



# Cibernética en ciencia agropecuarias

Raul Cañas Cruchaga  
Ingeniero Agrónomo, MgSc, PhD

# El concepto de cibernética

- Los griegos indicaban que el "cibernetico" era el encargado del timón de la embarcación.
- El cibernético es el que maneja sistemas complejos.
- La cibernética es el estudio interdisciplinario de la estructura de los sistemas y sus reguladores. Está estrechamente vinculada a la teoría de control y a la teoría de sistemas
- Actualmente la cibernética tiene básicamente dos formas importantes de controlar los sistemas complejos:

# Dos formas básicas usadas por la cibernética

- 1.-Análisis de sistemas (Usado por la NASA)
  - 2.-Inteligencia artificial (IA) y dentro de estas es el Sistemas de expertos.(Usados en medicina y por la oficina de estudios espaciales de la Unión Soviética)
- En este caso hablaremos de la primera, sin por esto, darle menor importancia a la IA, en la docencia e investigación agropecuaria



# Características de la metodología de análisis de sistemas

- Es una metodología potente tanto para la investigación, como para la docencia y gestión predial.
- Requiere un enfoque holístico, integrador y matemático de sistema complejos y sus regulaciones ( Es el timón del sistema).
- Requiere de un trabajo interdisciplinarios.
- Ayuda a priorizar líneas de investigación.
- Determina Propiedades emergentes (no se explican por su sola presencia)



# Etapas de la metodología

- Hacer un **análisis** de los componentes más relevantes que afectan un sistema agrícola a estudiar.
- Ordenar estos factores en un **algoritmo**, que **corresponde al plano (arquitectura) que afecta al sistema**
- Buscar las relaciones matemáticas que existen entre los componentes del sistema. Wiener, padre la cibernética, indica que si algún científico, no puede matematizar una relación biológica, es porque no conoce en su integridad el sistema (Funcionamiento).
- Conformar en un programa computacional (**Síntesis**) las relaciones entre los componentes.
- Una vez que el **modelo de simulación** esta "corriendo" en un computador, este **se valida**, Esto es que agronomicamente los de resultados, según el expertos, que parecen **adecuados**.

