

Generación de energía y fertilizante orgánico a partir de residuos agrícolas

Dr. Zohrab Samani
M.C. Maritza Macías-Corral

Departamento de Ingeniería Civil y Geotécnica
New Mexico State University

Torreón, Coahuila, Noviembre de 2004

Situación en Nuevo México

- Crecimiento rápido de la industria lechera y ganadera.
- Actualmente, existen alrededor de 170 establos productores de leche, la mayoría de ellos en el área de Roswell.
- Aproximadamente 320 mil vacas lecheras



Vista aérea de un complejo lechero en el Condado de Doña Ana, NM

¿Cuál es el problema?



¡Este es el problema!



3,600 tons/día en peso seco
1.3 millones tons/año

Escenarios en los Estados Unidos



Upper Midwest



Arid Southwest

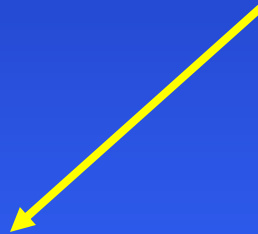


Biosólidos y Tecnologías de tratamiento

- Composta aeróbica (tradicional) de estiércol bovino
- Composteo aeróbico de residuos sólidos municipales
- Digestión anaeróbica de estiércol y residuos sólidos municipales

¿En que consiste la “digestión anaeróbica”?

La digestión anaeróbica es un proceso realizado en ausencia de oxígeno, que utiliza la acción de microorganismos sobre la materia orgánica para transformarla en energía (“**biogas**”) y material residual (composta).



Metano ~ 60%
Dióxido de carbono ~ 40%
Otros gases ~ trazas

Ventajas de la digestión anaeróbica

- Producción de energía
- Minimización del impacto ambiental:
 - Emisiones de metano → incremento en gases invernadero → calentamiento global
 - Contaminación de aire, aguas superficiales y subterráneas y suelo
- Control de emisiones de mal olor
- Transformación de nitrógeno orgánico a inorgánico (disponible para las plantas)
- Reducción de microorganismos patógenos
- Esterilización de semillas de maleza

Tecnologías de tratamiento para estiércol

- Lagunas cubiertas:

- Sólidos totales: <3%



- Sistemas de completo mezclado:

- Sólidos totales: 3% -10%



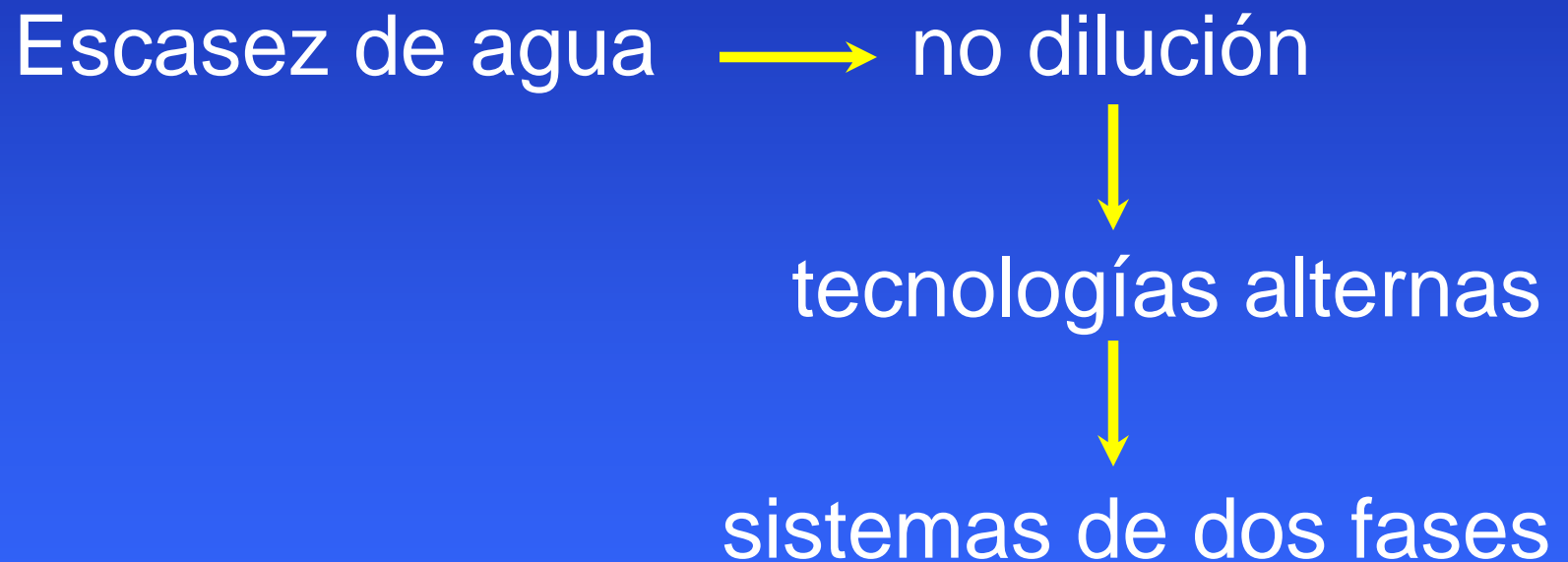
- Sistemas de flujo pistón:

