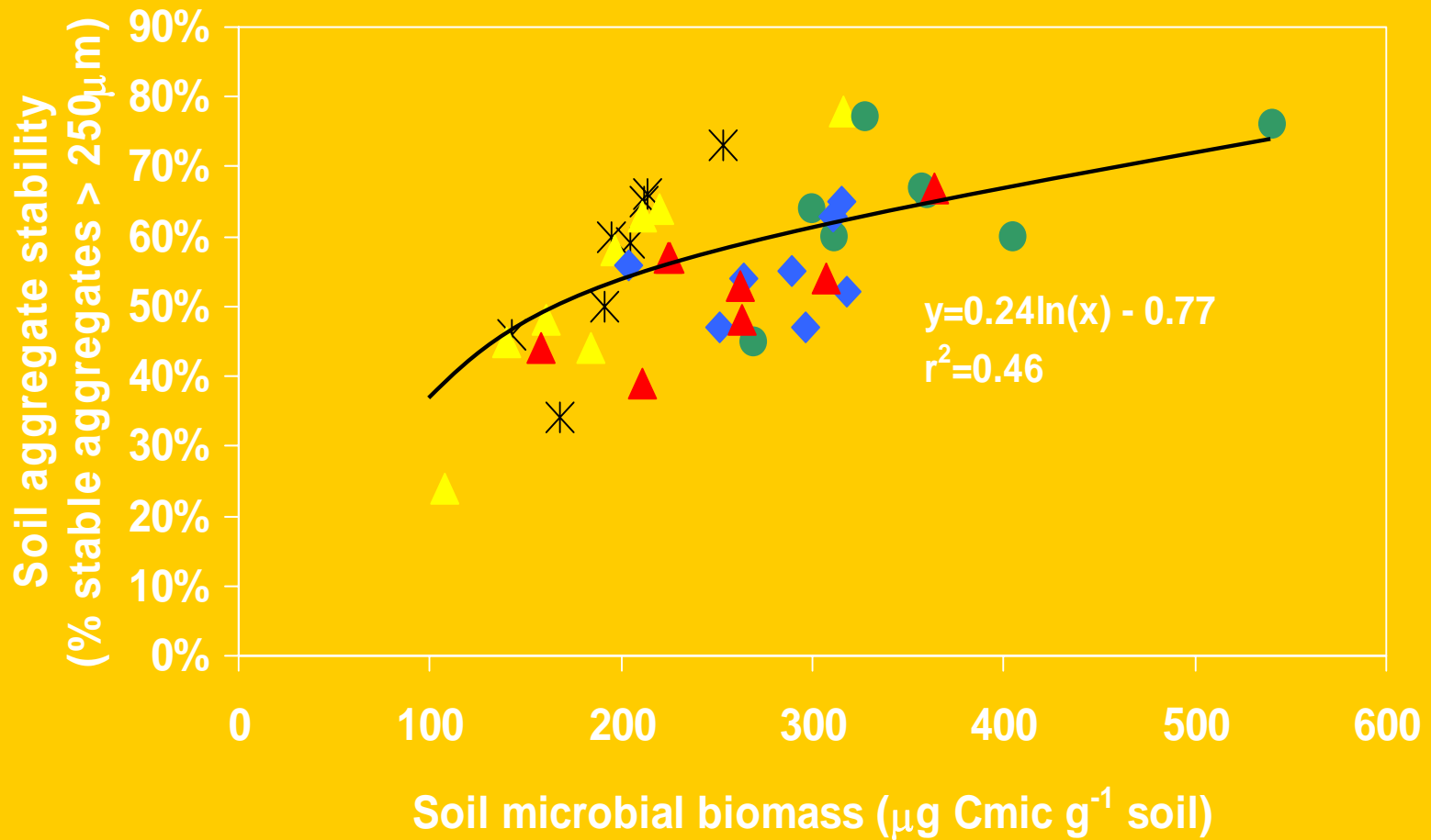
■ Org. Con Animal ■ Org. Cultivos Solo ■ Convencional