# Validación

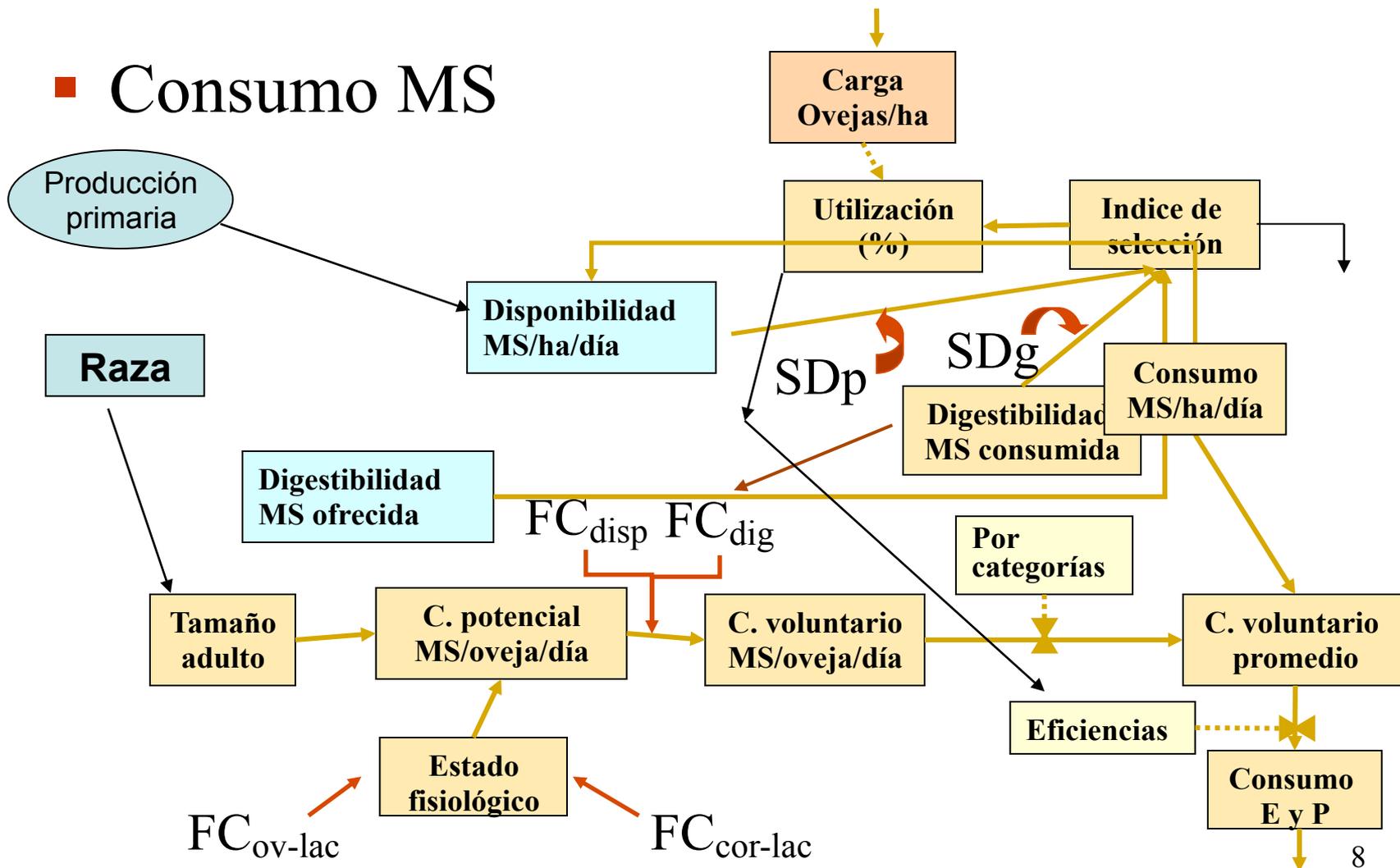
- Se comparan los resultados obtenidos por el sistema , que según los expertos podrían ser **adecuados**, con **valores reales de experimentación** ya realizadas o que se realizan específicamente para este efecto.



- Objetivo : **Evaluación matemática del comportamiento de una majada de ovinos a pastoreo.**

Programa computacional capaz de representar el comportamiento a pastoreo de una masa ovina bajo diferentes condiciones ambientales, con un cierto grado de abstracción (nivel de jerarquía) y con un nivel de predicción con error máximo de 5%.

## Consumo MS







# Determinación de líneas de investigación

En el desarrollo del modelo de simulación, de animales a pastoreo, el factor que se detectó ( Propiedad emergente) que es de gran importancia en cargas altas de animales fue el concepto de Costo de Cosecha.