- Sólidos totales: 11%-13%
(dilución con agua)



Situación en New Mexico

Sólidos totales: $>18\%$





Complejo lechero en el Condado de Doña Ana, NM

Sistema de composteo aeróbico

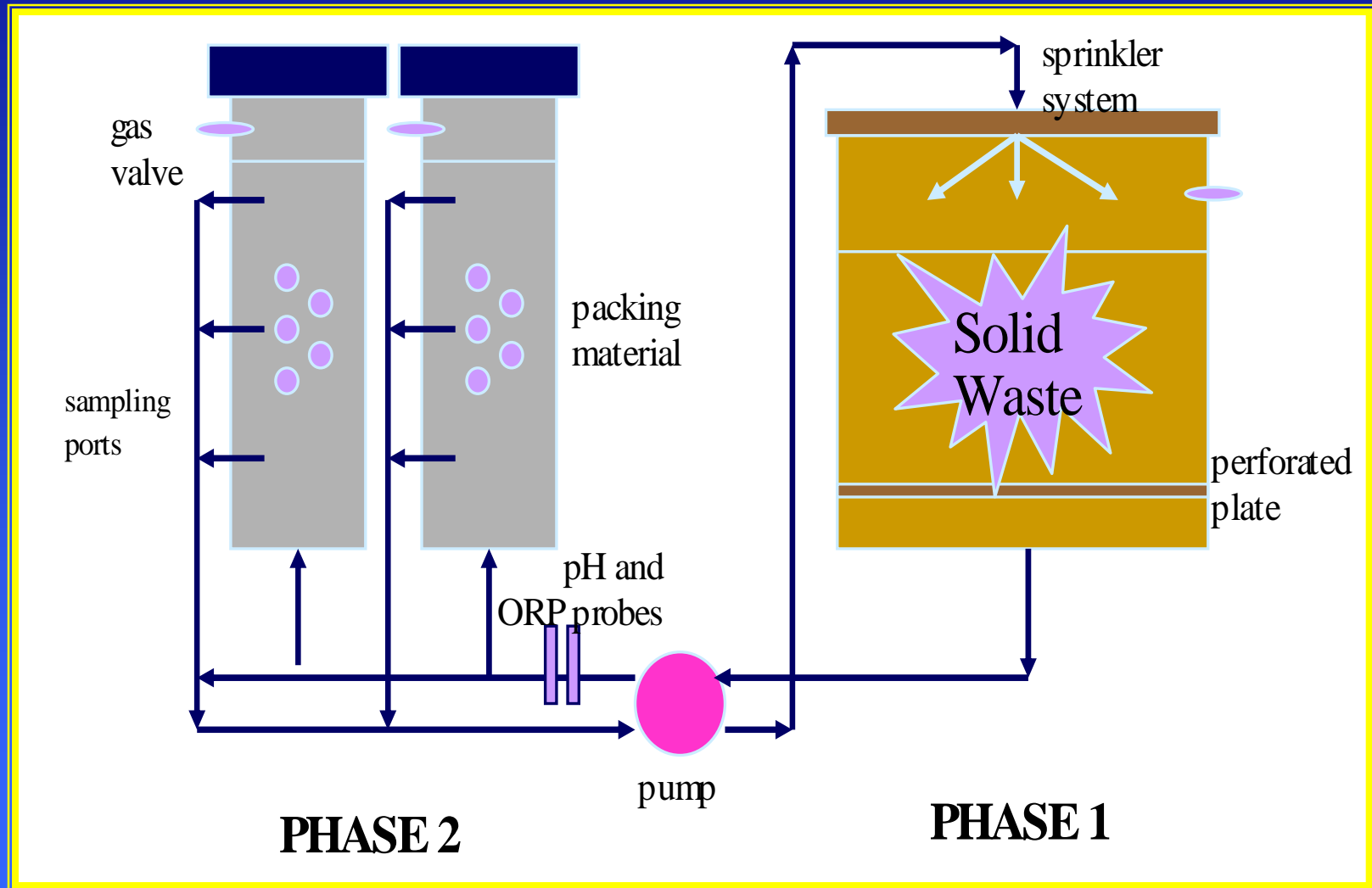


Sierra Vista Growers

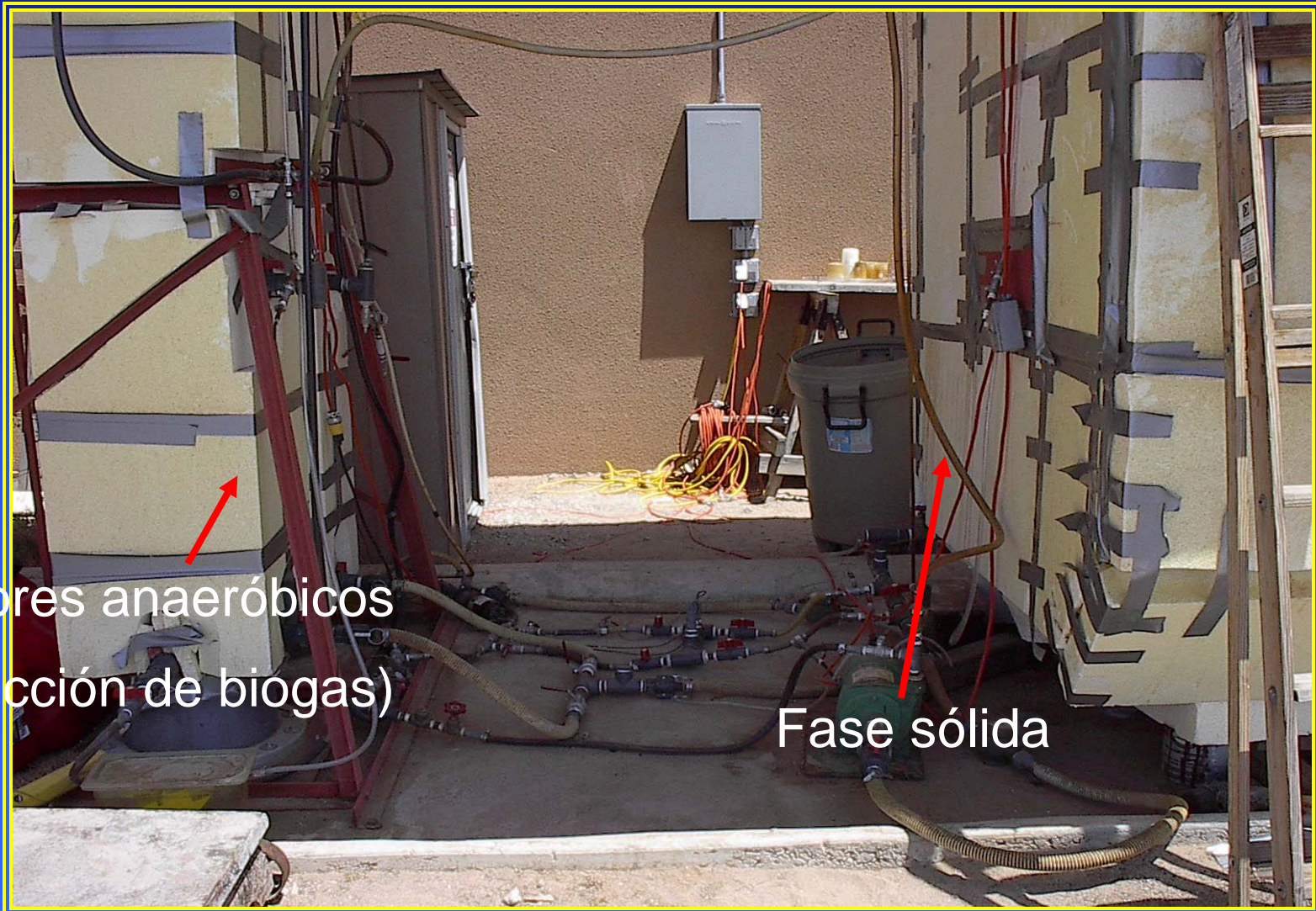


Mezclar 3-5 veces para
minimizar la pérdida de
nitrógeno

Sistema anaeróbico de dos fases



Sistema anaeróbico de dos fases en escala de planta piloto (NMSU)



Reactores anaeróbicos
(Producción de biogas)

Fase sólida

Ventajas del sistema (NMSU)

- Reducido consumo de agua
(Adición del 15 % en volumen, en la fase sólida)
- Biogas de alta calidad
(70 - 80 % metano, comparado con 40 - 50 % en sistemas de una fase)
- Procesamiento rápido
(4 - 8 semanas)
- Valor residual de la composta
(Alto contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, y bajo contenido de sodio)

Material residual (composta)