La Materia Orgánica mejora la percolación del agua



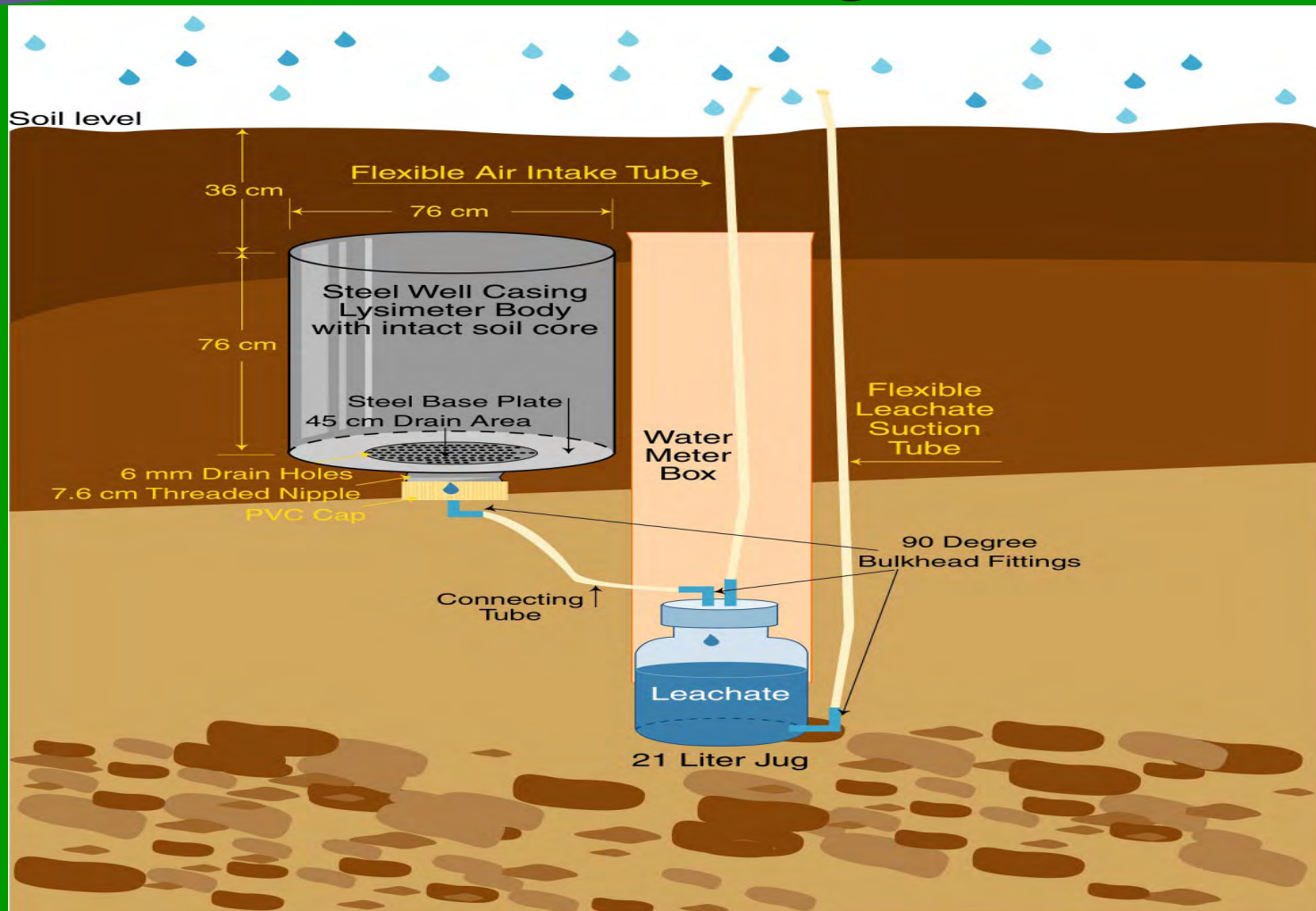
Por su influencia en la agregación del suelo los microorganismos promueven la estabilización del suelo



La agricultura y el agua



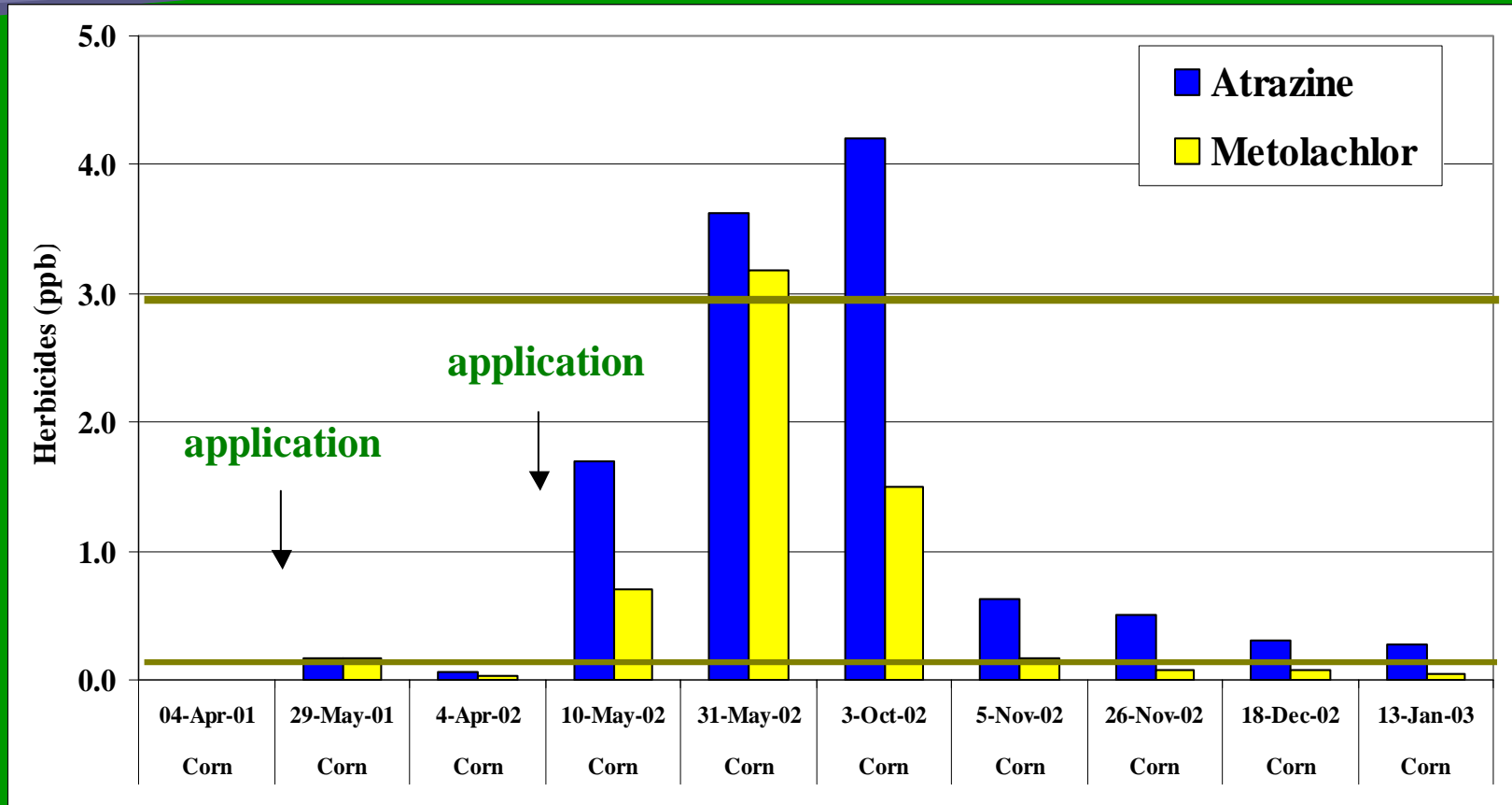
El lisímetro sirve para medir el agua que fluye a través de los sistemas agrícolas