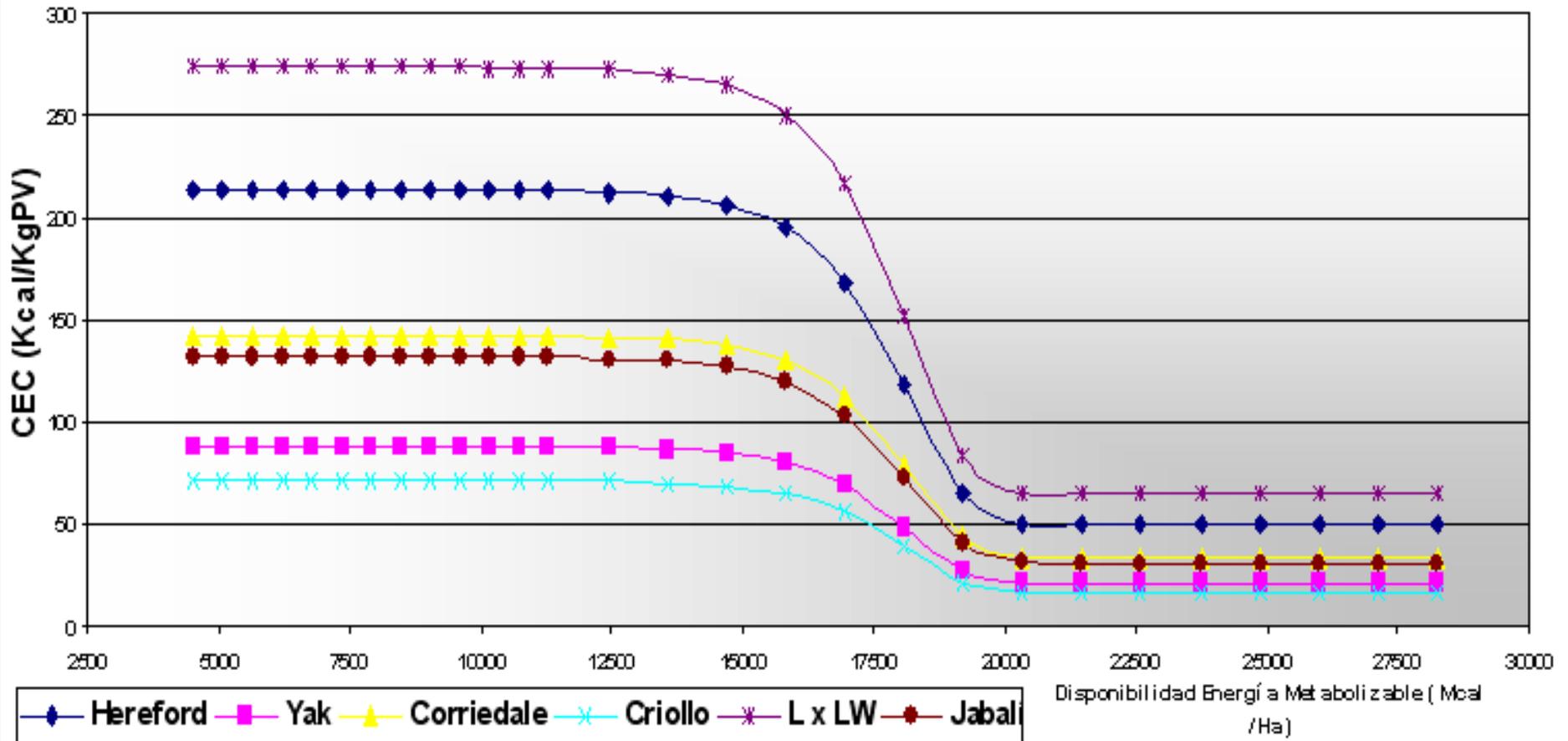
Este corresponde a la energía que los animales gastan para lograr su alimentación y que incluye el estrés cuando falta alimentación.



# Costo de cosecha .

Journal of Theoretical Biology 2003 (225): 351-359

" $Y = A * \text{Exp}(-K0 * \text{Exp}(K1 * X)) + B$ " con  $K0 = 0.0000001$  y  $K1 = 0.0037$



Efecto del tipo de pastoreo en el CEC y requerimiento de energía de ovinos al pasto comportamiento en la pradera y fisiología expresada en el tamaño de los órganos.

	Pastoreo Continuo		Pastoreo Rotativo	
	Disponibilidad		Disponibilidad	
	Alta	Baja	Alta	Baja
<b>Parámetros.</b>				
Disponibilidad promedio (KgMS/ha)	5,105	884	5,105	884
Disponibilidad (Kcal EM/ha)	12,736	2,205	12,736	2,205
Peso promedio (Kg)	41.4	31.2	37.7	31.6
<b>Consumo (Kcal EM)</b>	<b>3,079</b>	<b>3,186</b>	<b>2,554</b>	<b>2,173</b>
<b>Ganancia Peso (Kg/día)</b>	<b>0.27</b>	<b>0.01</b>	<b>0.23</b>	<b>0.01</b>
CEC (Kcal /día)	556	2,031	337	985
REP (Kcal/Kg PV)	13.00	65.00	9.00	31.00
REP (% RQM)	39	176	25	84
Digestibilidad promedio (%)	70	70	70	70
<b>Tiempo Total observación (16 horas)</b>				
Parado comiendo (horas)	4.52©	10.31(a)	4.3©	8.57(b)
Acostado (horas)	8.3(a)	3.8(b)	8.35(a)	4.65(b)
Parado comiendo (horas)	0.10(%)	1.00(%)	0.05(%)	0.70(%)