Parámetro	Digestión anaeróbica (o parcialmente aeróbica)		Composteo aeróbico tradicional
Nitrógeno total, %	2.32	2.14	0.90
Fósforo, %	0.15	0.16	0.20
Potasio, %	0.42	0.40	2.70
Sodio, %	0.24	0.32	0.40

Experimento en invernadero



Experimento en invernadero



Usos alternos del material residual



Conclusiones

- La generación de energía y la producción de composta son posibles de obtener mediante el proceso de digestión anaeróbica.
- Rendimientos en el rango de 30 a 52 m³ de metano por tonelada de estiércol han sido obtenidos en el sistema de NMSU.
- El proceso de digestión anaeróbica **(4-8 semanas)** es considerablemente más rápido comparado con el de composteo aeróbico **(8-9 meses)**.

Conclusiones

- El sistema anaeróbico requiere de únicamente un 10-15 % del agua comparado con el sistema de composteo aeróbico.
- El contenido de nitrógeno en la composta es considerablemente más elevado cuando se utiliza el sistema anaeróbico.
- En el estudio en invernadero, las plantas crecieron aproximadamente un 40-50% más cuando se utilizó la composta anaeróbica.

Actividades futuras

- Diseño y construcción de una unidad a mayor escala que la actual:
 - Actual: 2.00 m x 2.00 m
 - Nueva: 6.00 m x 50.00 m
 - Uso de la energía generada: agua caliente y calor para los invernaderos.
 - Uso del material residual: composta (suelo para plantas) y abono.

Agradecimientos

- CONAHEC (Consortium for North American Higher Education Collaboration)
- New Mexico State University
- Universidad Autónoma de Coahuila
- Sierra Vista Growers
- González Dairy

PROYECTOS RELACIONADOS

Producción de Fertilizante Orgánico Líquido para Ferti-irrigación

(Z. Samani, M. Huez, A. Ulery)





Residuos de Poda de Arboles y Corte de Pasto

- 28 millones de toneladas anuales de ramas y hojas secas
- 20 millones de toneladas anuales de pasto y césped