Se utiliza una bomba para tomar muestra de agua de los lisímetros

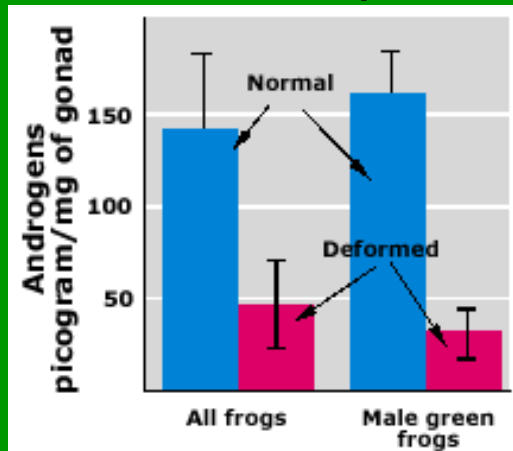


Niveles de Herbicidas en agua de lisímetros durante época de producción



Sower, SA, KL Reed and KJ Babbitt. 2000. Limb Malformations and Abnormal Sex Hormone Concentrations in Frogs. *Environmental Health Perspectives* 108:1085-1090.

Perspectives 108:1085-1090.



La Espina bifida y las malformaciones de genitalia se asocian con los niveles de los nitratos y atrazina en el agua y la exposición de la mujer a los mismos durante los primeras semanas de embarazo

Paul D Winchester MD, Jun Ying PhD, y
James Lemons MD

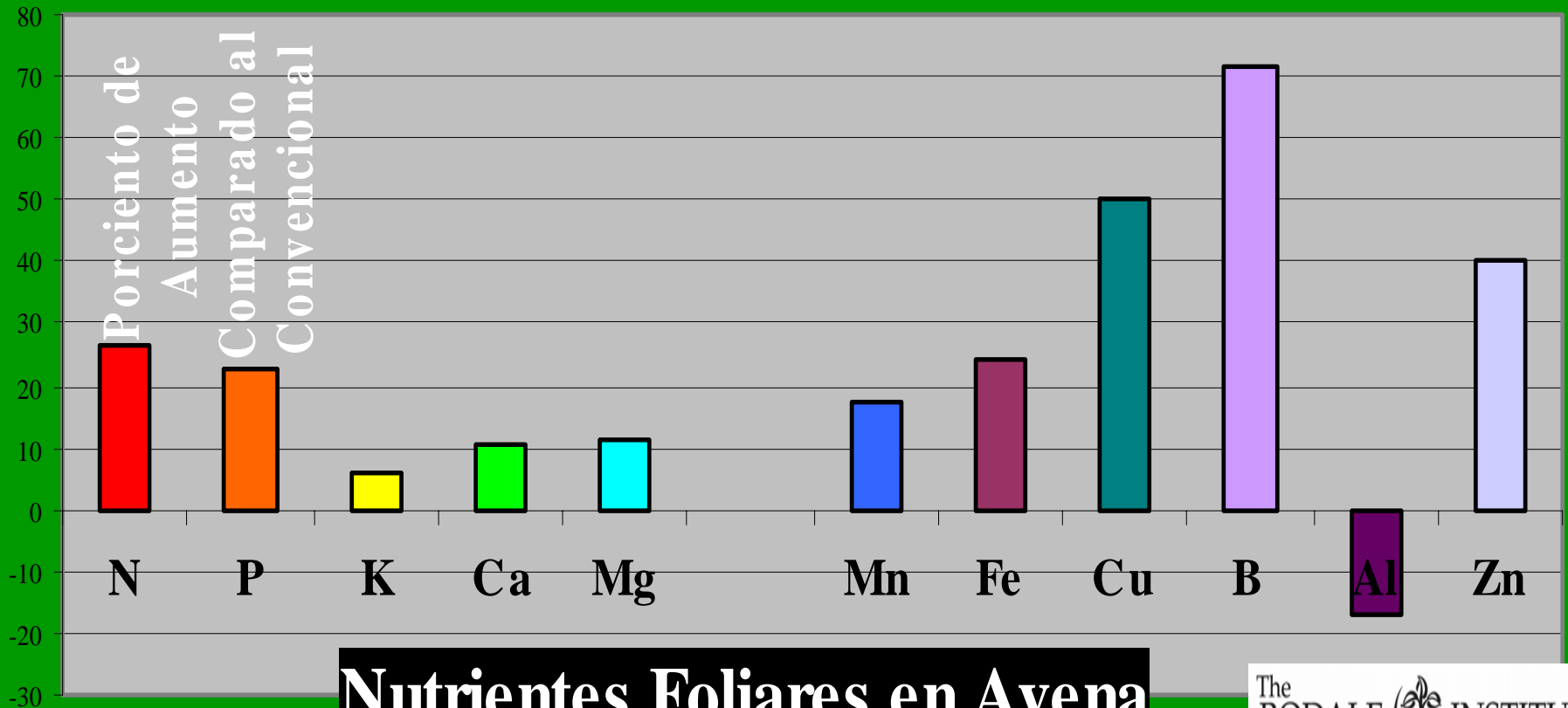
Los herbicidas contaminan las aguas superficiales y subterráneas