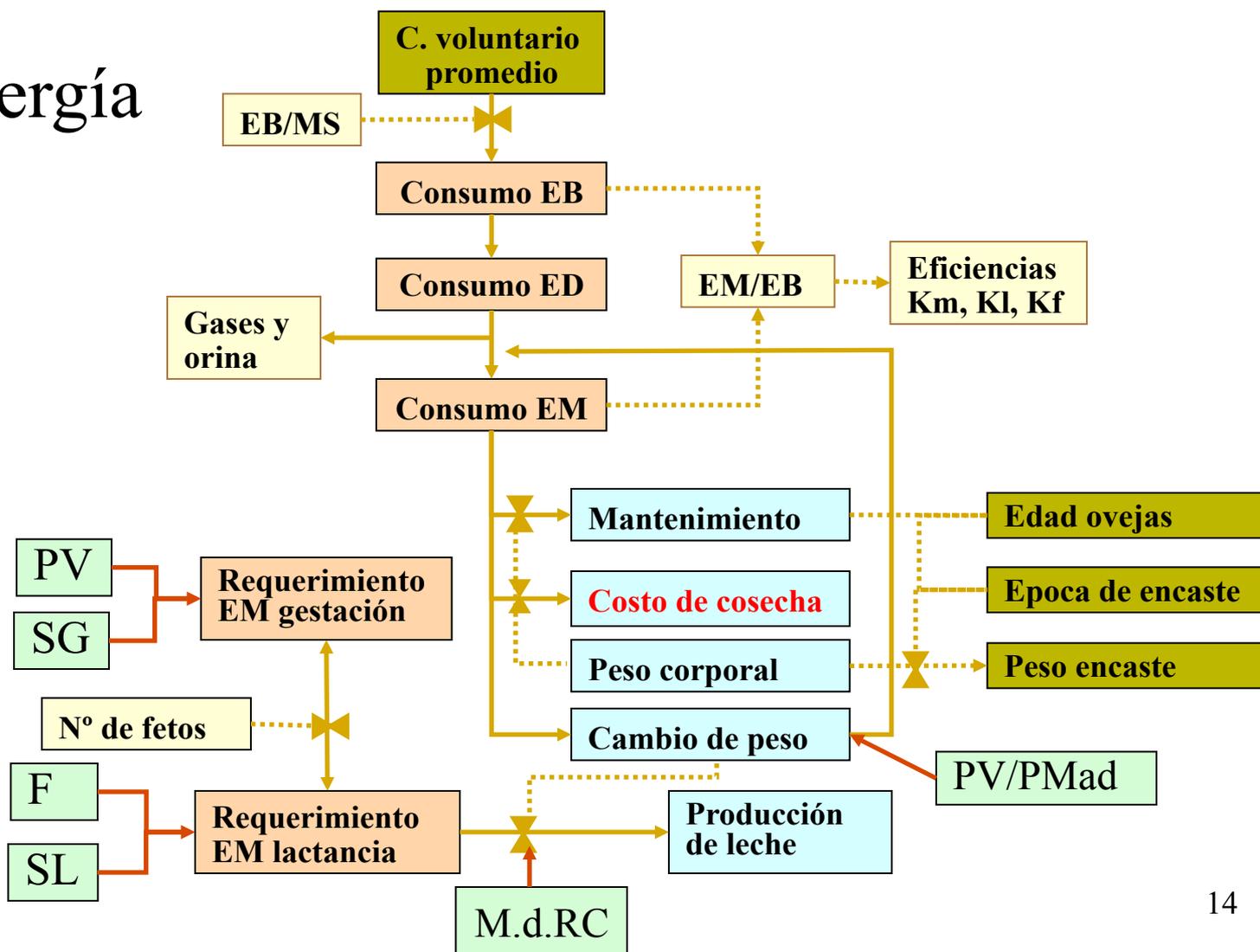
Efecto del tipo de pastoreo en el CEC y requerimiento de energía de ovinos al pastoreo; comportamiento en la pradera y fisiología expresada en el tamaño de los órganos.