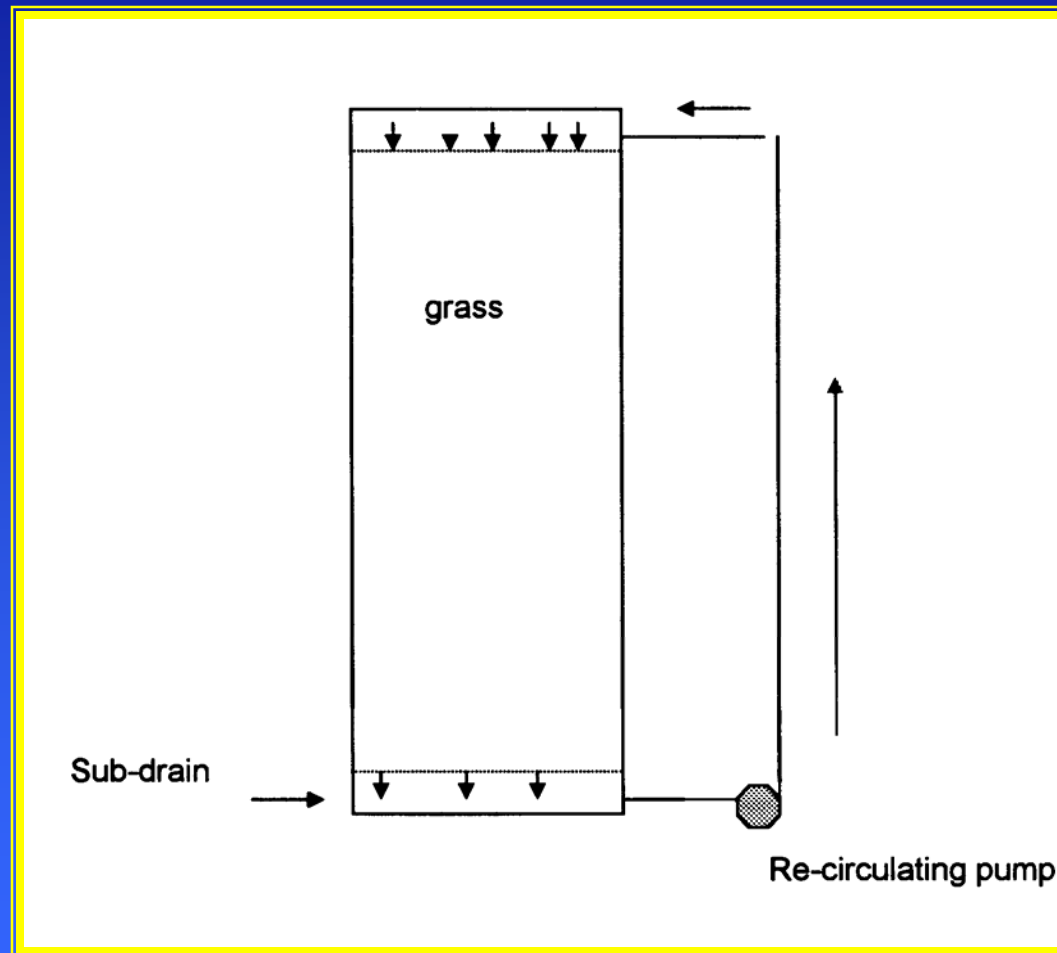
Requerimientos de Fertilizante



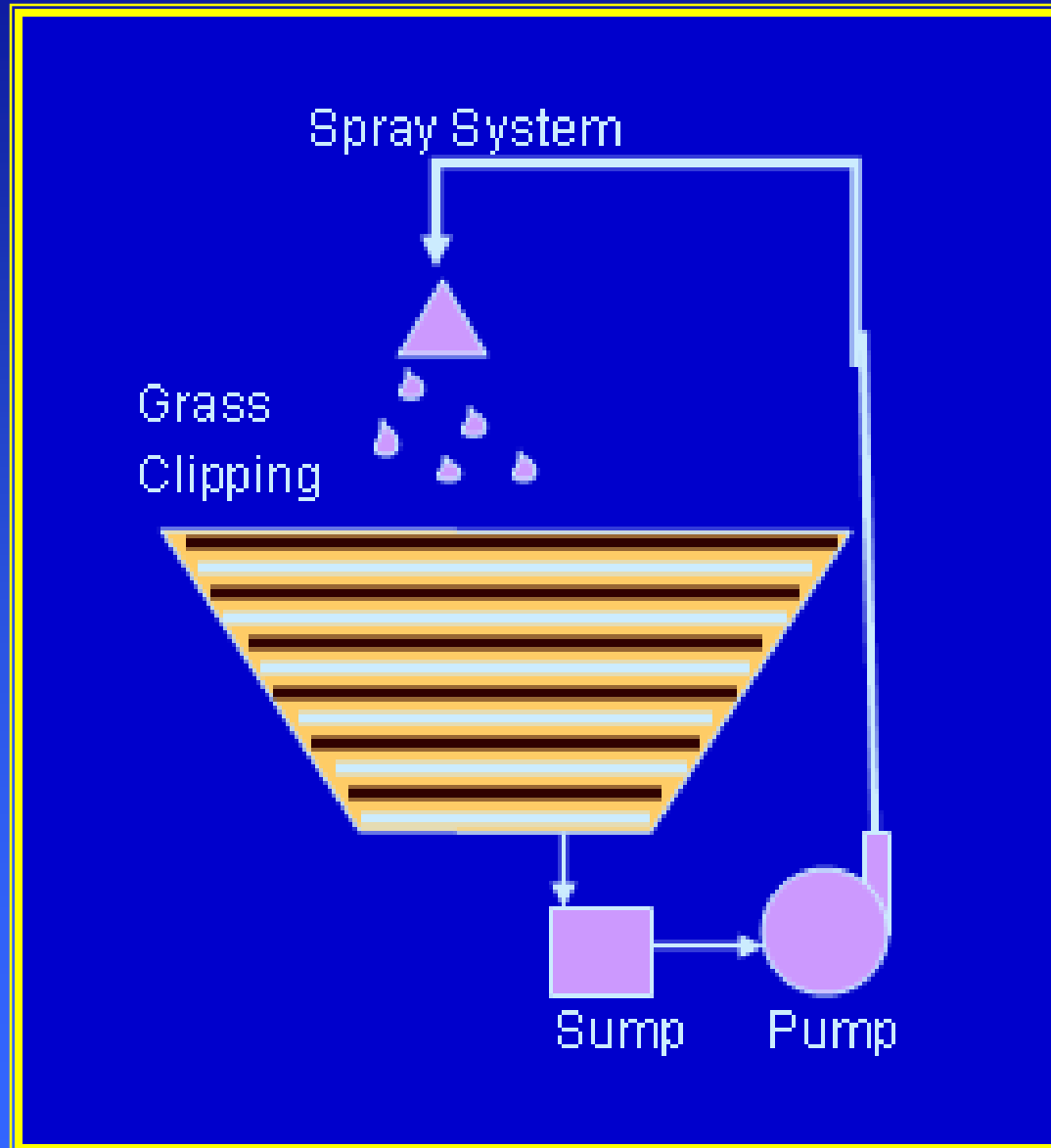
Industria de Productos Orgánicos

- Crecimiento anual: 20 % (1990-2000)
- \$7 billion en ventas (2001)
- Necesidades de la industria:
 - Mayor rendimiento
 - Mejor calidad
 - Ferti-rigación por goteo
 - Mejor disponibilidad de nutrientes

Sistema de lixiviación



Modelo Conceptual



Fertilizante Orgánico Líquido



Fase 1 “Bio-liquidification”

Parametro	Concentracion, mg/L
Contenido organico total	27,800
Total N	7,100
Total P	950
K	3300
Ca	1100
Mg	290
Fe	49
Mn	8
Zn	0.51

Fase II “Concentración”

