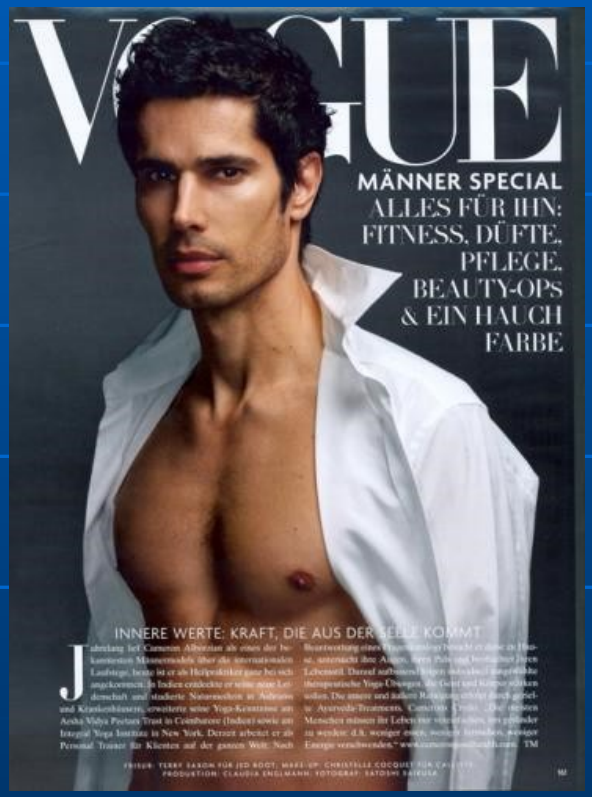
Modelos basados en agentes: Introducción y ejemplos de aplicaciones para estudiar cambios en el uso de la tierra

Guillermo Podestá y Federico Bert

Qué es un “modelo”?



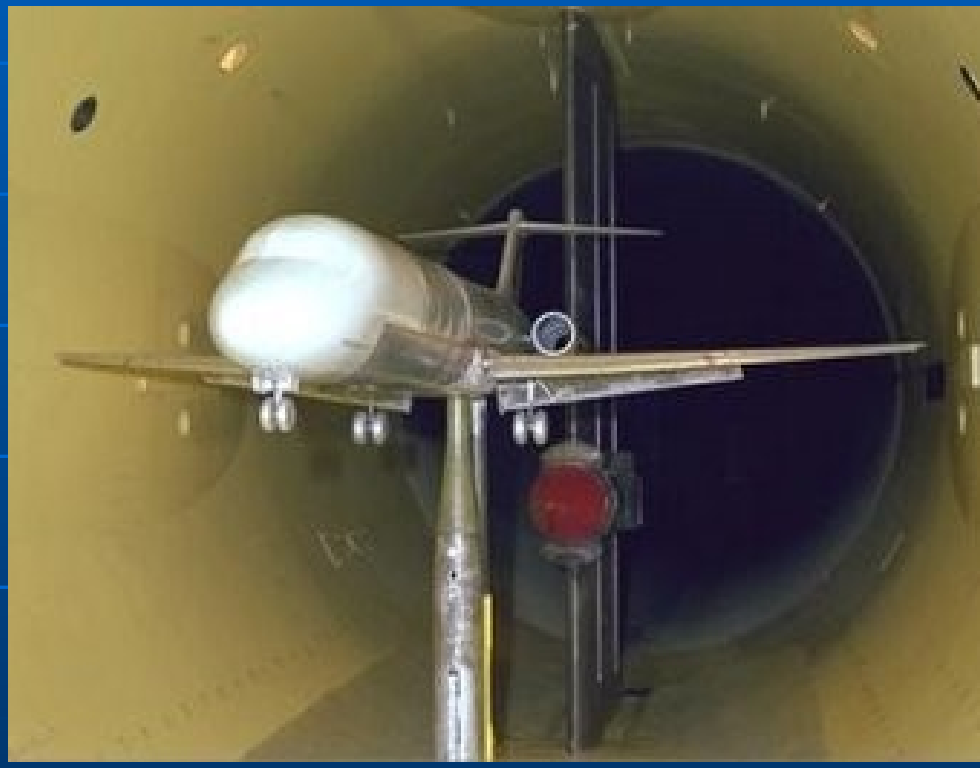
Algunas definiciones…

- Un modelo es una representación simplificada de un objeto o un sistema
- Modelación es el proceso de construir un modelo
- Simulación es el proceso de operar un modelo

Por qué construir un modelo?

- Para entender el sistema modelado
- Para predecir estados futuros del sistema
- Para ordenar e identificar brechas en conocimiento o en datos

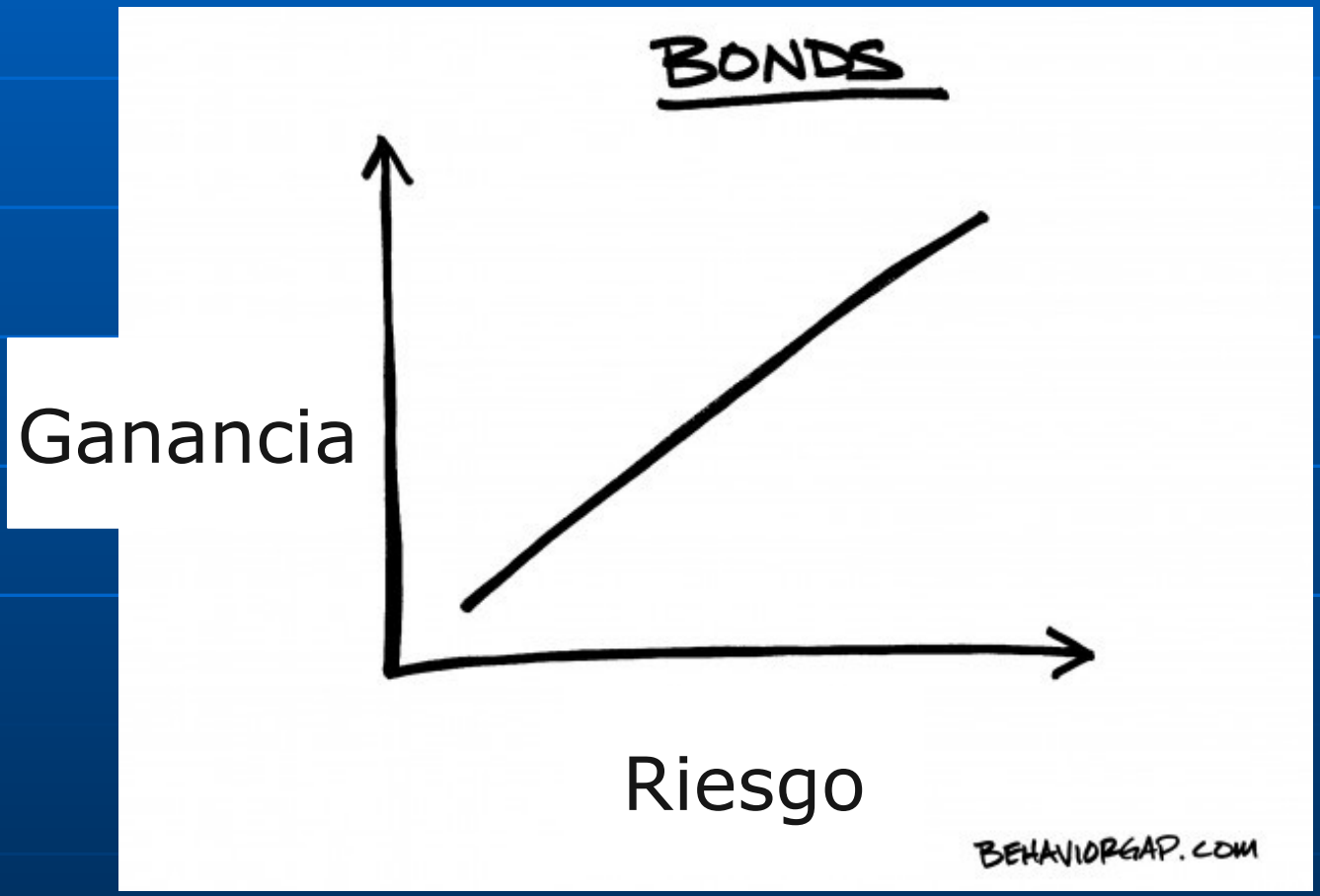
Tipos de modelos - 1



Tipos de modelos - 2

- “Cada vez que lavo mi auto, llueve …”
- “El monocultivo es perjudicial para el suelo”

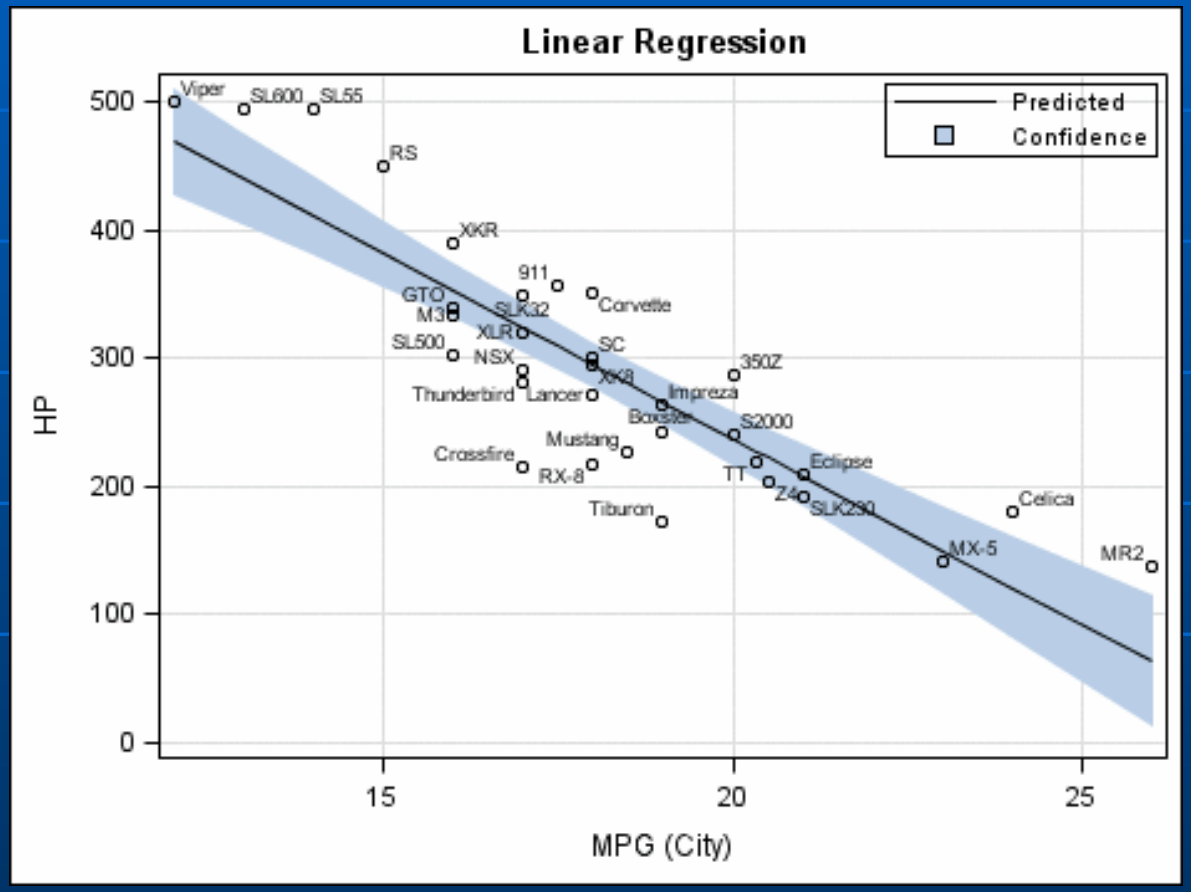
Tipos de modelos - 3



Tipos de modelos - 4

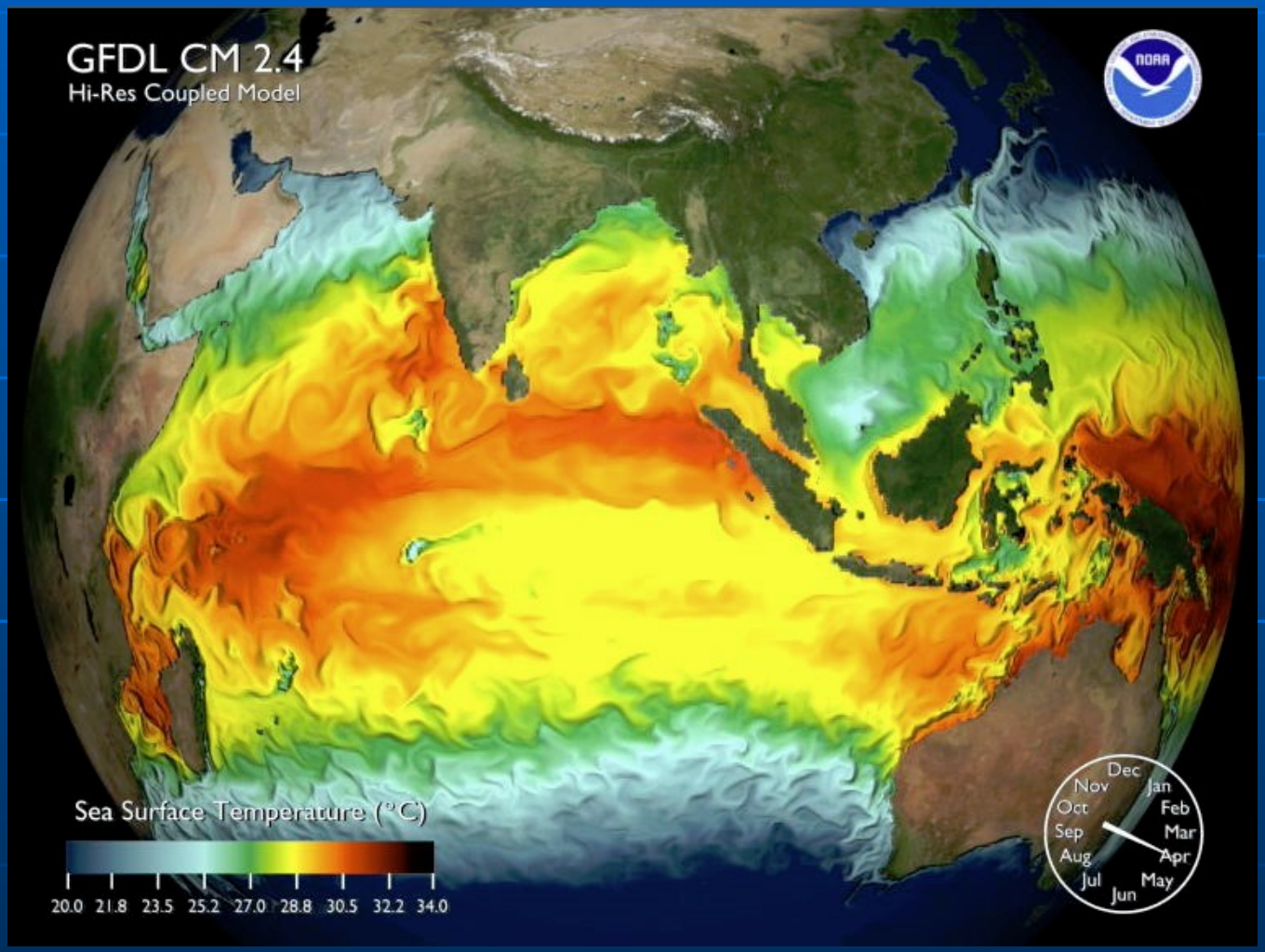
Tipos de modelos - 5

Potencia del motor (HP)