Herbicida	Orgánico	Leg.	Conv.
Atrazina	n.d.	n.d.	
Metolachlor	n.d.	n.d.	
Metribuzina	n.d.	n.d.	n.d.
Pendimethalina	n.d.	n.d.	n.d.

Después de 22 años de estudios y prácticas, los resultados con la avena nos enseñan que la producción orgánica sí funciona

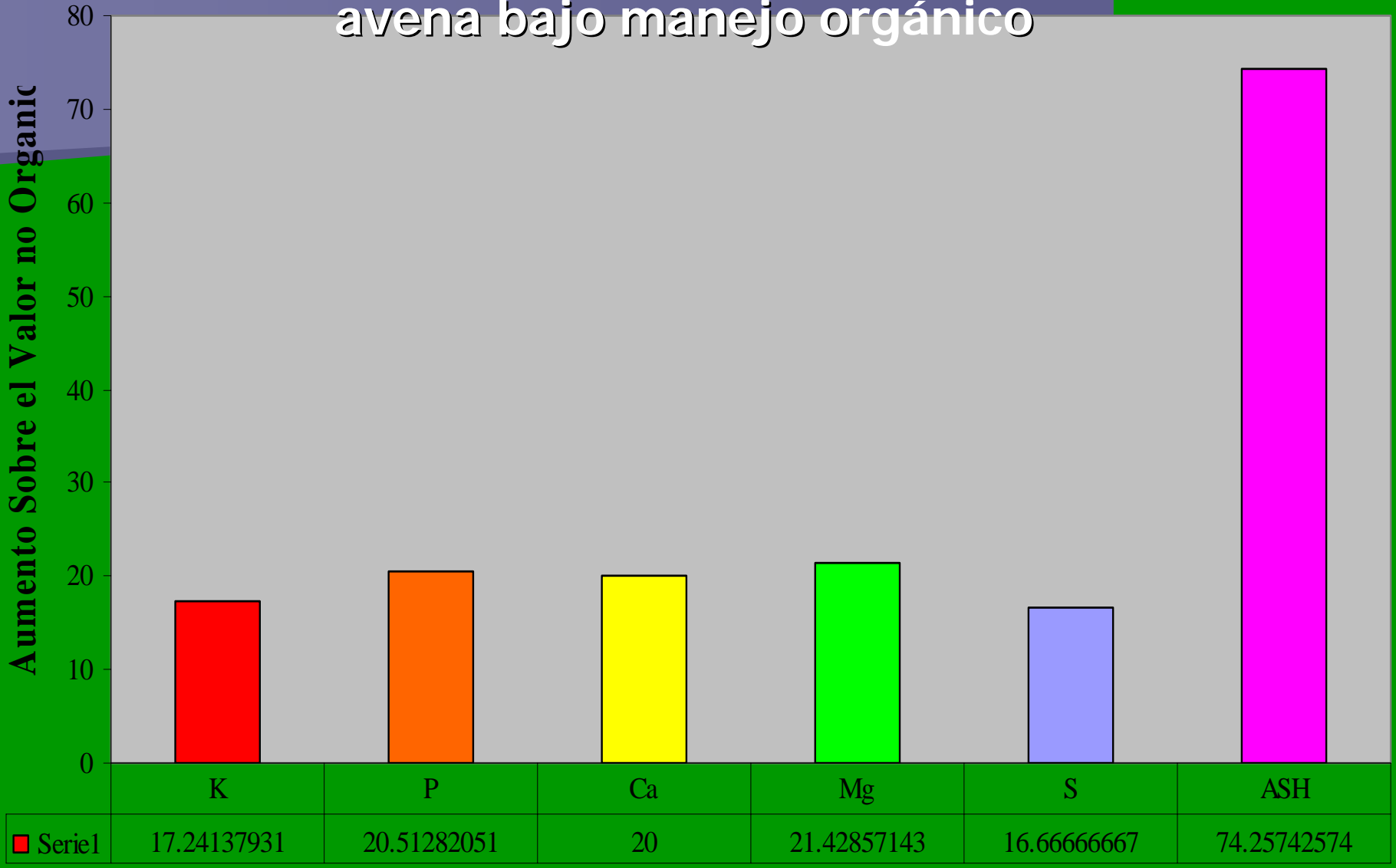
■ Rendimiento producido por la tierra tipo Comly	■ 1,980 kg/ha	Sig. P=0.05 B
■ Rendimiento del Sistema orgánico con uso de estiércol animal	■ 3,036 kg/ha	A
■ Rendimiento del Sistema no orgánico con uso de agroquímicos	■ 3,333 kg/ha	A