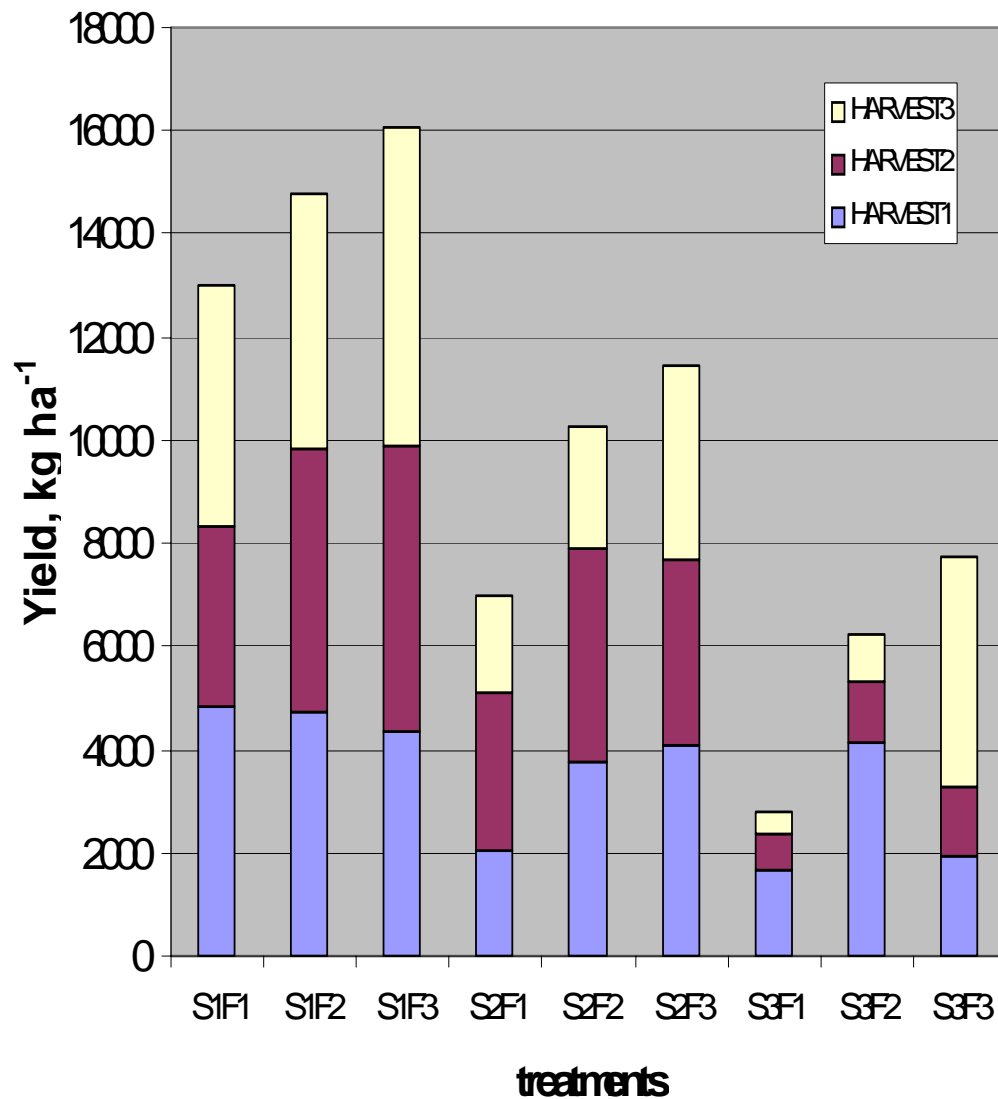
Parametro	Concentracion, mg/L
Contenido organico total	230,000
Total N	63,500
Total P	7505
K	27,500
Ca	10,300
Mg	2500
Fe	420
Mn	78
Zn	5.2