Eficiencia en consumo de combustible (millas por galon)

Tipos de modelos - 6



Modelos basados en ecuaciones

- Para capturar características del sistema
  - Identifican variables relevantes
  - Describen el sistema con ecuaciones que relacionan estas variables

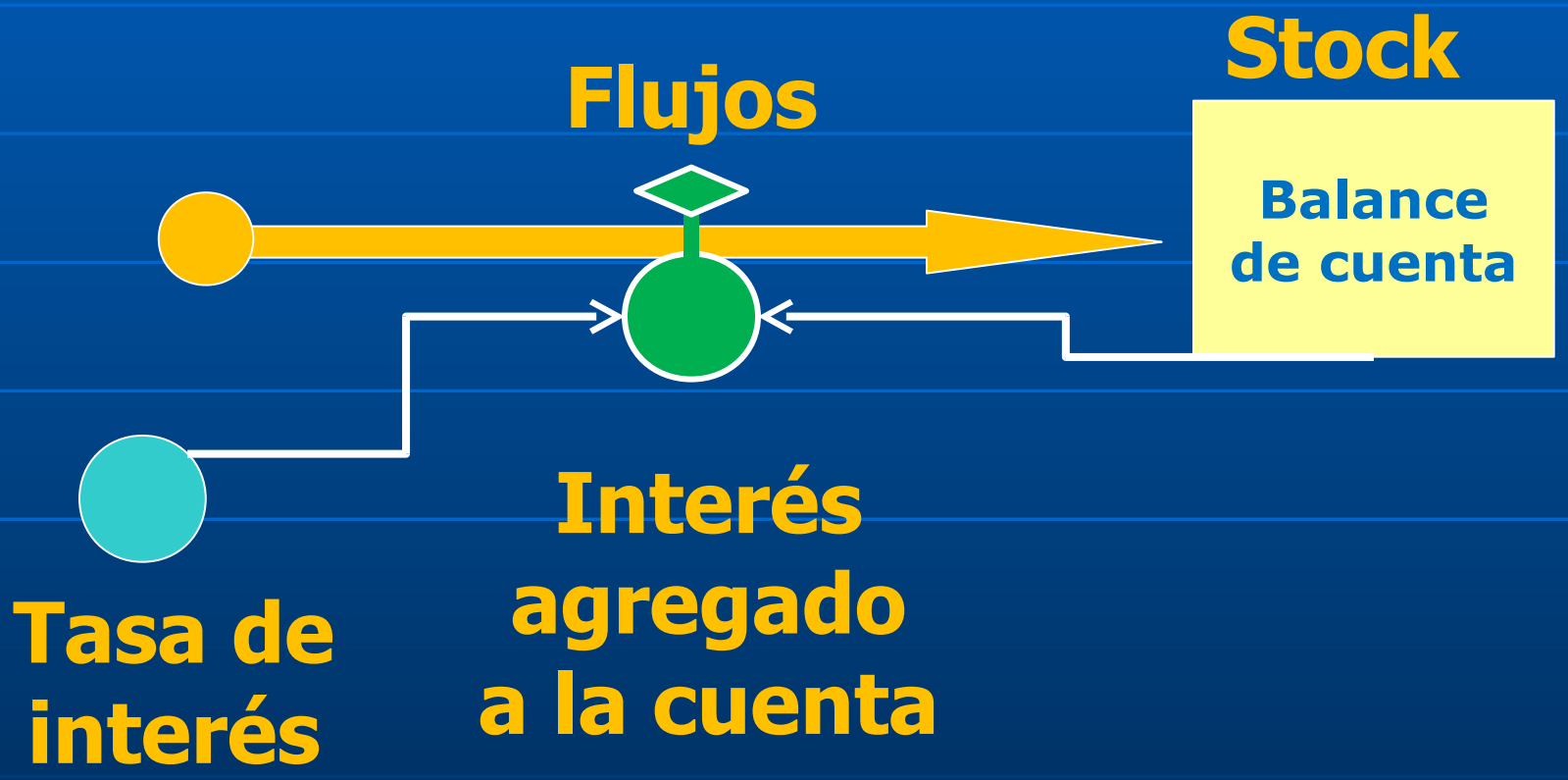
- En uso de la tierra: modelos logísticos, redes neuronales

Modelos de “dinámica de sistemas”

- Pueden capturar interacciones complejas y feedbacks

- Los componentes principales son:
  - Stocks – definidos como una cantidad o monto
  - Flujos (en el tiempo) – definidos por un conector y un convertidor (tasa de cambio)

Modelos de "dinámica de sistemas"



Modelos de "dinámica de sistemas"

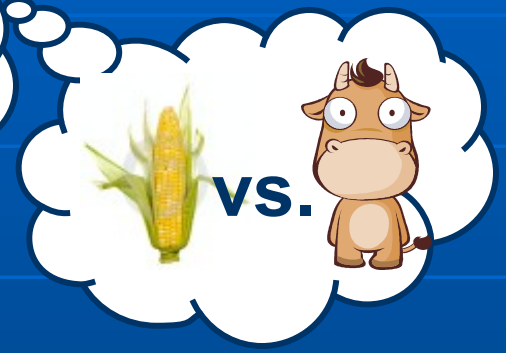
- Representan un sistema como un «todo»
  - Variables describen un valor promedio o «individuo representativo»
- No hay noción de espacio ni organización social
  - Modelos de infección o difusión de tecnología

Modelos basados en agentes

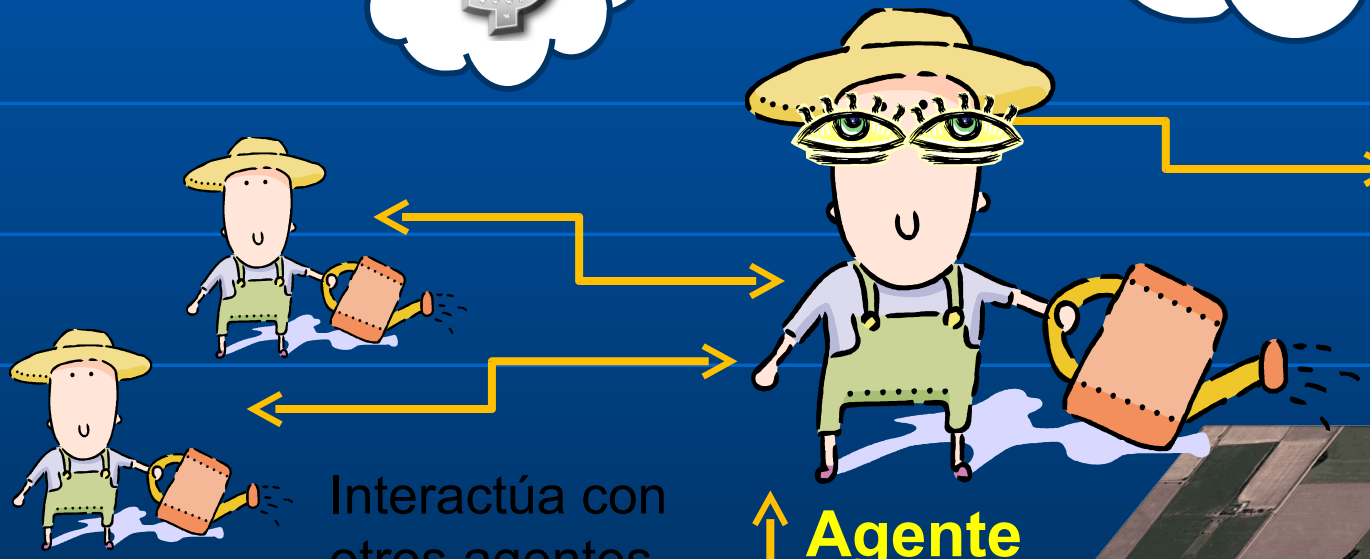
- Técnica reciente
  - Sistemas complejos adaptativos
- Aplicada a diversos problemas
  - Provisión de energía eléctrica
  - Conflictos étnicos
- Técnica computacional
  - Agentes/mecanismos representados y especificados rigurosamente

Modelos basados en agentes

Tiene metas explícitas



Toma decisiones



Percibe el ambiente y contexto de decisiones

Interactúa con otros agentes

Agente

Espacio

Ventajas de ABMs

- Espacialmente explícitos
- Agentes heterogéneos
- Inmersos en redes sociales
  - Interacciones tienen topología
- Correspondencia ontológica agente □objeto es muy intuitiva
  - Facilita especificación de procesos
- Adaptación: aprendizaje y evolución
  - P(acción) = f(resultados anteriores)

Agricultura & complejidad

- Interacciones/respuestas no lineales

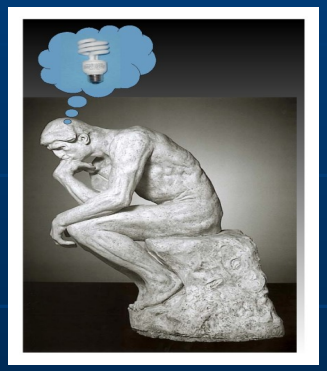
1 ha = 20 minutos

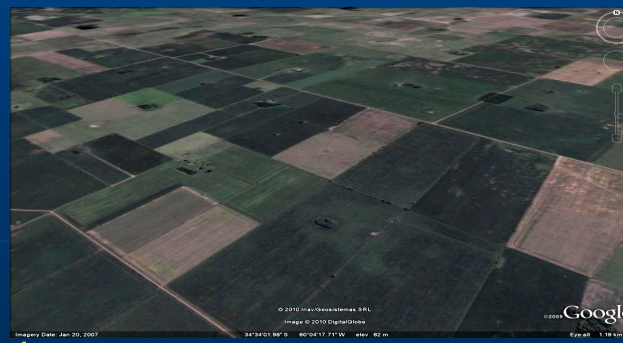
Agricultura & complejidad

- Interacciones entre escalas

- Global → Local

- Local → Global





Modelos basados en agentes

- ABMs describen un sistema «de abajo hacia arriba» o «bottom-up»
  - A partir de las partes (agentes) se construyen las propiedades macro (emergentes) de un sistema

Modelos “top-down”

Forzantes globales

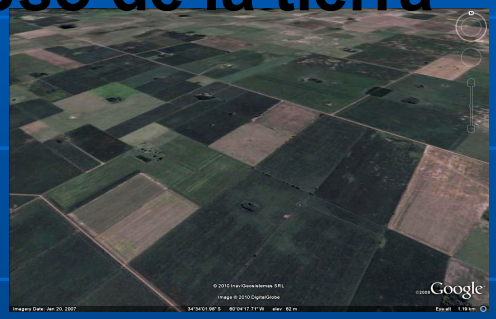
Reglas
(ej., probabilidades de asignacion)

Uso de la tierra

Modelos “bottom-up”