Aumento en nutrientes foliares bajo el sistema orgánico de producción comparado al sistema convencional después de 22 años de aplicar los sistemas de producción



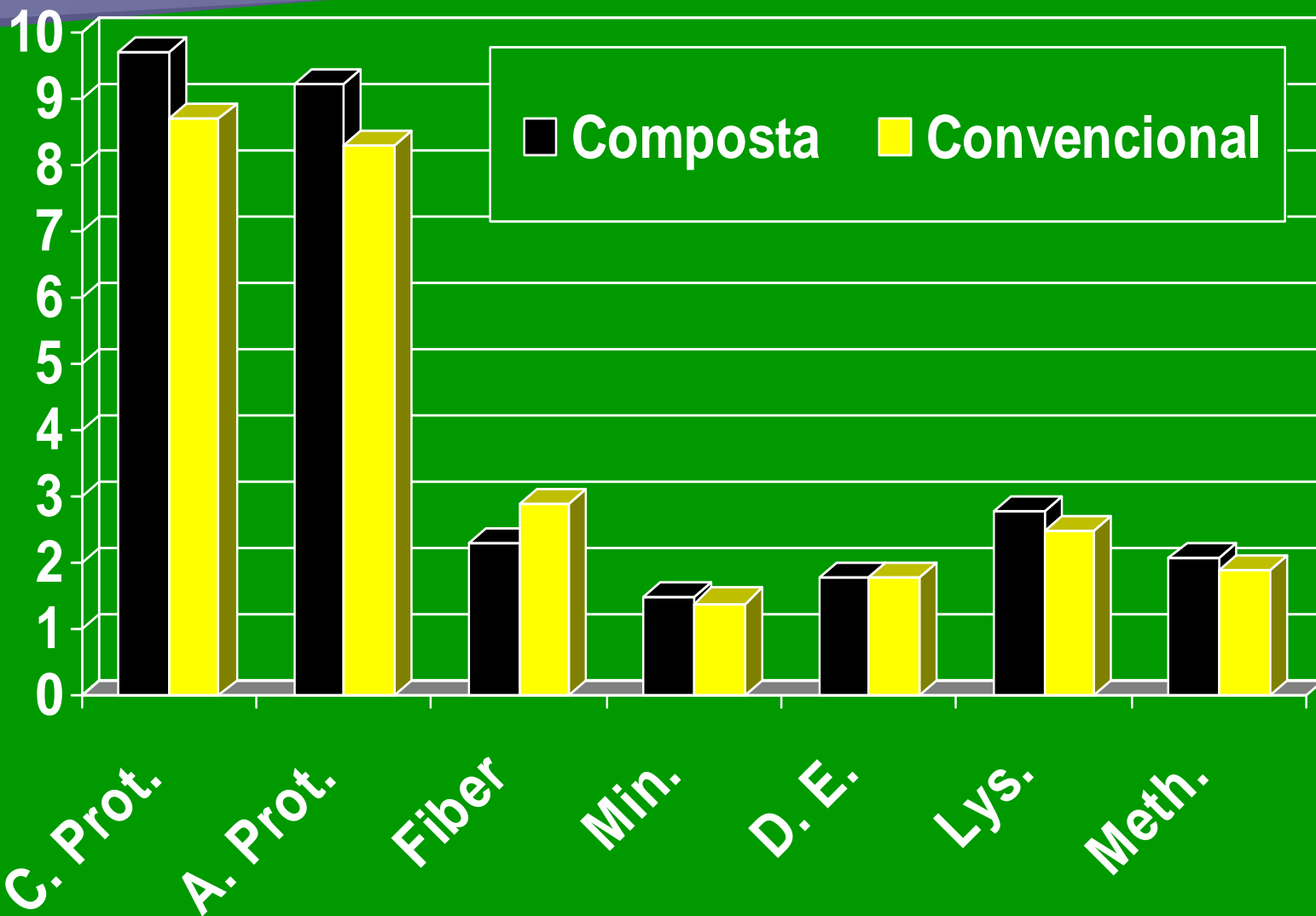
Nutrientes Foliares en Avena

Aumento de macro-nutrientes en las semillas de avena bajo manejo orgánico



Elements

El maíz orgánico abonado con compost tiene mayor concentración de proteínas, minerales y valor energético en los granos



Los Beneficios Orgánicos

- 11.5% aumento en proteínas
- 20.7% reducción en la fibra no digestible
- 7.1% aumento en los minerales en el grano
- 12.0% aumento en el amino ácido lisina en el grano
- 10.5% aumento en el amino ácido methionina en el grano

Nuevas áreas de investigación para el Instituto Rodale

- Énfasis en la salud
de los humanos y animales

Ensayos de animales en el laboratorio

- Dr. Warren Porter de la Universidad Estatal de Wisconsin en Madison

- Tratamientos
 1. Maíz y soja Orgánicos
 2. Maíz y soja Convencional
 3. Maíz y soja con alteraciones genéticas
 4. Alimento comercial: ración balanceada