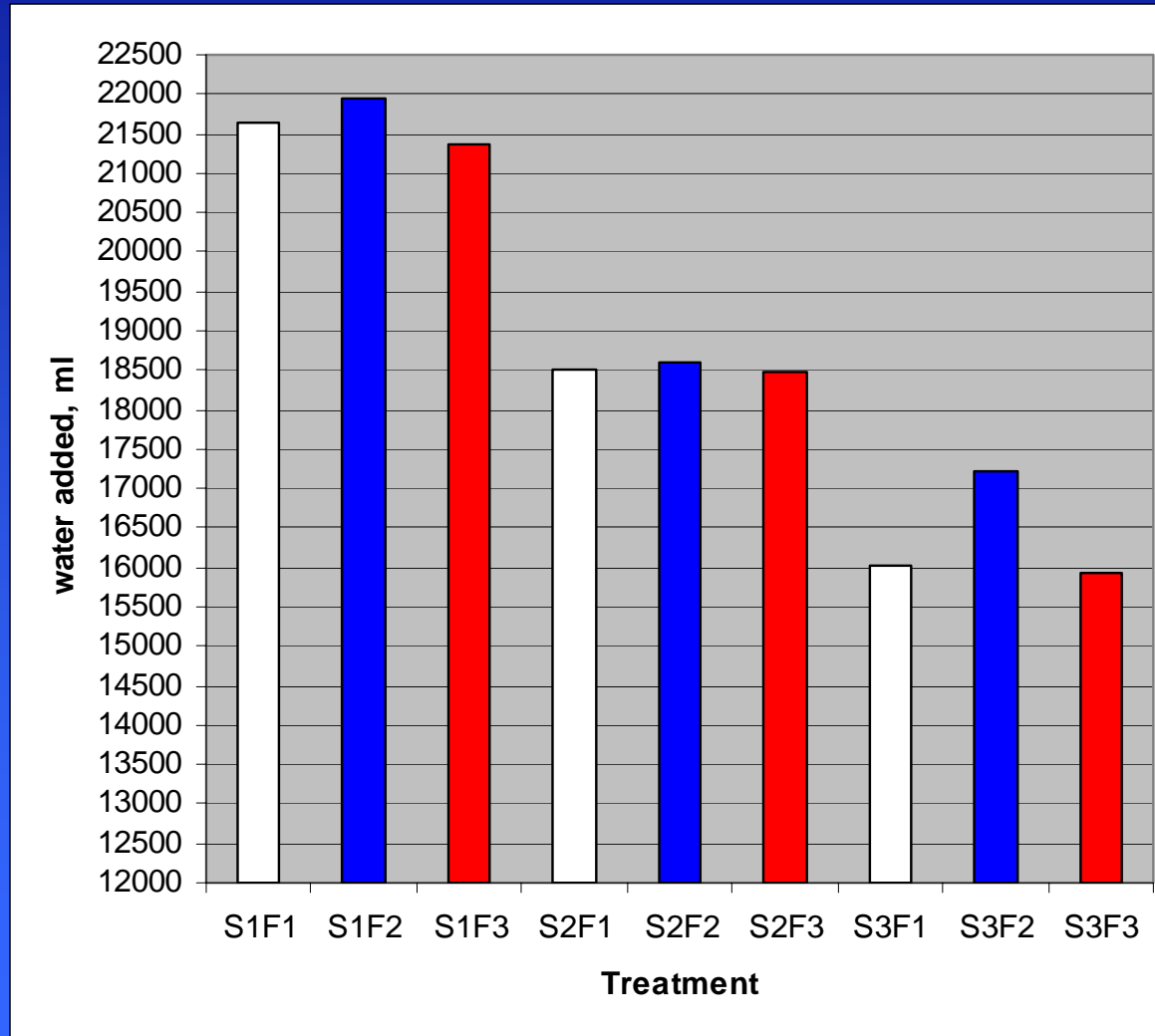
Experimento en Invernadero

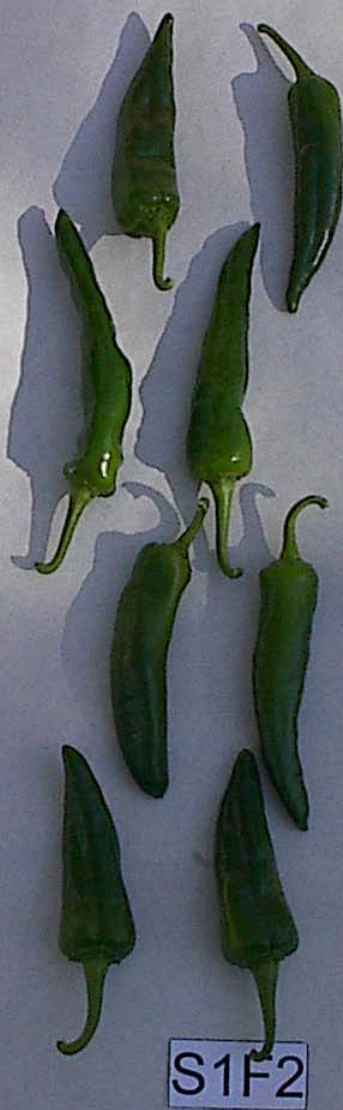
Tratamientos:

- **Salinidad:**
 - S_1 : 1.5 ds/m
 - S_2 : 4.5 ds/m
 - S_3 : 6.5 ds/m
- F_1 : 120 kg/Ha (mineral Fertilizer)
- F_2 : 120 kg/Ha O-F
- F_3 : 240 kg/Ha O-F



Consumo de Agua







S3F1



S3F2



S3F3

Ferti-irrigación con Fertilizante Orgánico Líquido pH= 5.5



Costo de Producción del Fertilizante

- Para una Hectárea
- Fuente: residuos de corte de pasto (a 5 Km de distancia)
- Mano de obra: \$8.0/hr
- Costo de la electricidad \$0.15/kWh

Costo del F-O-L: \$320/Ha



Gracias!