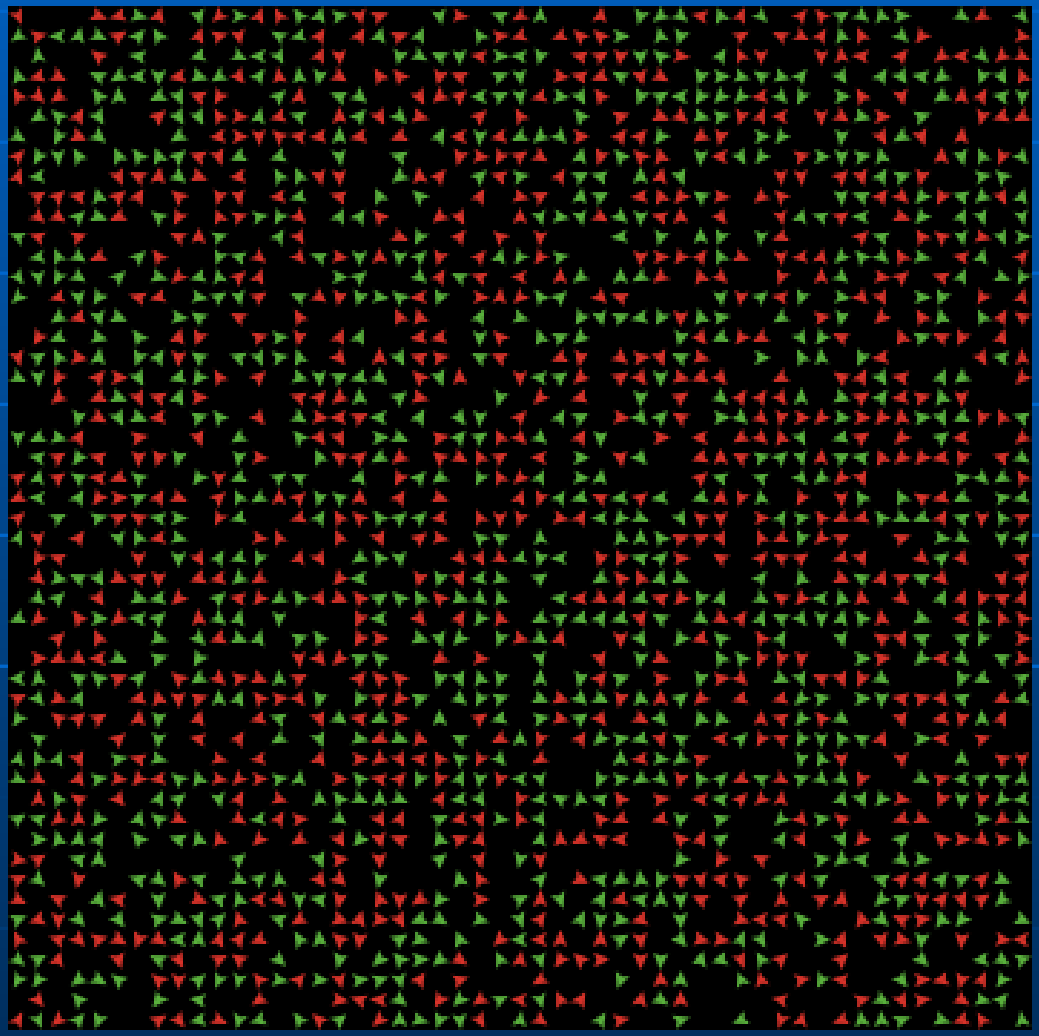
Forzantes

Uso de la tierra



Preferencias individuales → **Decisiones o acciones individuales**

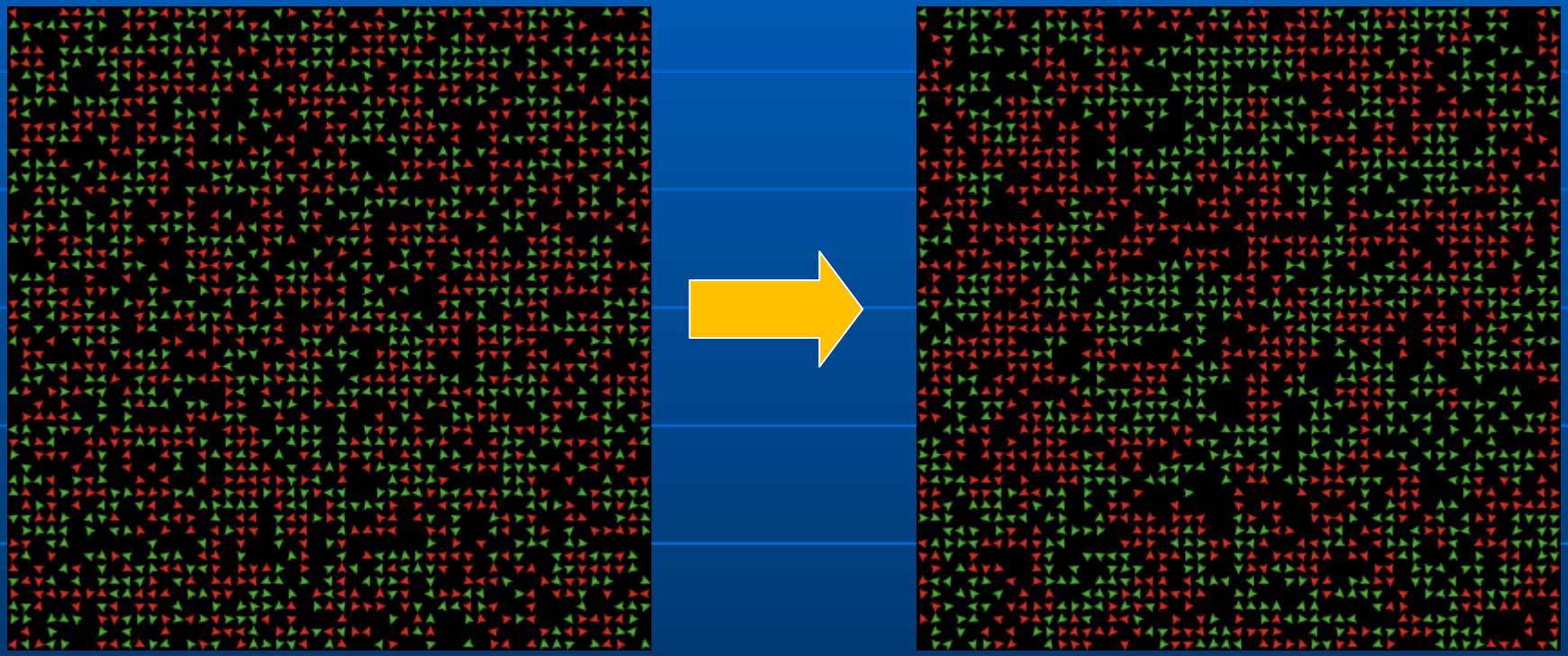
Modelo de segregación



- Dos tipos de agentes
  - Verdes
  - Rojos
- Preferencia por un porcentaje X de vecinos similares a uno

(Schelling, 1971)

Modelo de segregación - 2



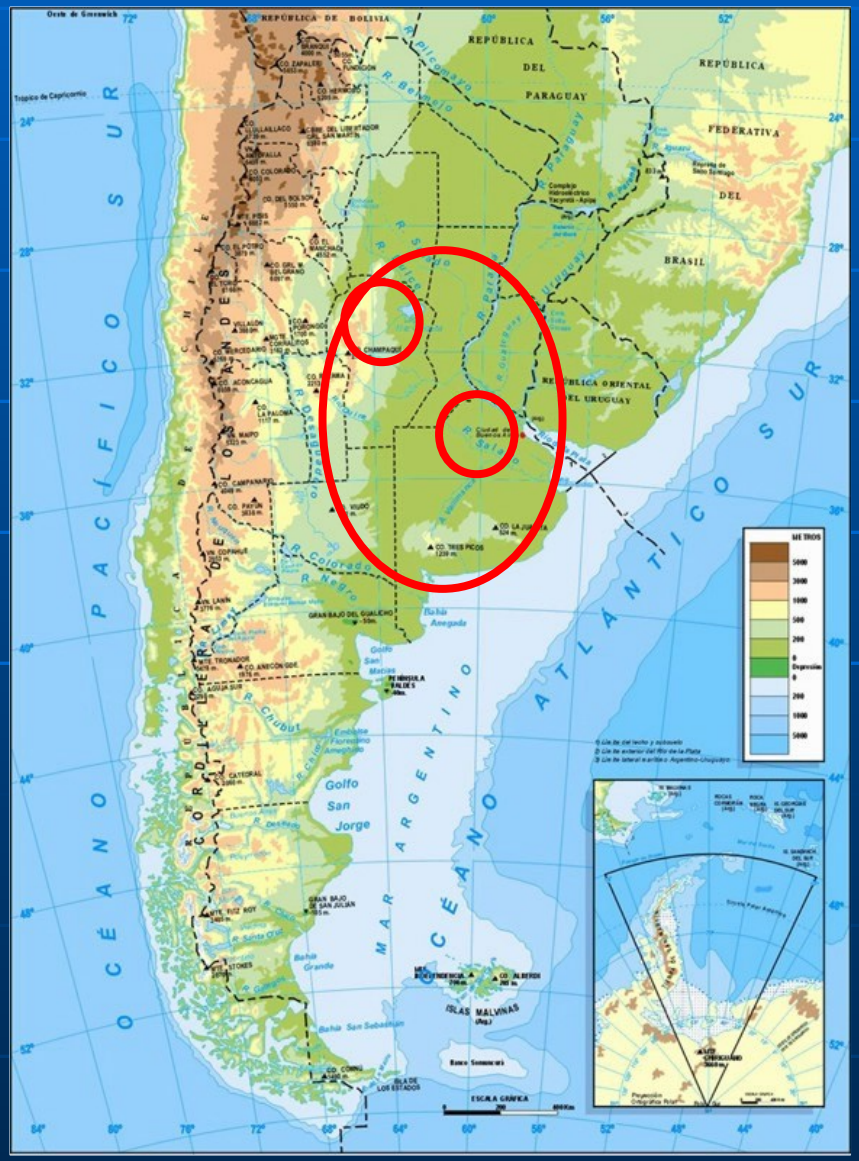
Pref=30%
% similares= 73%

NSF IAI UNIVERSITY OF Miami RSMAS ROSENSTIEL SCHOOL OF MARINE & ATMOSPHERIC SCIENCE CONICET

Sirven los modelos?

- Especificación
- Implementación
- Verificación
- Calibración
- Validación
- Documentación

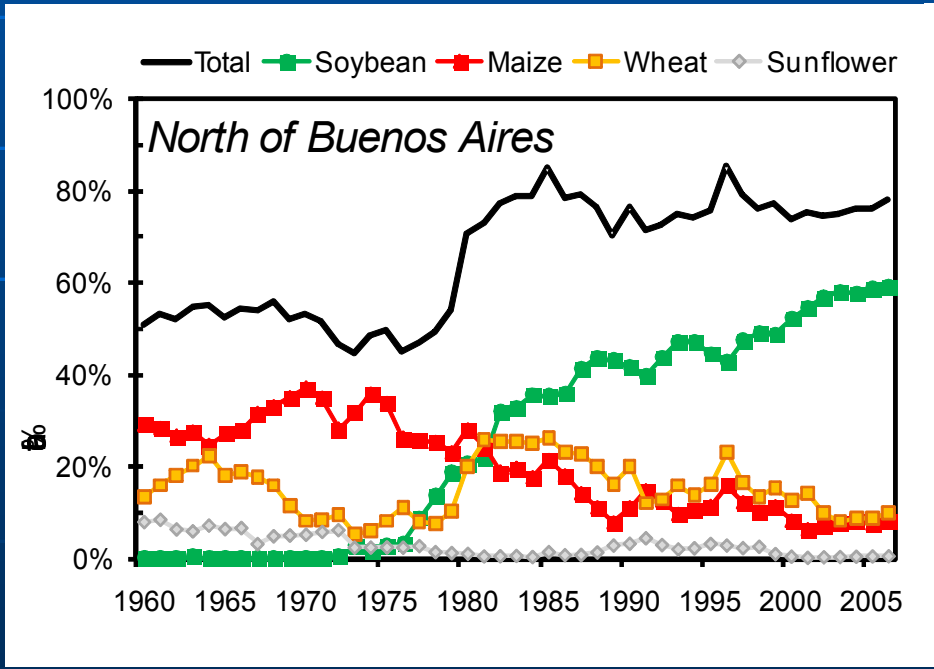
Área de estudio

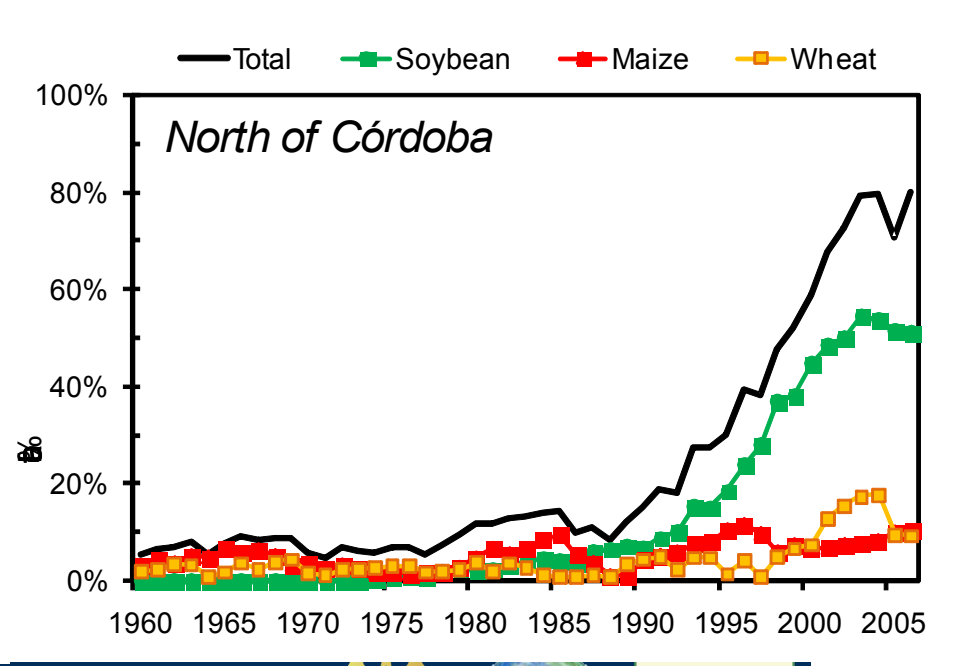


- Región Pampeana:
  - Norte de Buenos Aires: área óptima, tradición agrícola
  - Norte de Córdoba: área marginal, recientemente agrícola

Motivaciones

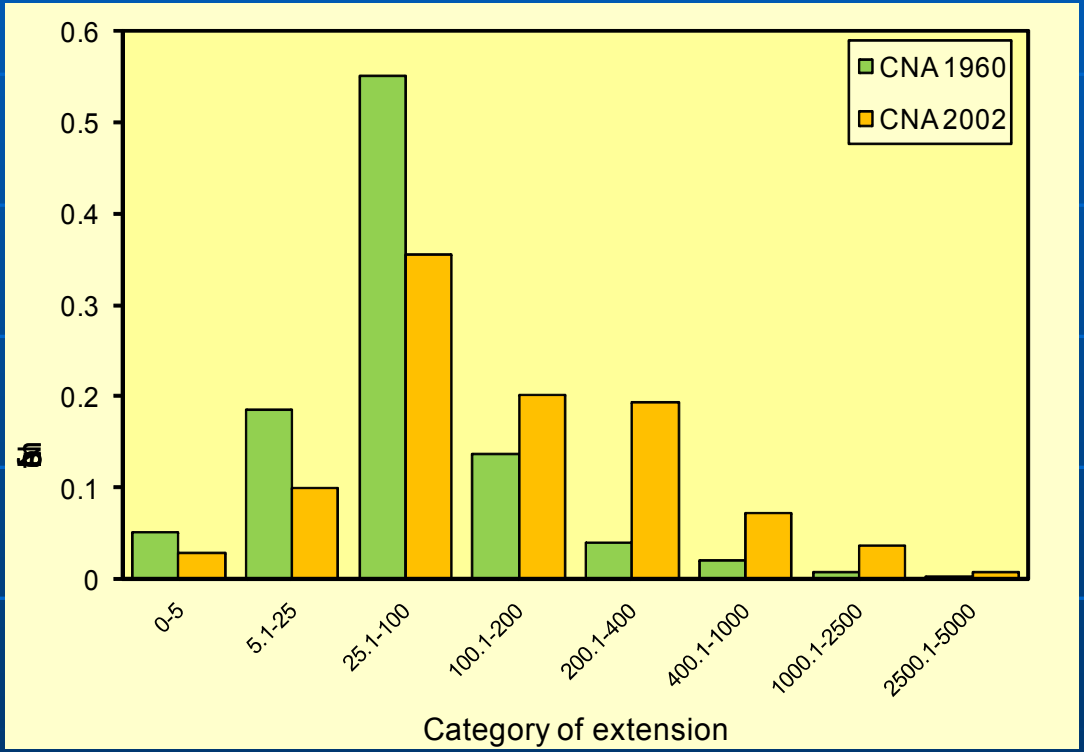
- Expansión de la agricultura y contracción de la ganadería
- Protagonismo de la soja





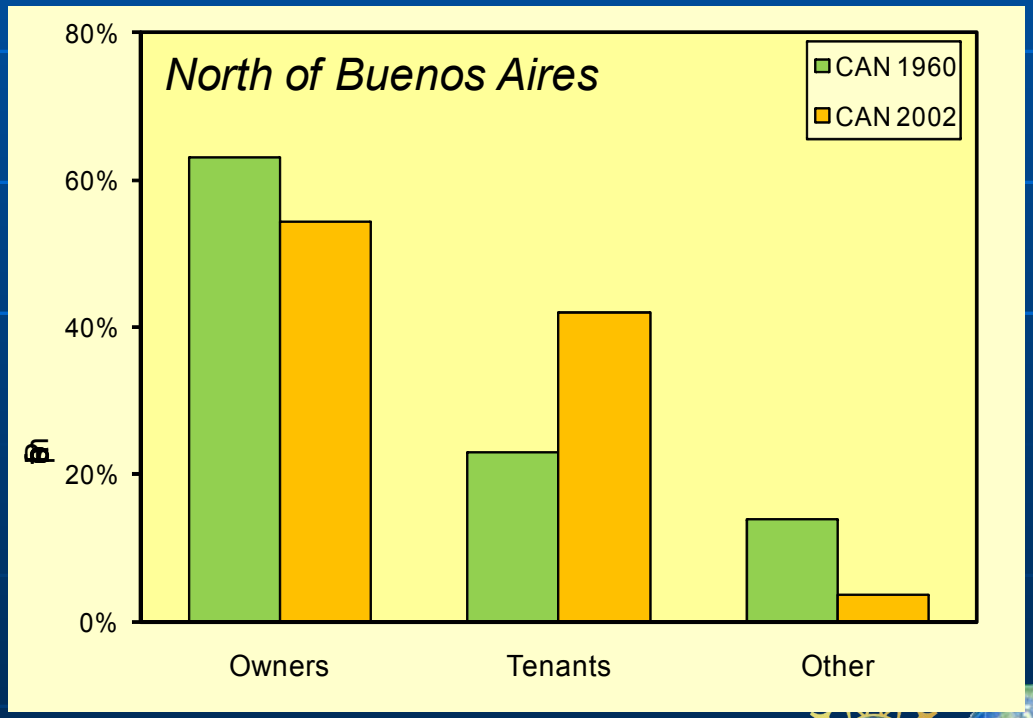
Motivaciones

- Incremento en el tamaño promedio de las empresas
- Disminución del número de productores