Pruebas con Animales de Laboratorio

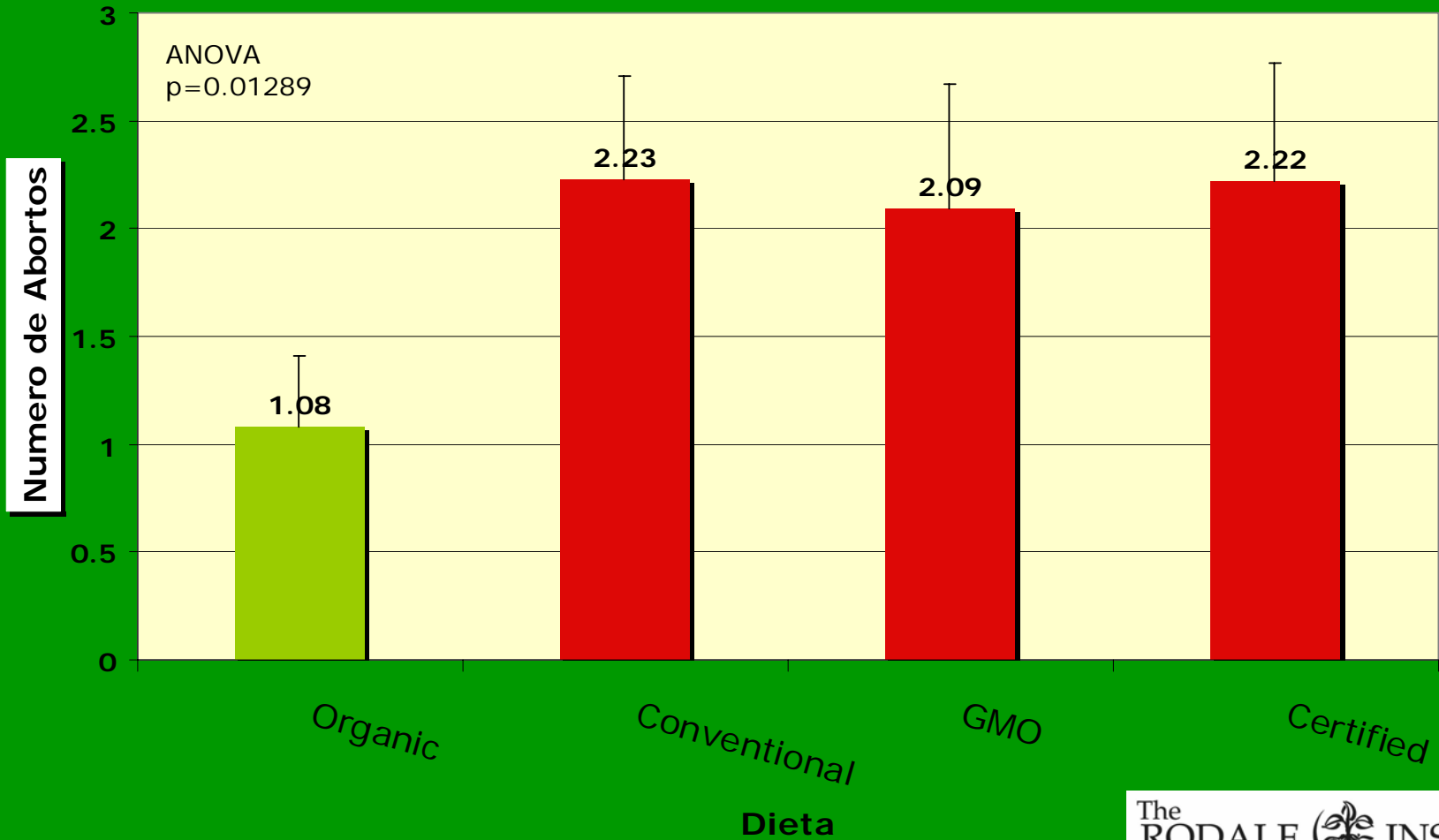
Ratas y ratones

- ❖ Crecimiento
- ❖ Desarrollo
- ❖ Cantidad de grasa *
- ❖ Éxito de reproducción *
- ❖ Aprendizaje y memoria *
- ❖ Reacción inmunológica *