		Pastoreo Continuo		Pastoreo Rotativo	
		Disponibilidad		Disponibilidad	
		Alta	Baja	Alta	Baja
<b>Peso órganos</b>					
Timo (% peso vacío)	[0.0032]	0.041(b)	0.016@	0.057(a)	0.028(bc)
Suprarrenales (% peso vacío)	[0.0084]	0.0052(a)	0.008(b)	0.0058@	0.0096(a)
Corteza suprarrenal (%gland.)	[48]	53.06(b)	76.4(a)	43.26(b)	68.4(a)
Corazón (% peso vacío)	[0.54]	0.48@	0.56(a)	0.50(bc)	0.54(ab)
Hígado (% peso vacío)	[1.68]	1095(ab)	1077(bc)	1.97(a)	1.73@
Riñones (% peso vacío)	[0.32]	0.31(b)	0.36(a)	0.29(b)	0.33(b)
Bazo (% peso vacío)	[0.18]	0.19(a)	0.19(a)	0.19(a)	0.18(a)

Valores entre corchetes indican el control

Digitos diferentes indican diferencias significativas (P<0.05)

## ■ Energía

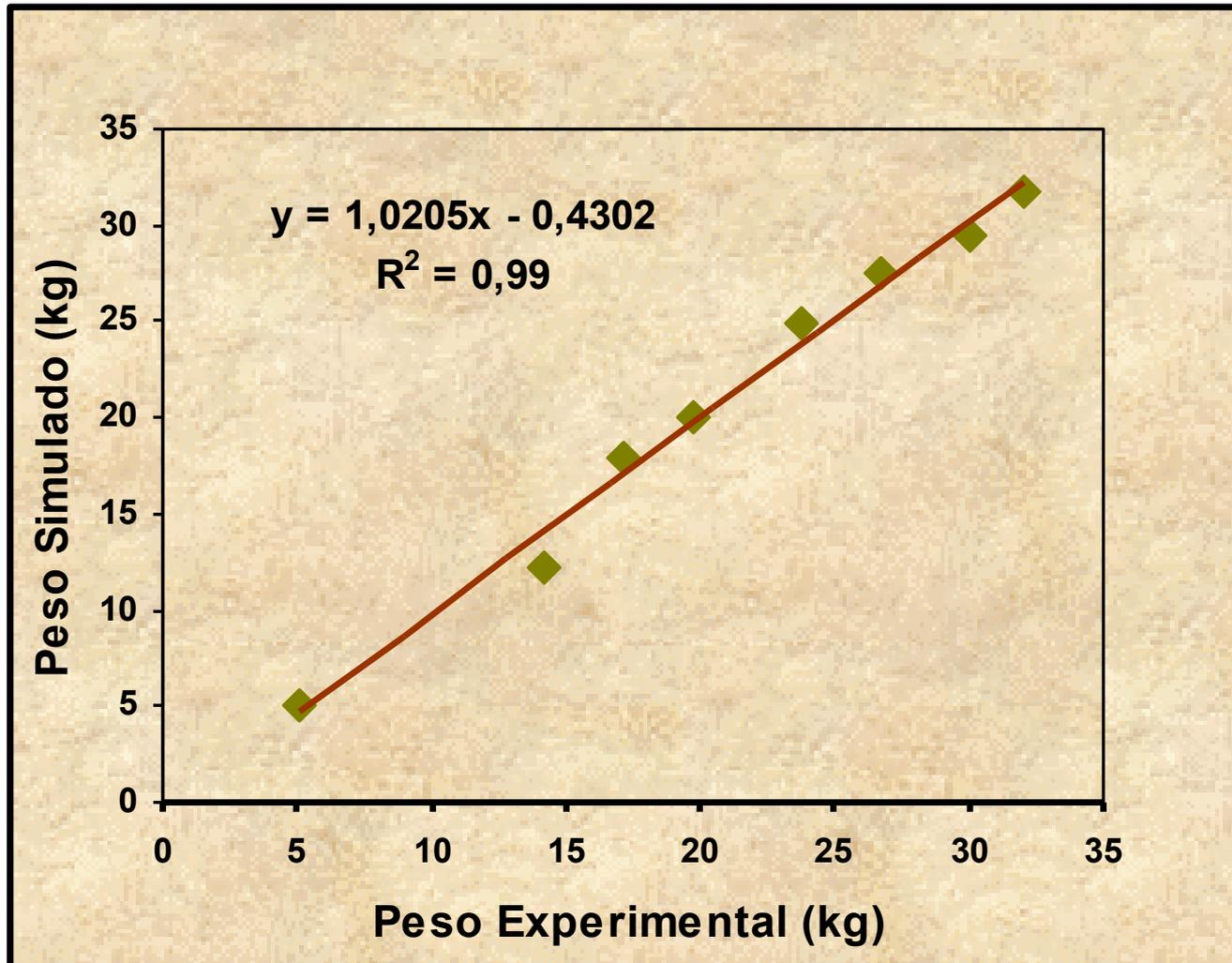


# Validación

- Hembras Merino con machos Suffolk
- Garcia et al 1990 Hidango

<b>Edad</b>	<b>Peso de corderos (kg)</b>	
	<b>Experim ento</b>	<b>Modelo</b>
Nacimient	5.10	5.01
30 días	14.20	12.26
Destete	17.20	17.93
68 días	19.70	19.98
86 días	23.80	24.83
107 días	26.70	27.51
120 días	30.00	29.50

# Validación





# En donde usarlo

- Una vez que se validó el modelo, se puede hacer inferencias con él.

Para uso en gestión

Para determinar líneas prioritarias de investigación (sensibilidad)

Para encontrar propiedades emergentes

Para Docencia Universitaria

**(Ingenieros Agrónomos)**

**Enseñanzas recibida con el uso de esta metodología  
para la docencia**