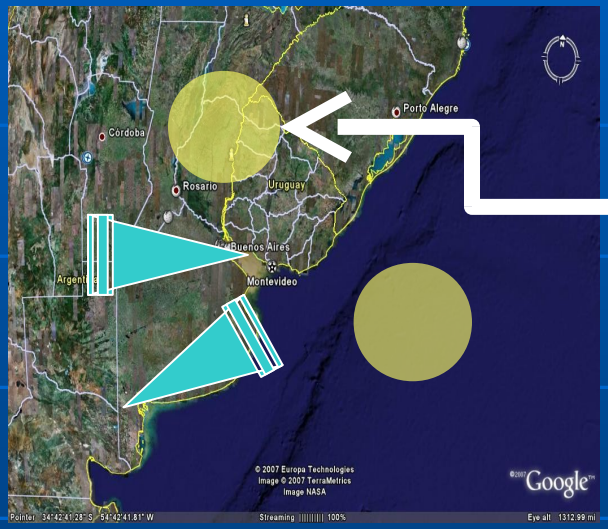


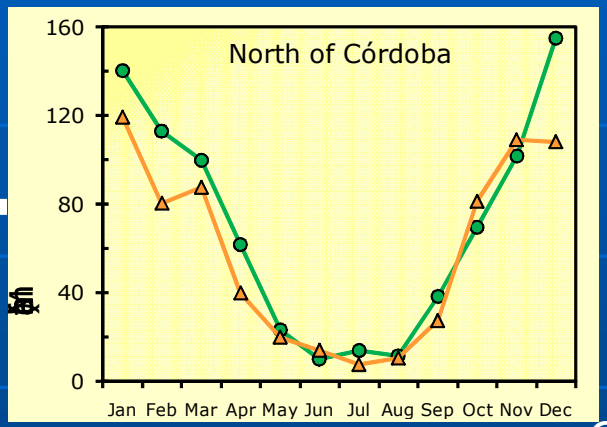
Motivaciones

- Incremento en la superficie arrendada: más del 50% del área operada por arrendatarios



Forzantes de los cambios





Incrementos en lluvias

1950 - 1970
1971 - 2001

Cambios en la dieta de paises en crecimiento

Nuevas tecnologías

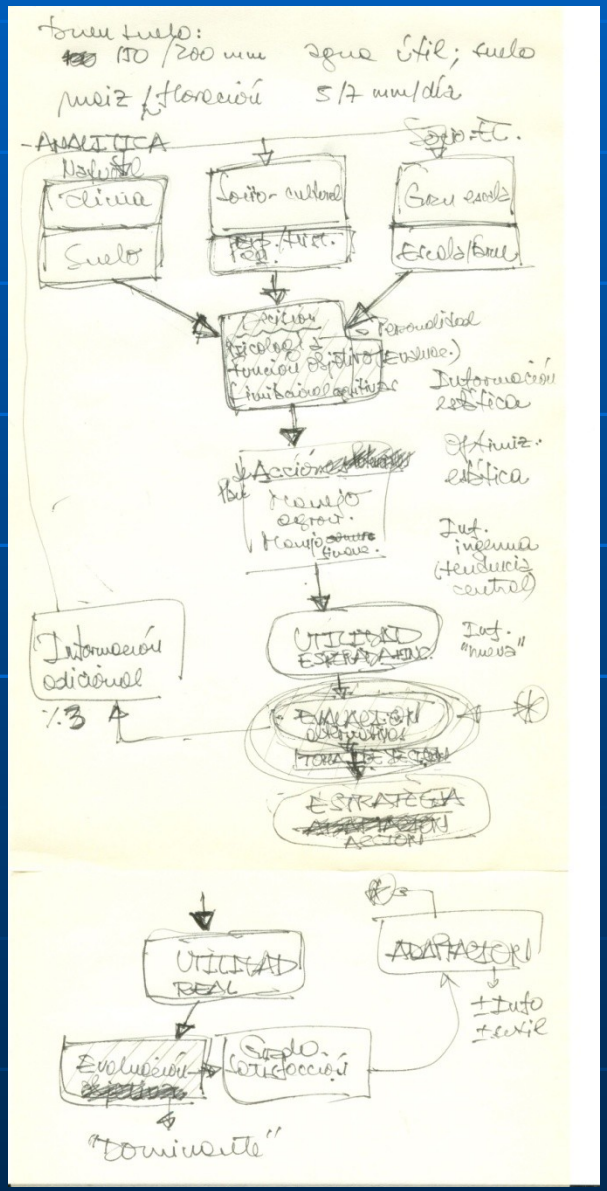
Propósito del modelo

- Explorar y entender cambios estructurales y en el uso de la tierra en los sistemas agrícolas pampeanos
- Modelar impactos de futuros escenarios climáticos, socio-económicos, tecnológicos y políticos

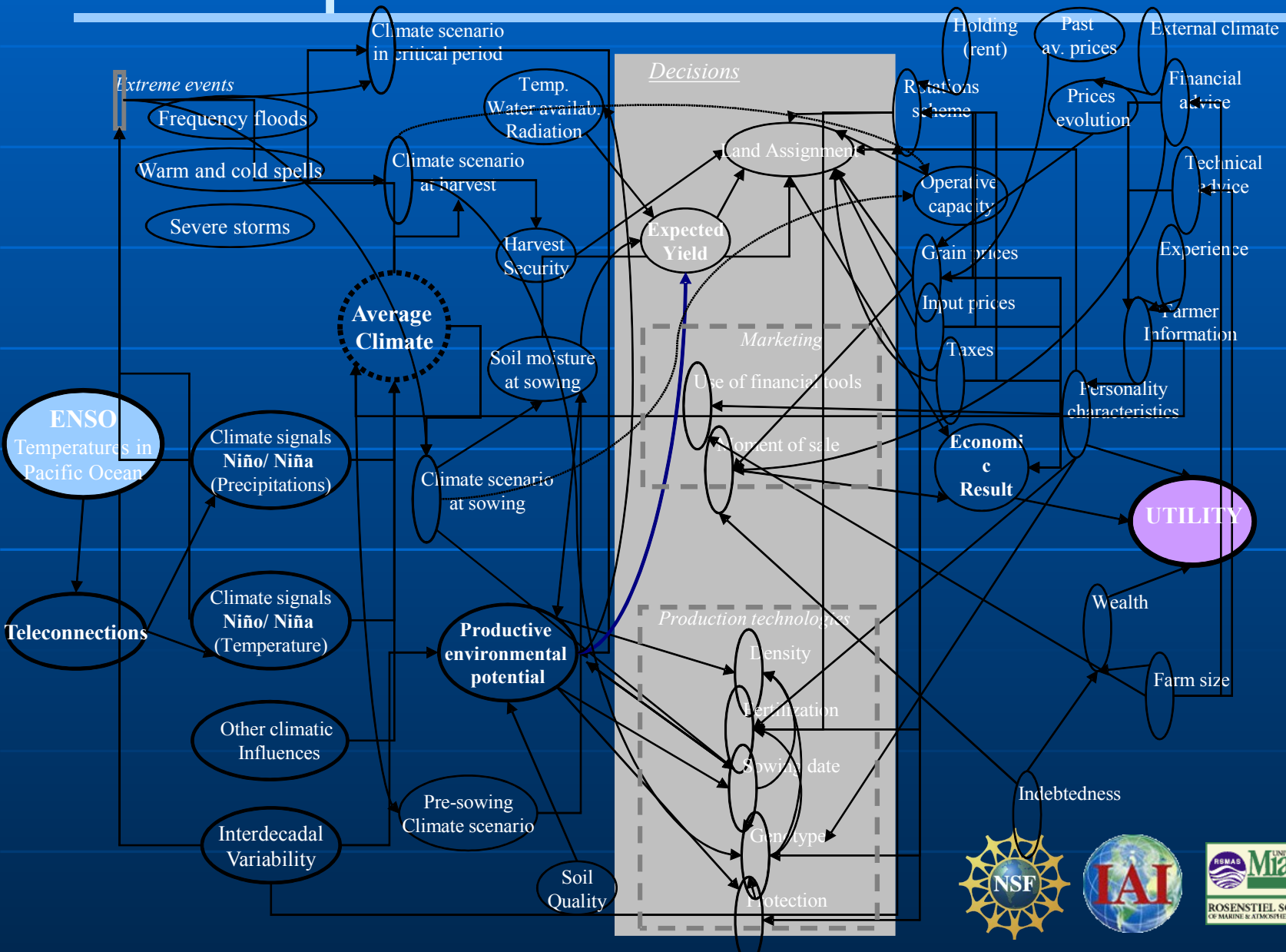
Por qué usar un ABM?

- Las decisiones son mayormente tomadas por individuos a escala de empresa y los patrones regionales resultan de la suma de decisiones individuales
- La producción agrícola involucra varios tipos de agentes y con características diferentes
- Hay interacción entre agentes (imitación, etc.)