-

Abortos

La dieta influye los abortos en ratones



Análisis de hortalizas

Orgánicos
y
Convencionales



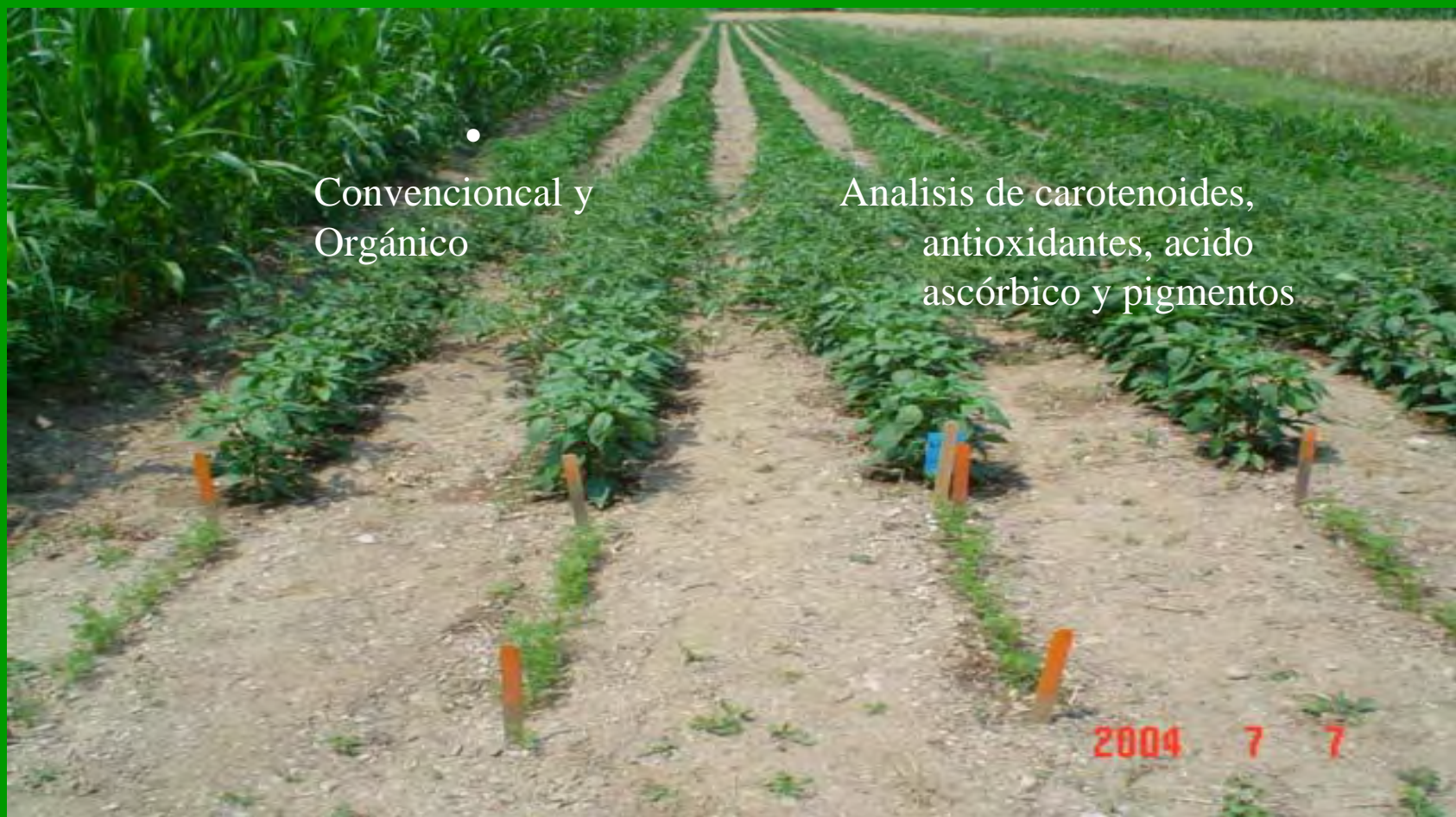
Ensayos con

Zanahorias, Pimientos y Tomates

- Convencional y Orgánico

Analisis de carotenoides, antioxidantes, acido ascórbico y pigmentos

2004 7 7



Epidemiología 2004 a 2006

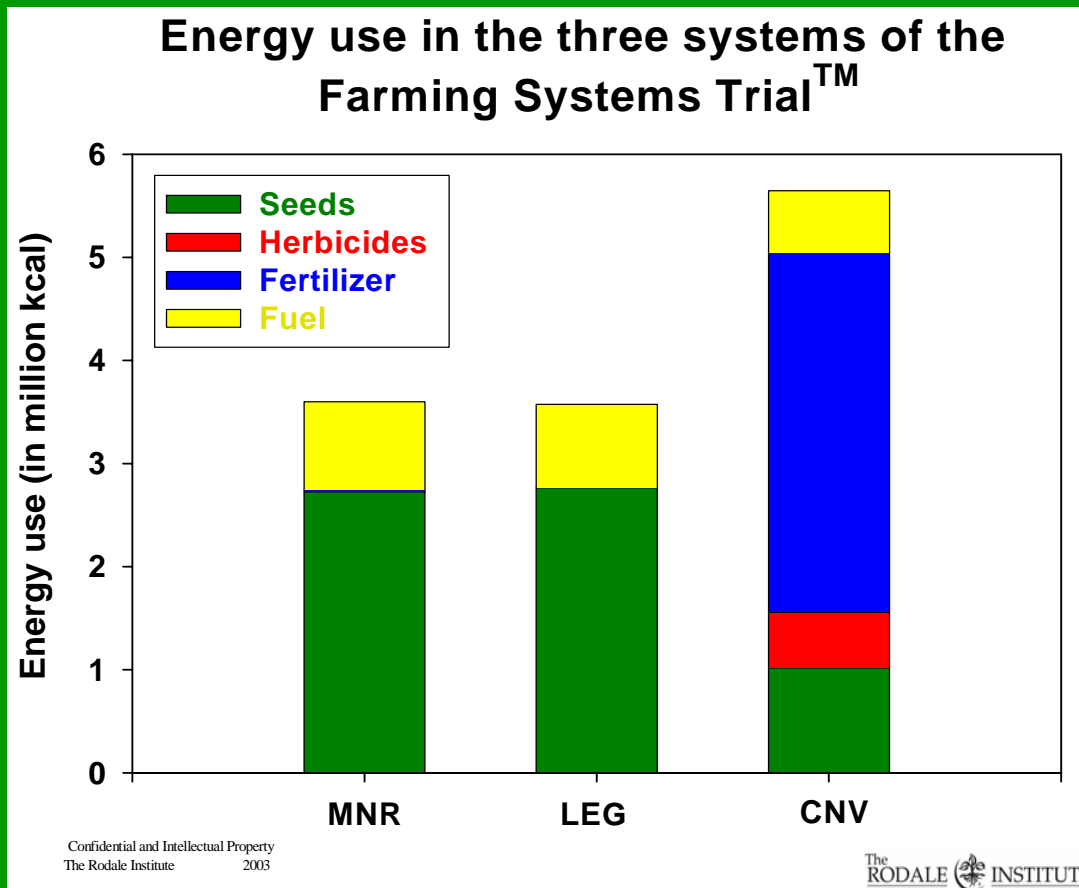
Convencional

1. 95% pérdidas de follaje por tizón tardío
2. 2 de 3 parcelas con síntomas de virus de pimiento visibles
3. 40% defoliación de zanahorias por tizón de Alternaria
4. 25% de pérdidas de zanahorias por cancro

Orgánico

1. 80% pérdidas de follaje por tizón tardío