**La gran mentira de la educación superior es pensar que al entregarle al alumno, mayor cantidad de información, mayores exigencias en menor tiempo, los alumnos estarán mejor preparados y formados.**

**La cantidad de conocimiento nuevo que se generan permanentemente, obliga a la docencia universitaria moderna a buscar nuevas estrategias de gestión del conocimiento.**

**Solo así, el gran volumen de conocimiento nuevo puede ser filtrado, evaluado y el seleccionado, enseñado y que no constituyan para el alumno, un volumen de conocimiento sofocante de aprender.**



# METODOLOGIA (Cont.)

## 3.- Análisis de sistema en la docencia de nuestros alumnos.

### Características:

Sistema construido en base a la cuantificación de los parámetros que afectan al sistema.

### Ventajas de su uso en docencia agropecuaria:

Gran utilidad para educar a pensar usando lógica simbólica (Ingeniero Agrónomo).

Desarrolla en el alumno: una capacidad de integrar materias.  
una necesidad de cuantificación de los parámetros que afectan al sistema en estudio.

Muy eficiente en el uso del tiempo.

Puede usarse en situaciones límites que pueden darse poco en la realidad.

Puede incluir aleatoriedad en las variables.

### Desventajas o problemas:

Requiere gran dedicación de quienes desarrollan los modelos.

Requiere una docencia más formativa que instructiva.

Requiere de una dedicación más personalizada del docente, en una comunicación a través del computador (on line).

Ejemplo: Manejo virtual de un predio lechero.



# METODOLOGIA

En áreas como las ciencias silvoagropecuarias, donde las respuestas a los sistemas en estudio no solo son de origen determinísticos, sino también lo son de tipo estocásticos, el uso de modelos de simulación con variables aleatorias son especialmente importantes.