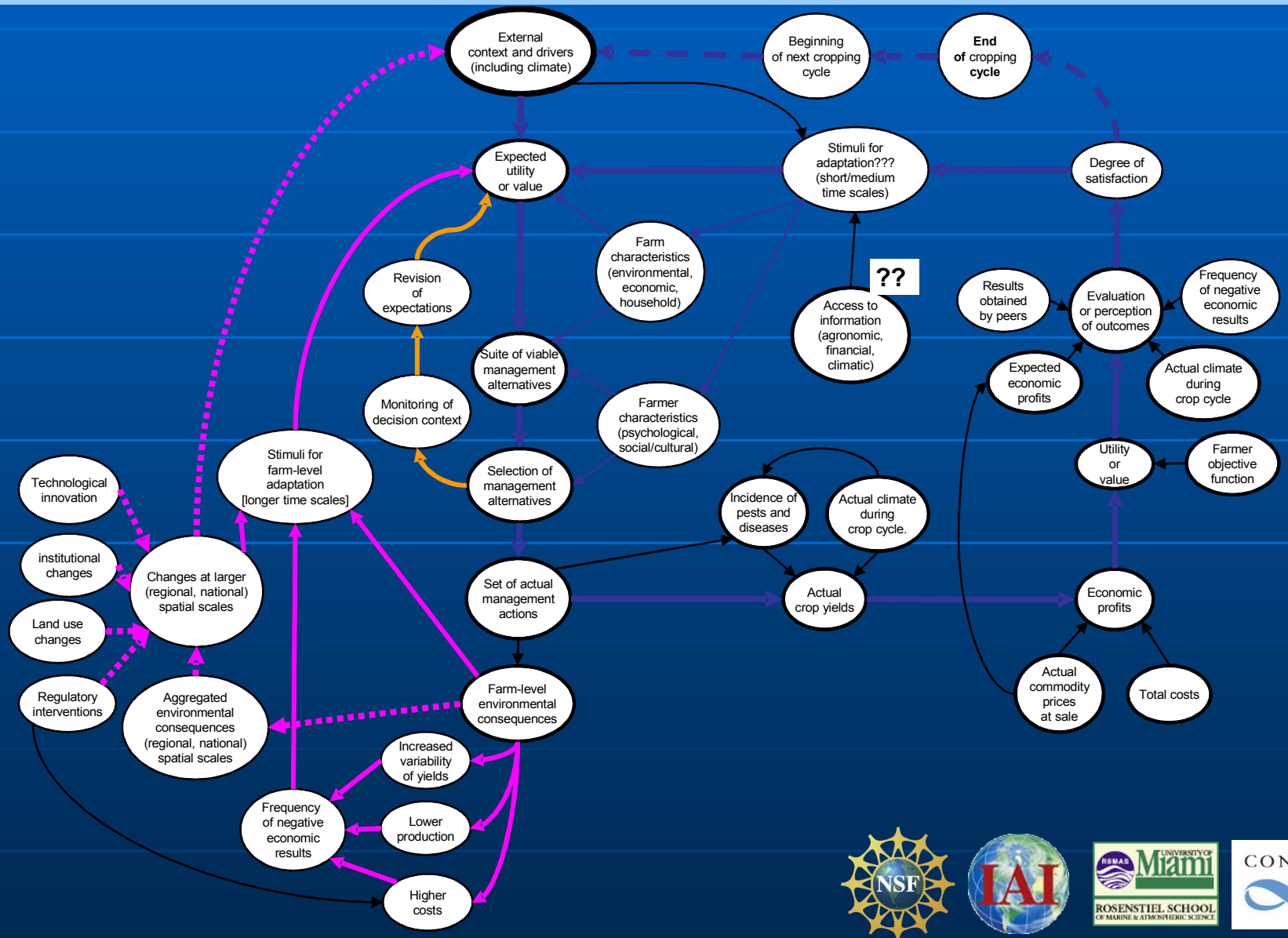
Especificación del modelo



Especificación del modelo

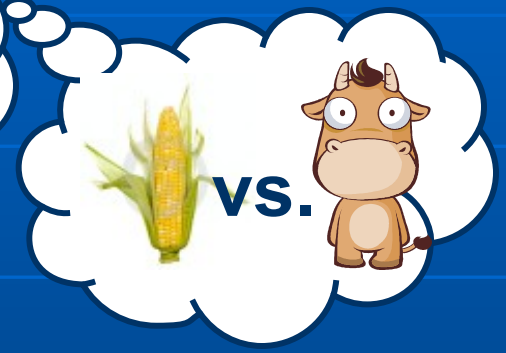


Especificación del modelo



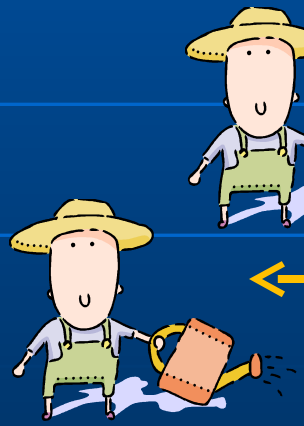
Entidades del modelo

Tiene metas explícitas



Toma decisiones

Percibe el ambiente y contexto de decisiones

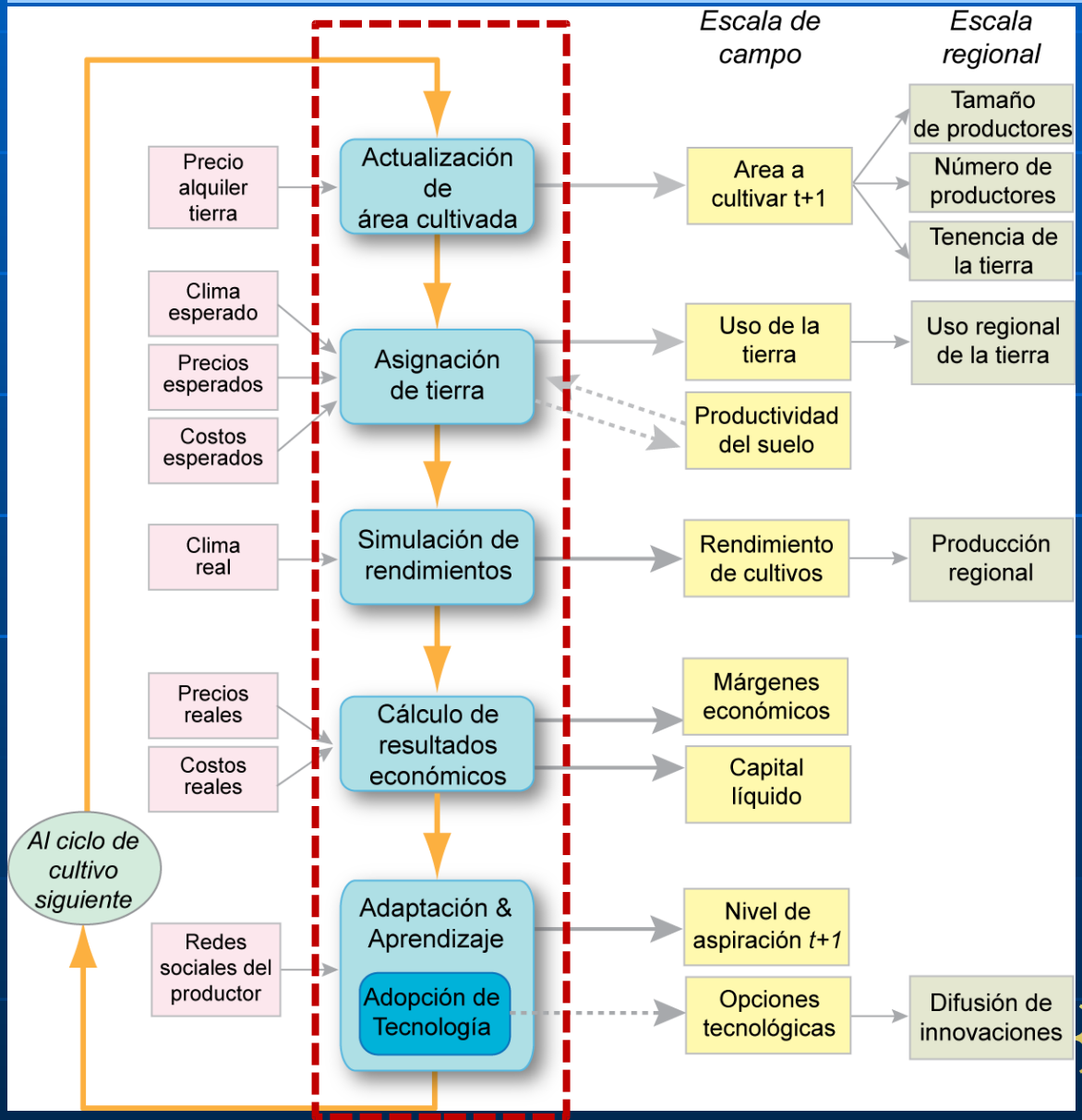


Interactúa con otros agentes

Finca

Espacio

Dinámica del modelo

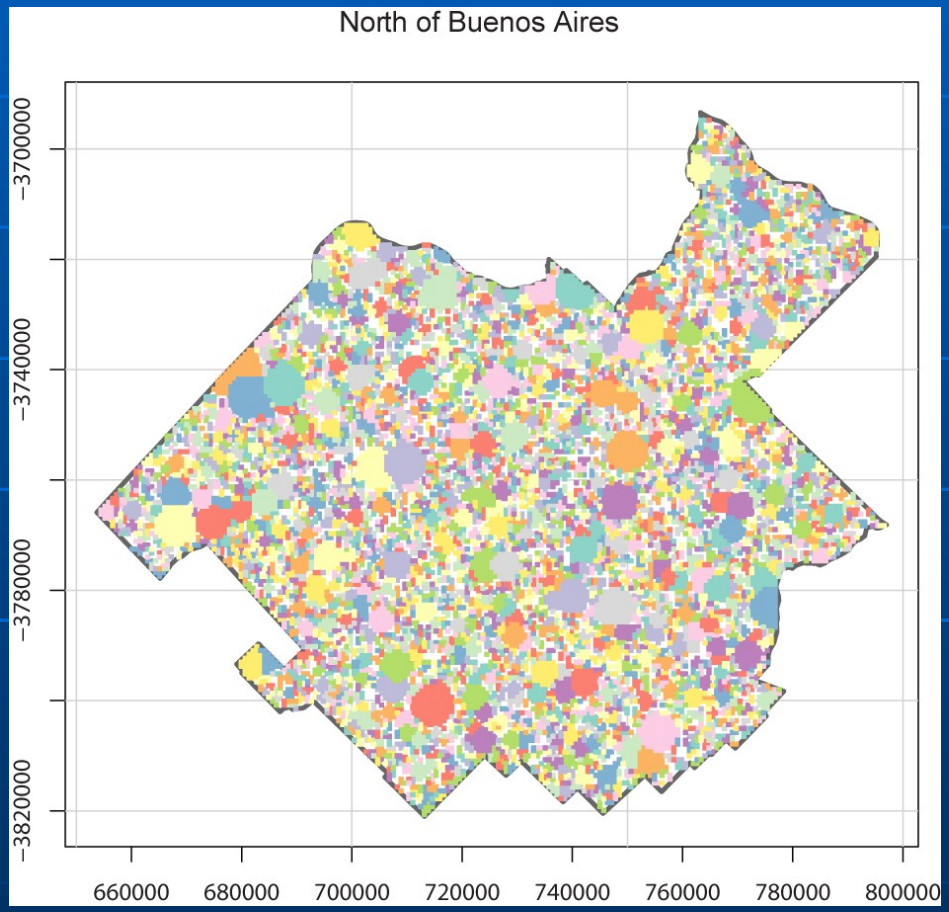


Espacio

Asunción
Paraná
Rio Grande do Sul
Porto Ale
Cordoba
Rosario
Uruguay
Santiago
Buenos Aires
Montevideo
Argentina
UNEP
©2007 Google™
Eye alt 1316.98 mi
Maíz
Soja
Trigo- soja

Espacio

- Dos regiones: NBA y CN
- Todos los campos en una región experimentan el mismo clima
- Dos suelos representativos en cada región



Área a sembrar por cada agente

- La única forma de expansión es a través del arrendamiento
- En este modulo el área a sembrar por cada agente. Etapas:
  - Quién se expande? Quién arrienda su finca
  - Cuánto ofrecen los que se expanden? Cuánto pretenden los dueños?
  - Formación del precio de arrendamiento
  - Transacciones de arrendamiento
- Modelo híbrido: Agentes y economía clásica

Adaptación: Nivel de Aspiración

Nivel de aspiración

NO **satisfactorio**

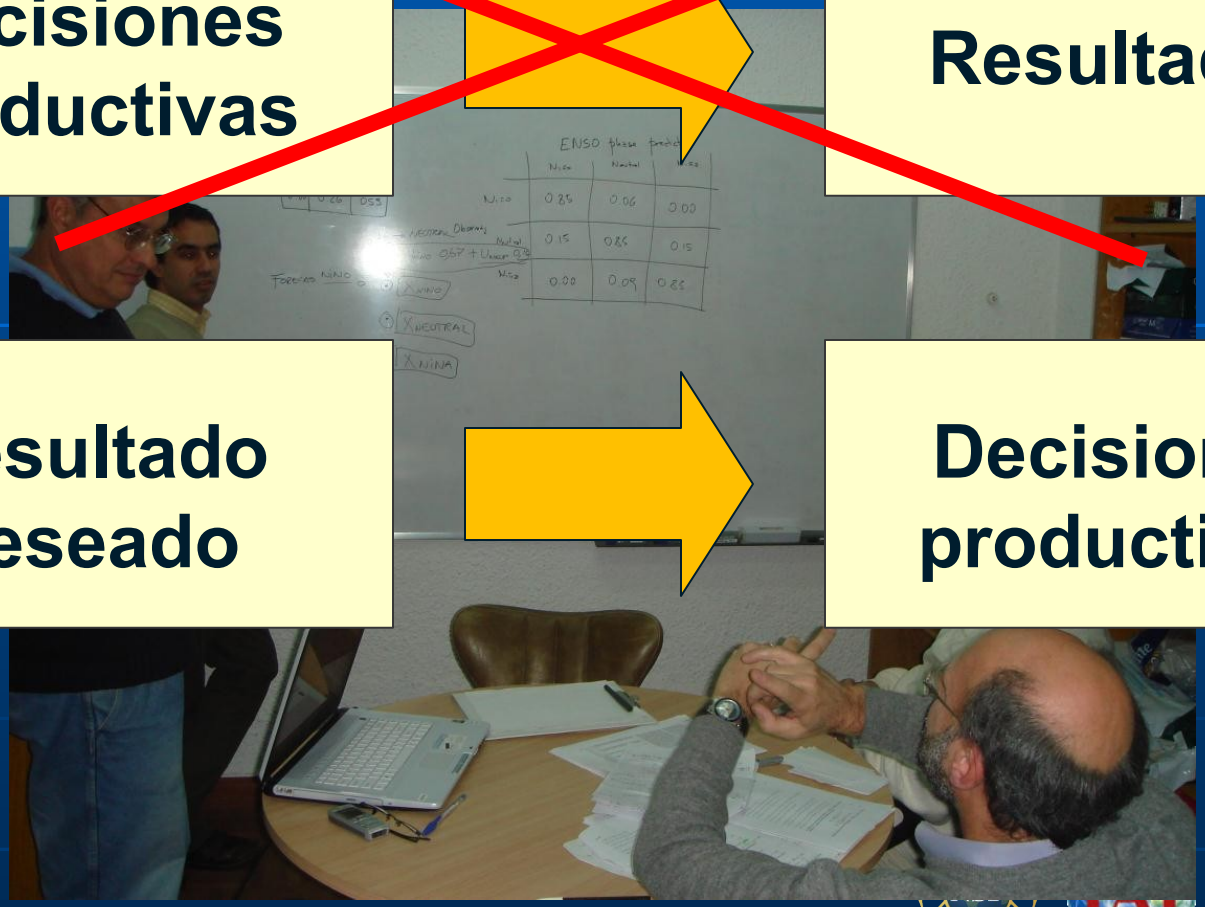
Satisfactorio

Resultado económico

Adaptación: Nivel de Aspiración

~~Decisiones productivas~~ → ~~Resultados~~

Resultado deseado → Decisiones productivas

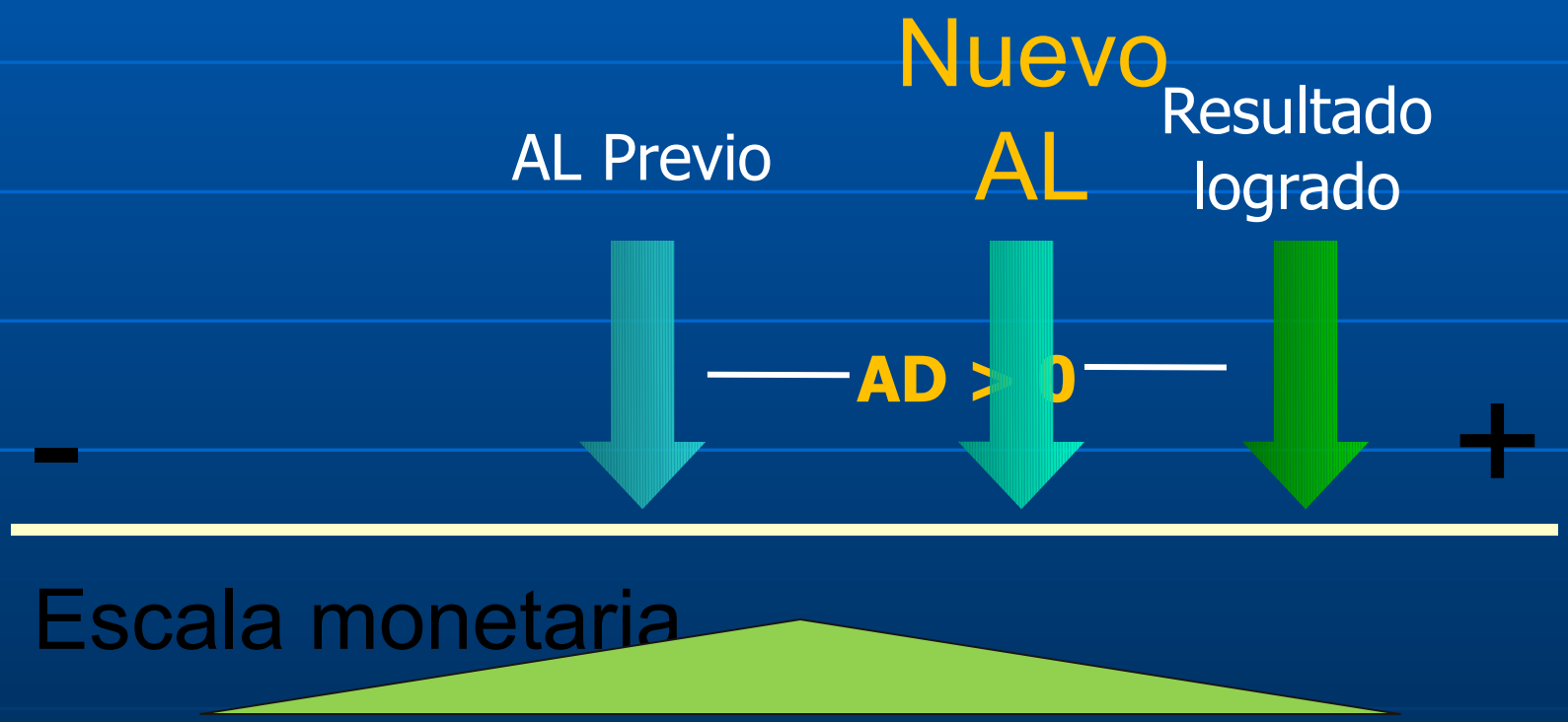


Adaptación: Nivel de Aspiración

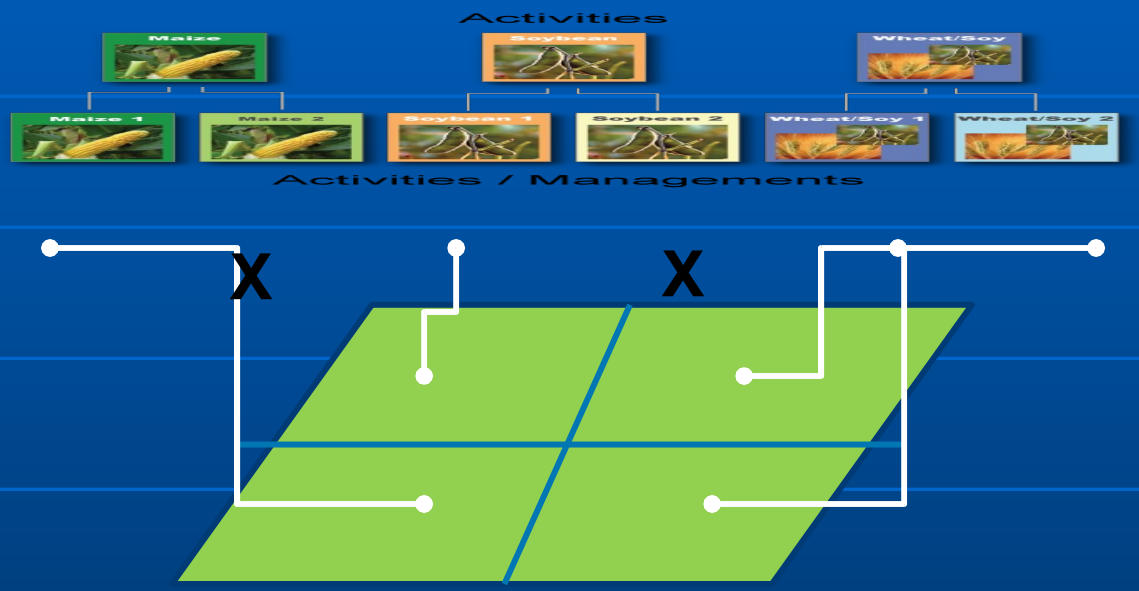
[Cyert & March 1963]