2. No había síntomas de virus de pimiento visibles
3. 25% defoliación de zanahorias por tizón de Alternaria
4. 6% de pérdidas de zanahorias por cancro

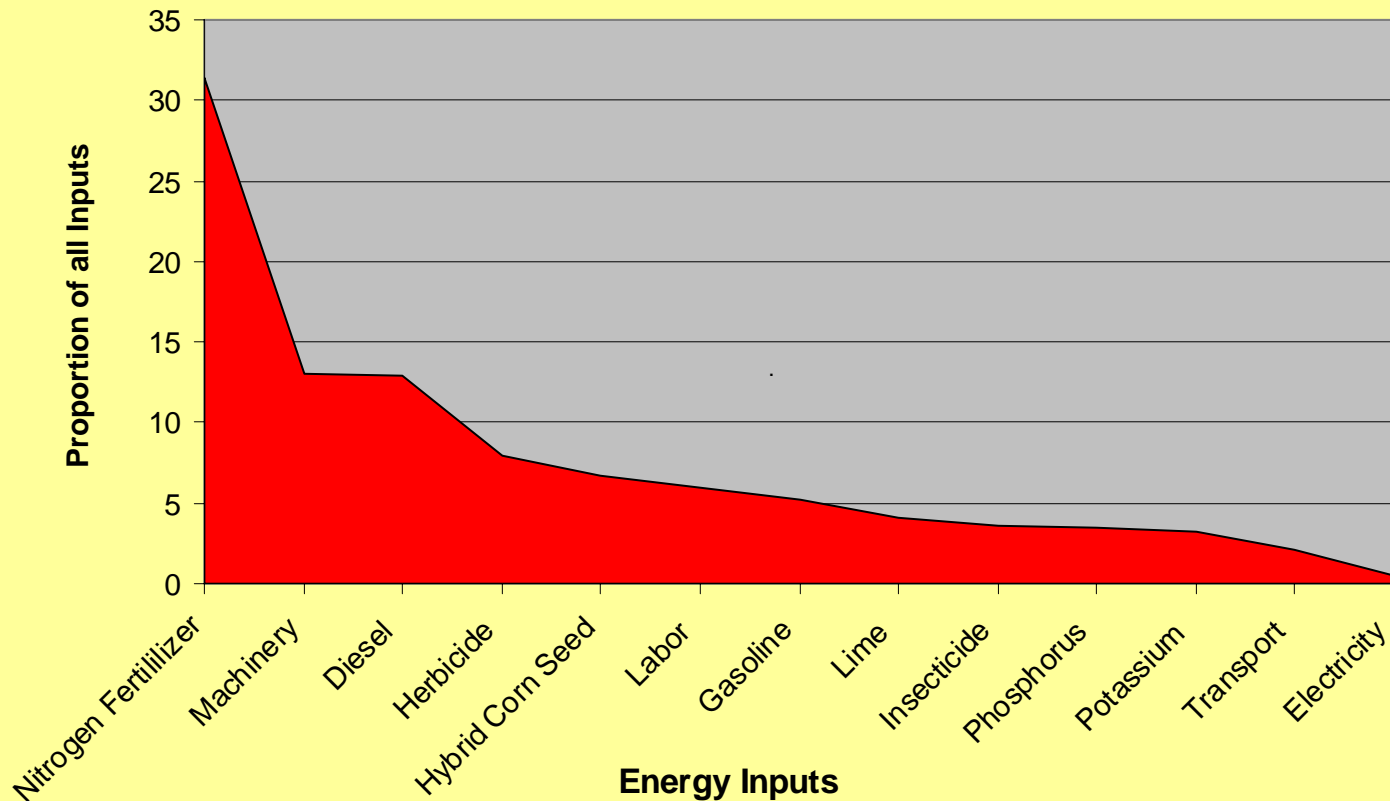
Los sistemas agrícolas tienen diferencias en el uso de energía



- Fertilizante N es el principal insumo energético en el sistema convencional
- En los sistemas orgánicos el máximo consumo de energía se da en la semilla

Fertilizantes y plaguicidas son los insumos principales en sistemas de producción convencional

Relative Energy Inputs Required for Conventional Corn Production Practices.



Sobrepuestos a la producción orgánica en los mercados principales de Estados Unidos desde 1995 a 2007.