# **EMPLOS. Manejo de una lechería simulada en la que cada semana corresponde a una estación.**

## **Tipos de usuarios.**

- **PRODUCTOR O ALUMNO :** Este es el usuario con privilegio mínimo, es decir puede Manejar el sistema que su instructor le entrega.

**Esto es:**

- o **Vender animales (terneros y vacas)**
- o **Secar, inseminar, suplementar y cambiar de potrero a las vacas.**
- o **Suplementar, destetar y cambiar los terneros de potrero**
- o **Manejar la pradera en términos de fertilizar con NPK, henificar, ensilar o pastorear.**
- o **Sembrar el potrero con otro cultivo ( Maíz,papa,cebada)**
- o **Pedir créditos al banco.**



# EJEMPLOS

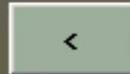
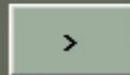
## Cortar Praderas

Cortar Praderas



Seleccione los Potreros que va a Cortar:

Potrero	Superf	Pradera	Dispon
<input checked="" type="checkbox"/> 1	5	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 2	2	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 5	4	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 6	2	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 8	3	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 9	4	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 10	2	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 11	4	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 12	3	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 13	5	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 14	4	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 15	4	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 16	4	PITRUFQUEN	4500
<input type="checkbox"/> 17	2	PITRUFQUEN	4500



Instrucciones:

Potrero Superf Pradera Dispon



Grabar

Limpiar

Salir



# Balance

# EJEMPLOS

Balance General		FECHA : 29 DE NOVIEMBRE 2002	
<b>BALANCE GENERAL</b>			
En Pesos			
<b>ACTIVOS</b>		<b>PASIVOS</b>	
Disponible en Caja	\$ 15.123	Acreedores Bancarios	\$ 1.115.123
Deudores por venta	\$ 805.252	Cuentas por Pagar	\$ 80.252
Existencia de Terneros	\$ 1.125.103	Documentos por Pagar	\$ 125.103
Existencia de Suplemento y Heno	\$ 256.123	Impuestos por Pagar	\$ 256.123
Gastos Anticipados	\$ 52.236	Provisión Vacaciones	\$ 525.236
Activo Fijo	\$ 9.236.236	Provisión Impuesto Renta	\$ 85.236
		Capital	\$ 8.680.263
		<b>Utilidad en ejercicio</b>	\$ 622.764
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 11.490.073</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 11.490.073</b>
<b>PERDIDAS</b>		<b>GANACIAS</b>	
Gastos Operacionales	\$ 1.015.123	Ingresos por venta	\$ 2.536.242
Gastos Administrativos	\$ 805.252	Intereses	\$ 1.032.000
Depreciaciones	\$ 1.125.103		
<b>Utilidad en ejercicios</b>	\$ 622.764		
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3.568.242</b>	<b>TOTAL</b>	<b>\$ 3.568.242</b>

Salir

Imprimir



# Resultados

- **Alumnos:** Para aprobar el curso, no solo deben ser capaces de manejar el simulador sino también deben ser capaces de hacer simuladores sencillos, con los parámetros más relevantes, en una hoja de cálculo (Excel).
- Este sistema de docencia está ayudando a formar una capacidad empresarial en los alumnos además de una formación mas ingenieril de las ciencias agropecuarias.
- Se pudo observar al comparar el tipo de preguntas que hacen los alumnos al productor ,en las salidas a terreno, comparados con cursos anteriores, que no usaron esta metodología.



# Conclusiones

- **Esta metodología permite un enfoque más integrador del agroecosistema.**
- **En la investigación.** Determinar líneas prioritarias de investigación.
- Ayuda al **desarrollo de empresa** ante diferentes condiciones del medio
- **Produce una actitud analítica e integradora** en el alumno, con diferentes grados de abstracción.

# Objetivo del Ingeniero Agrónomo

- Es el profesional capaz de analizar, entender y máximar el uso de los recursos agropecuarios con un fin antropocéntrico, manteniendo los recursos renovables.
- Posiblemente la herramienta descrita puede ayudar a lograr, al menos en parte, mejorar y complementar nuestra docencia universitaria



•

Gracias