- Contexto esperado (clima, precios, costos)
- Comparación con resultados de pares
- Contexto esperado vs real

Adaptación: Nivel de Aspiración

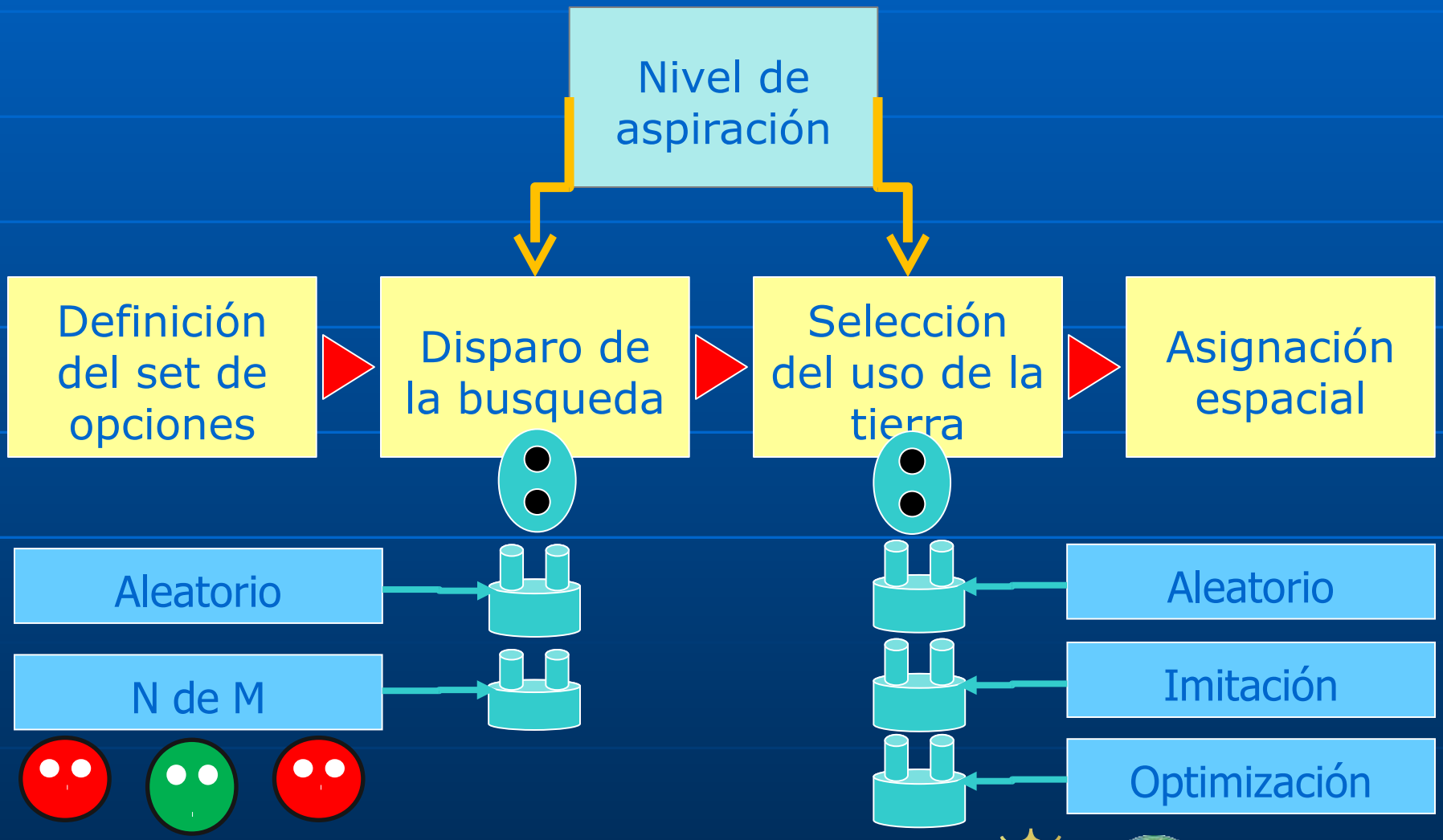


Asignación de tierra

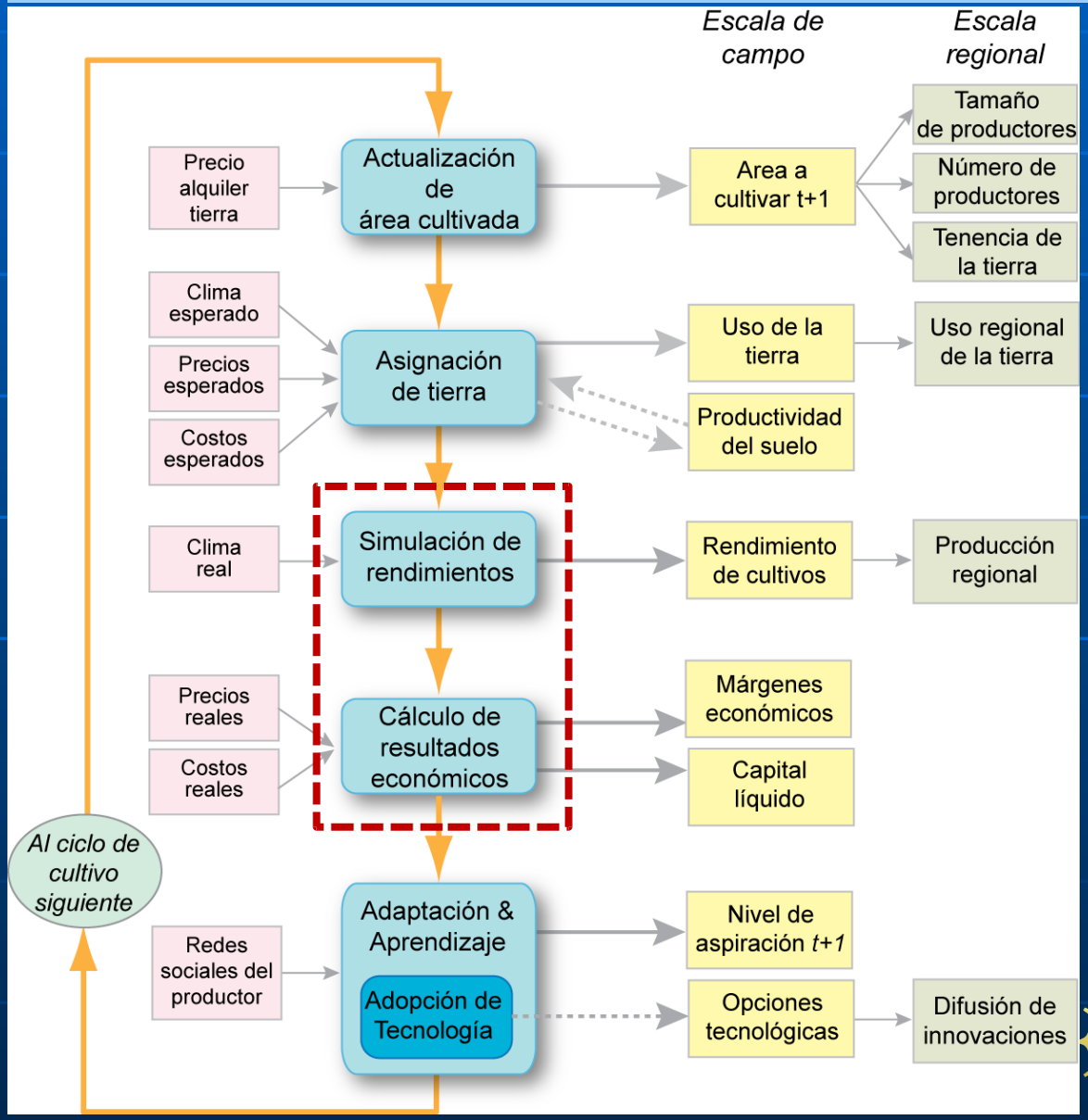


Este proceso define la actividad y manejo asignado a cada lote de tierra

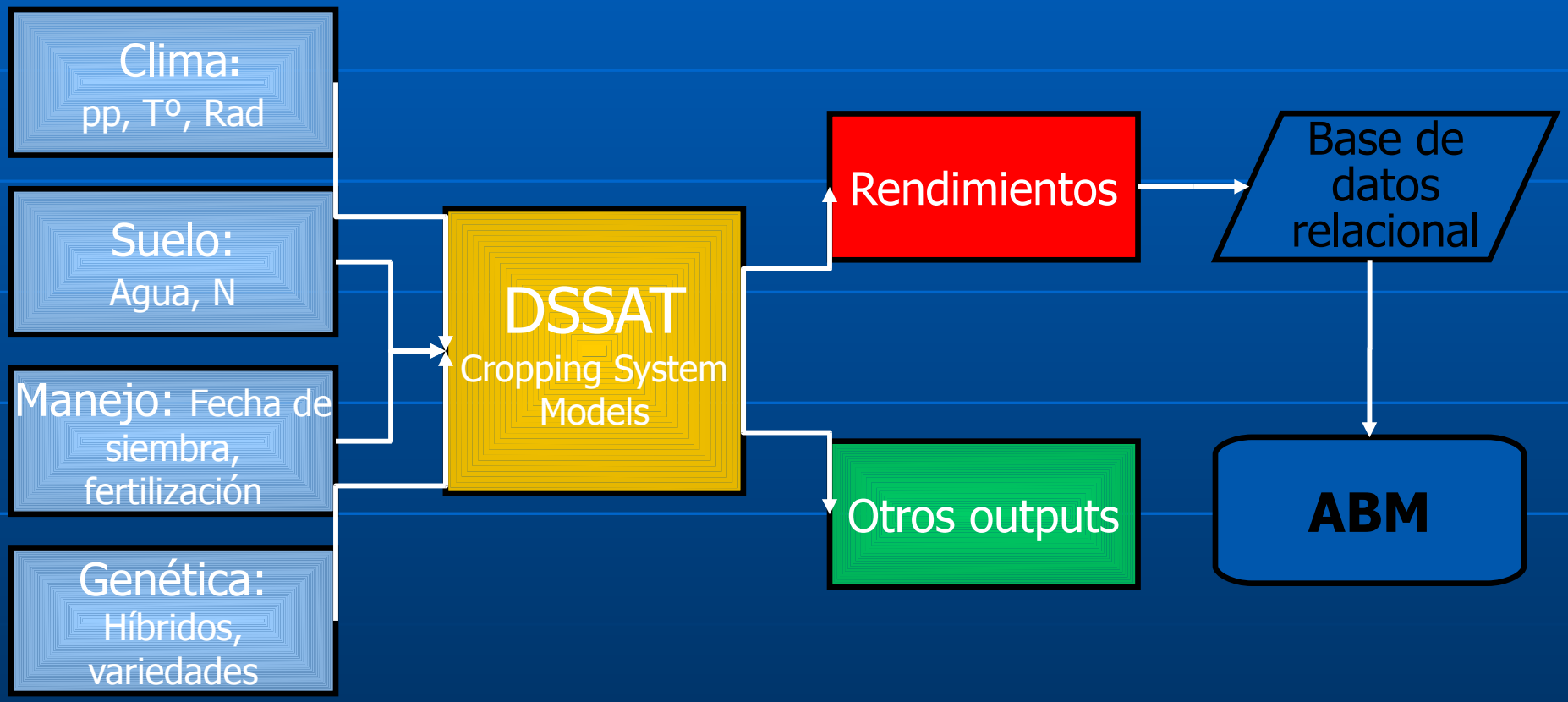
Asignación de la tierra



Dinámica del modelo



Simulación de rendimientos



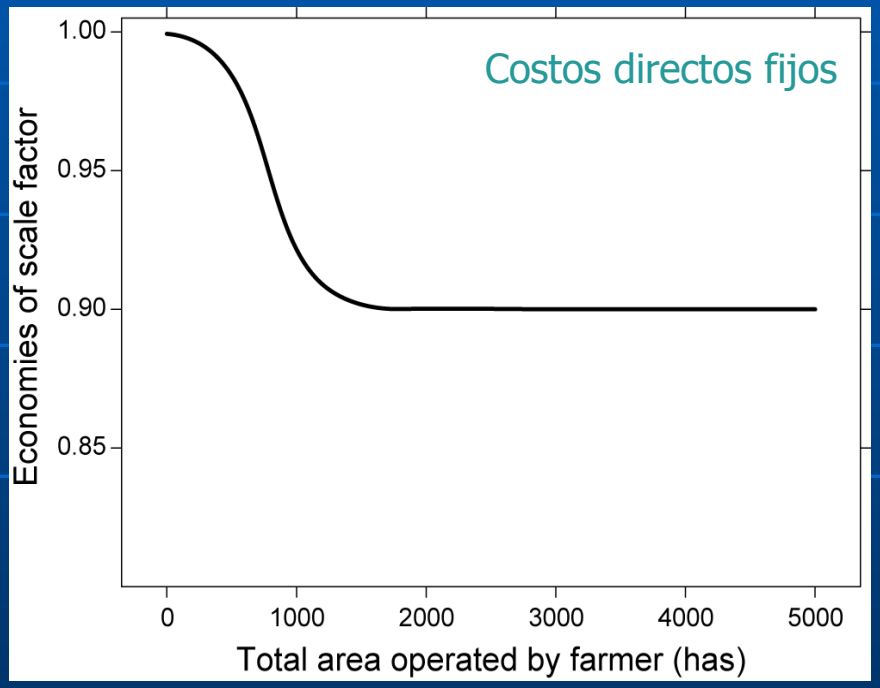
Mercau 2002

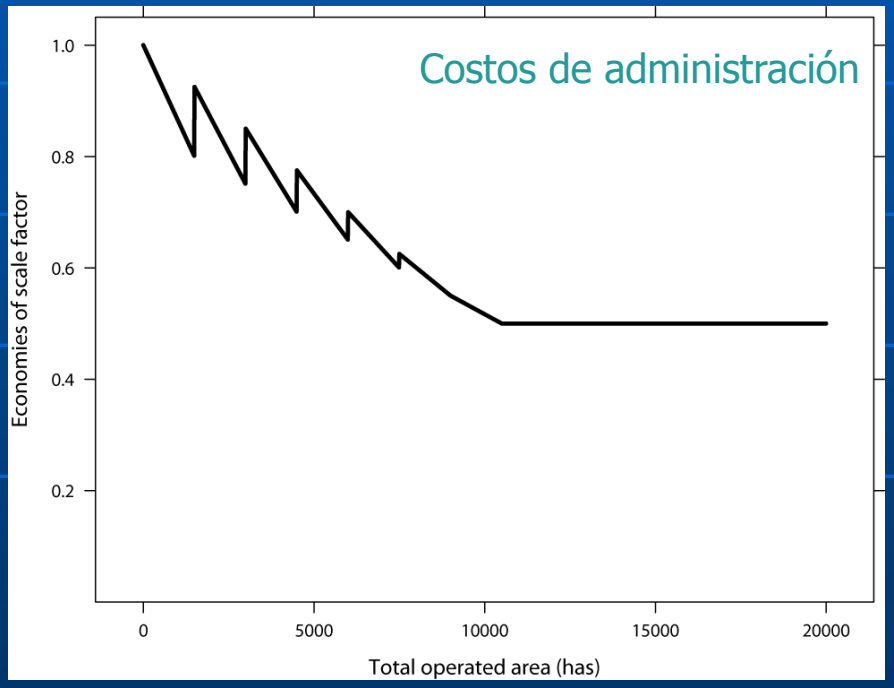
Cálculos económicos

- *Este modulo calcula el capital líquido (o de trabajo) acumulado por un productor al final de un ciclo productivo*
- La acumulación de capital líquido es el resultado del balance entre:
  - Capital disponible de ciclos previos
  - Ingresos totales recibidos, y
  - Gastos totales

Cálculos económicos

- Economías de escala





Inicialización

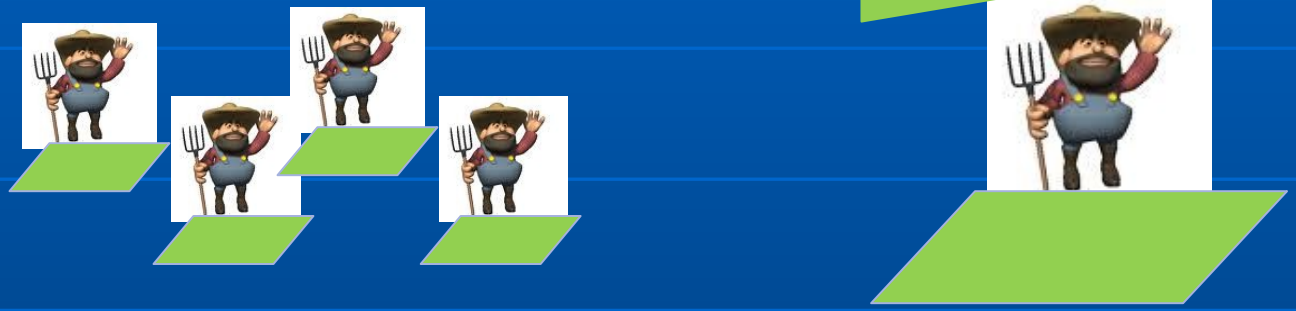
- Número de campos
- Tamaño de campos
- Número de agentes
- Área operada por cada agente
- Mecanismo de toma de decisiones
- Preferencia de rotaciones
- Características de personalidad
- Capital inicial
- Otros

Datos de entrada

- Rendimiento de los cultivos
- Series de precios de granos
- Series de precios de insumos
- Otros

Cambios

Structure



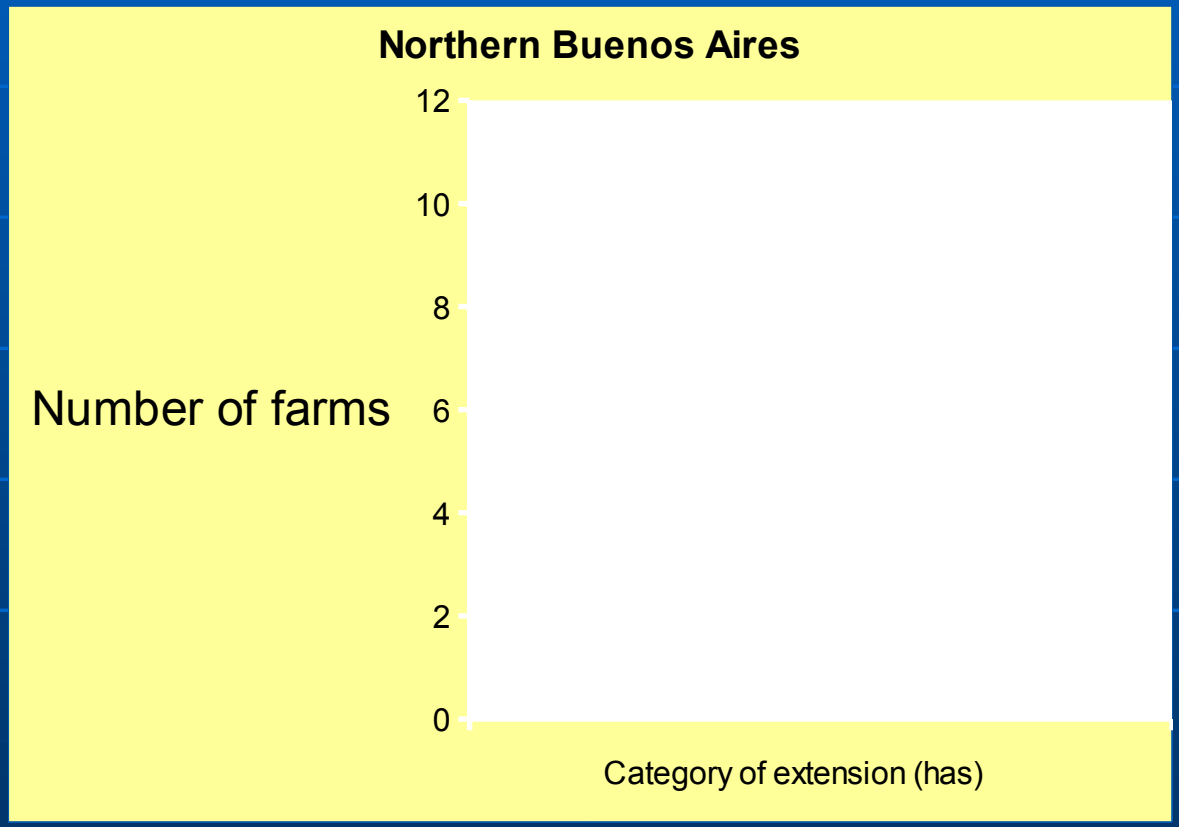
Land use

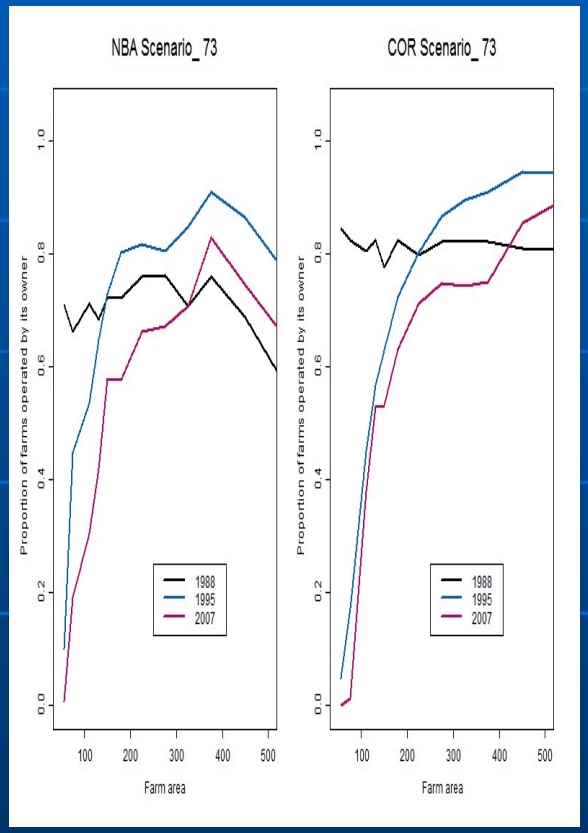
Land Tenure

Rented area

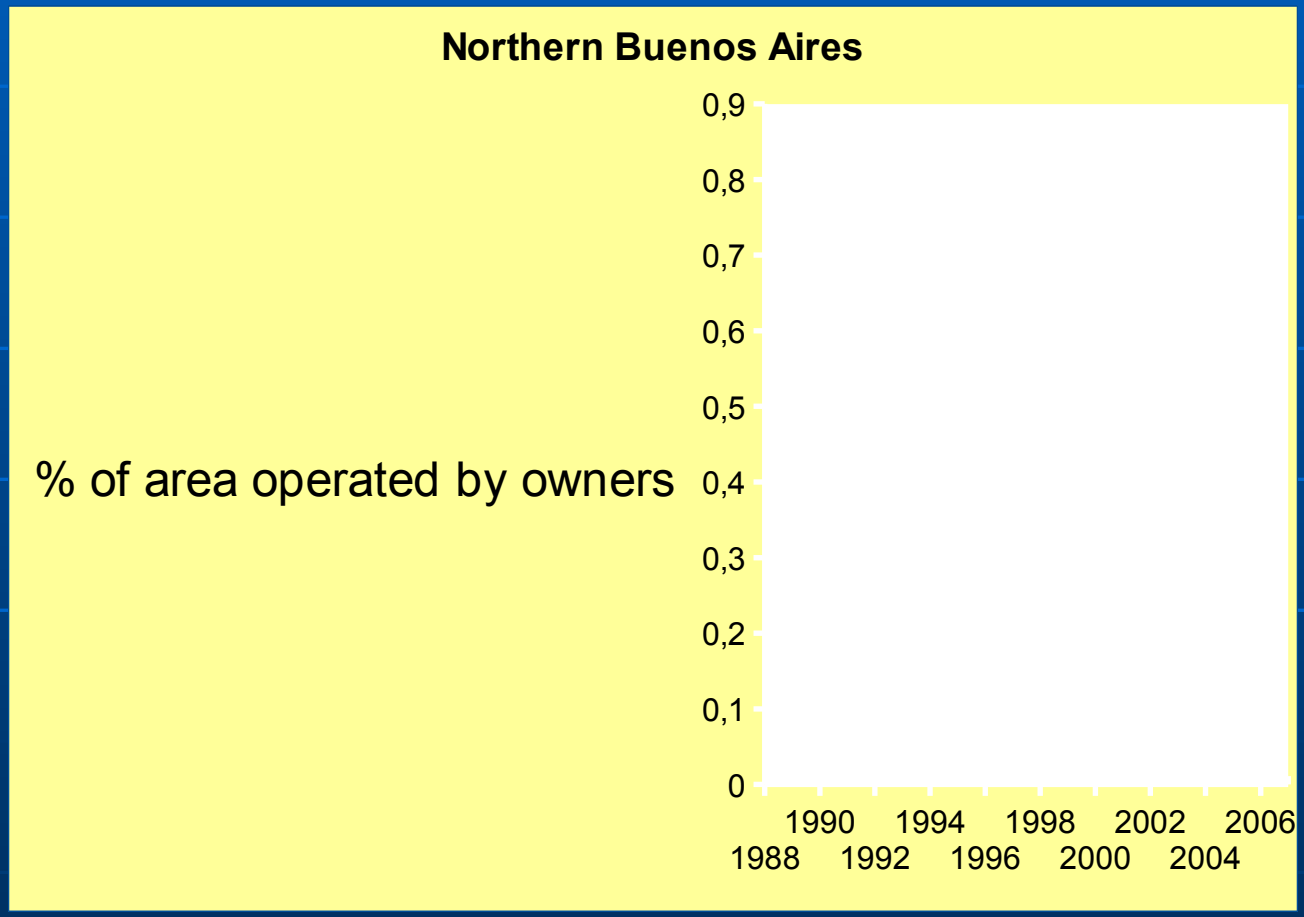
60 %

Resultados: Estructura



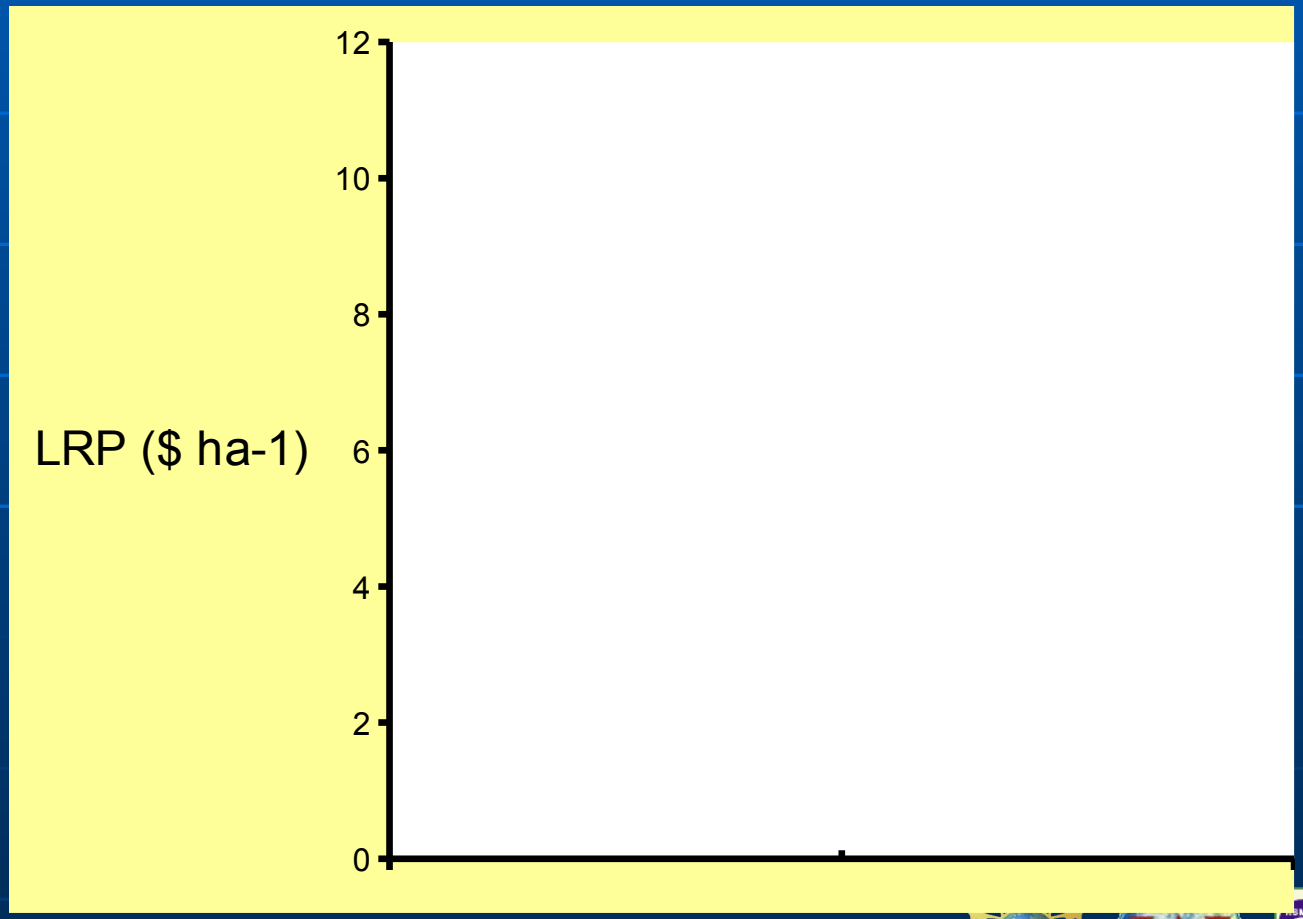


Resultados: Tenencia

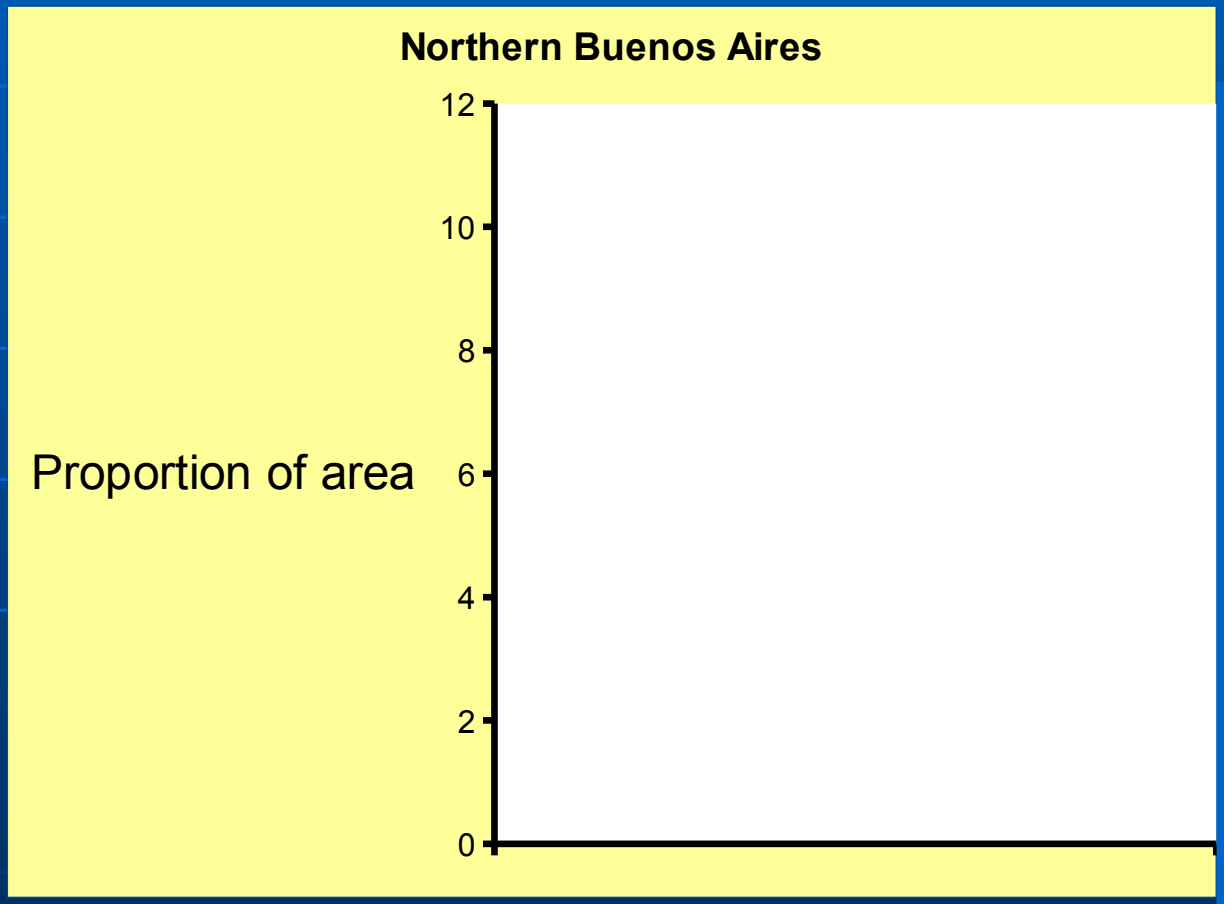


Resultados: Mercado de alquiler

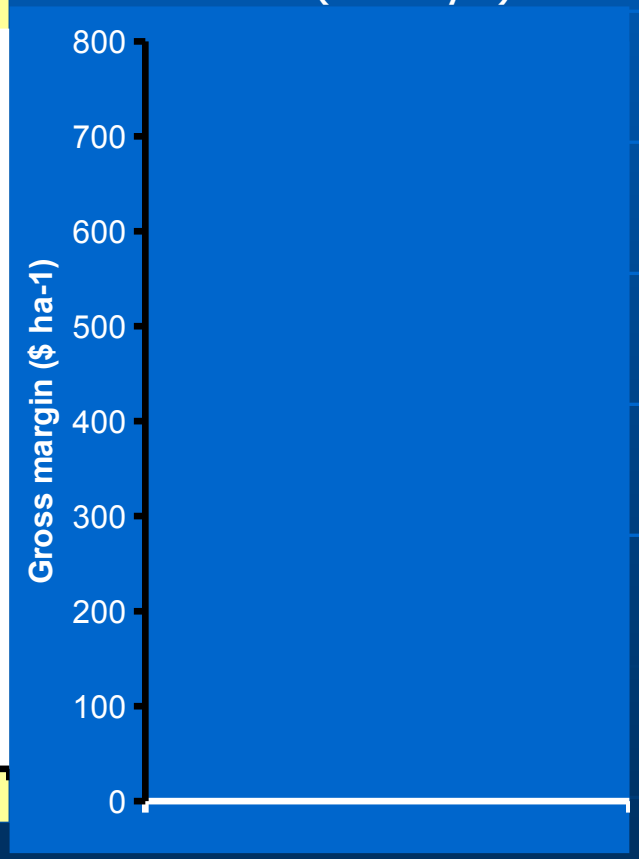
- El "LAnd Rental Market Model" (LARMA)



Resultados: Uso de la tierra



Margen Bruto de soja y maíz (SAGPyA)



Resumen

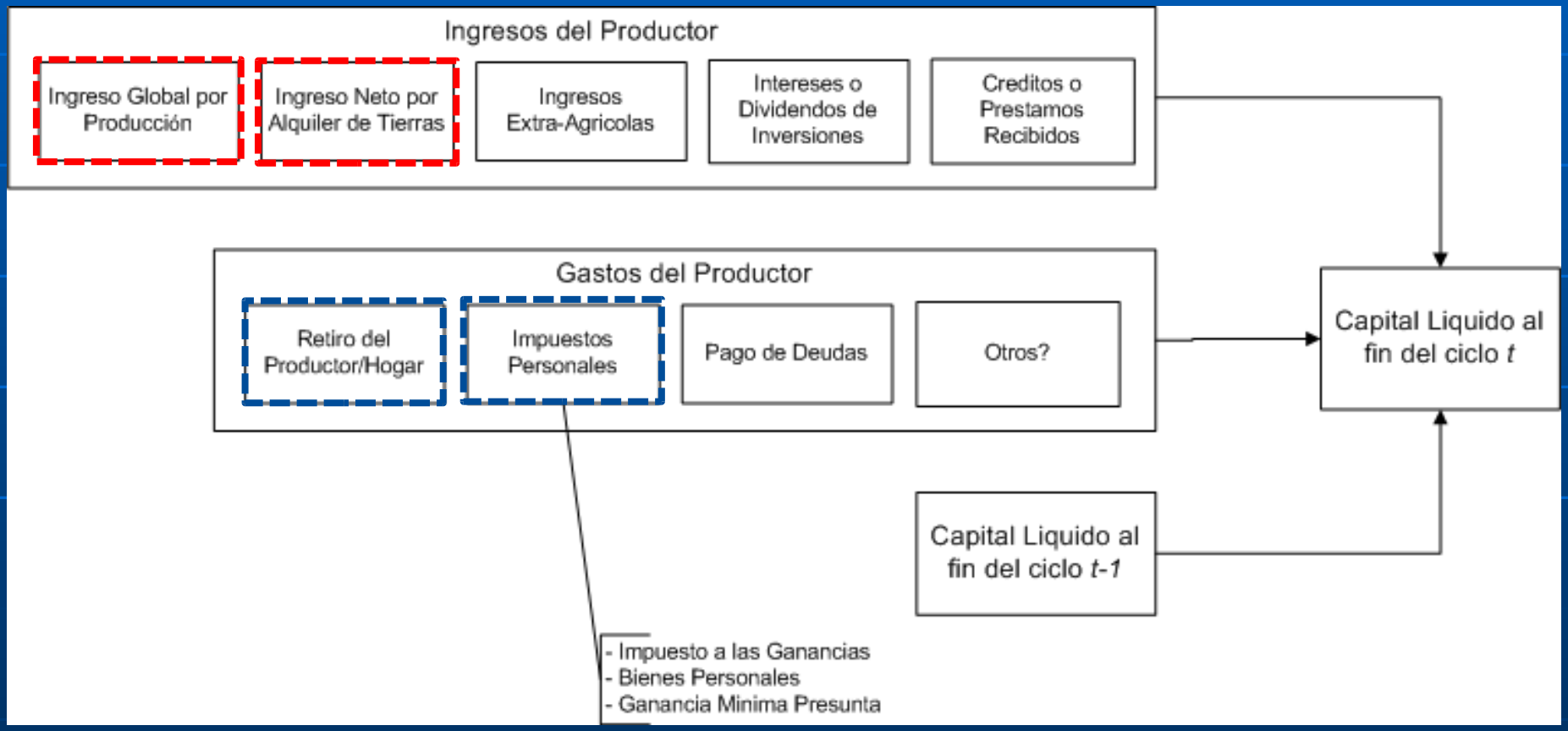
- Cambios en la estructura y en el uso de la tierra en la agricultura Pampeana
- Modelo Basado en Agentes de los sistemas agrícolas Pampeanos: heterogeneidad, interacción, patrones emergentes
- El modelo reproduce aceptablemente el pasado: laboratorio para explorar escenarios futuros (climáticos, políticos, tecnológicos)

NSF IAI UNIVERSITY OF Miami RSMAS ROSENSTIEL SCHOOL OF MARINE & ATMOSPHERIC SCIENCE CONICET

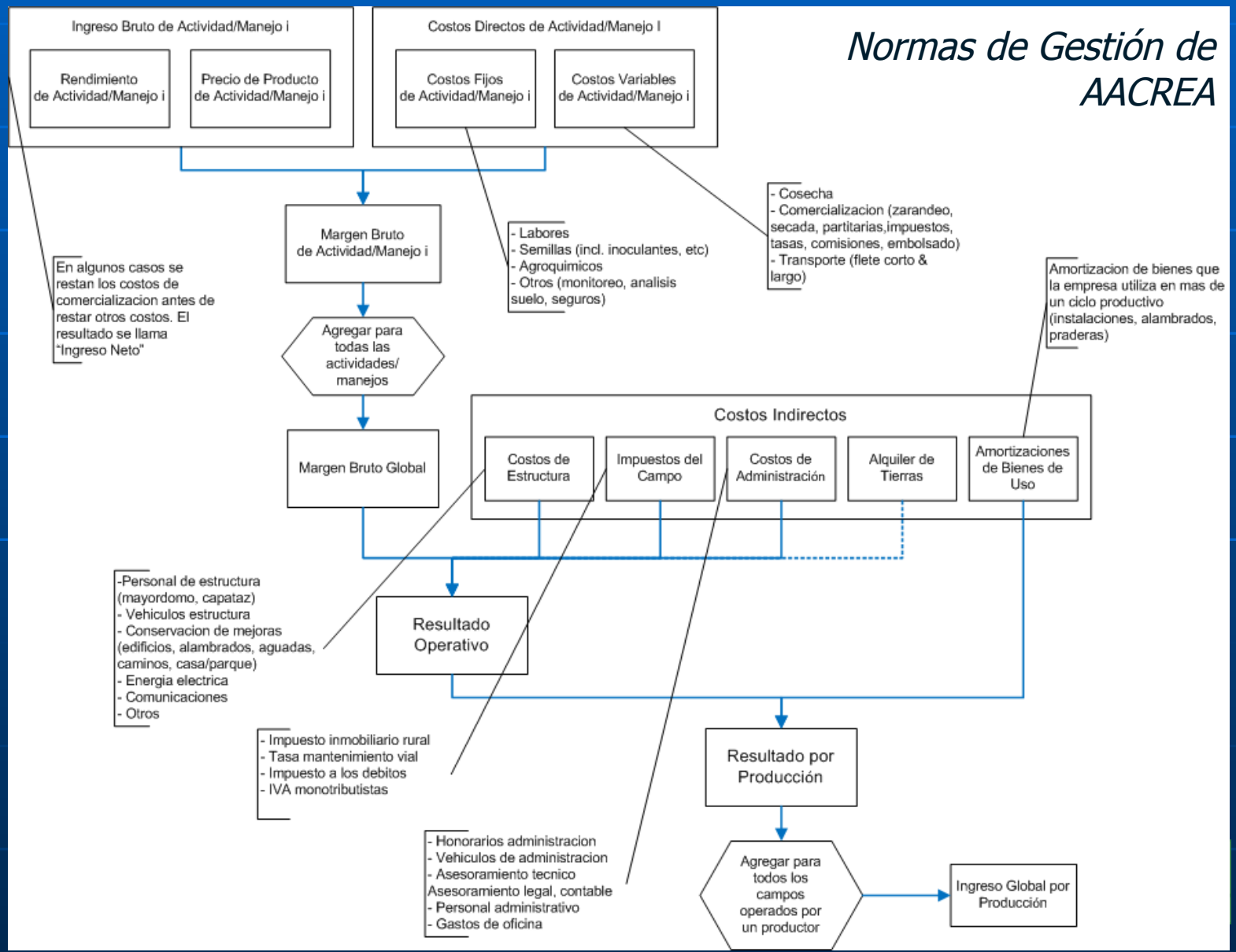
Mecanismos de decisión

Adaptado de Jager & Janssen 2003

Cálculos económicos



Cálculos económicos



CONICET