

# Renacer del Campo

## RESUMEN

El campo necesita visión, no compasión. Este artículo presenta un modelo de simulación sistémica para explorar combinaciones de políticas que impulsen la sustentabilidad rural. Integra sectores como agua, forraje, ganado y bienestar humano, y permite simular el impacto de innovaciones como el **pastoreo regenerativo no selectivo**, que restaura suelos, rompe ciclos de plagas y elimina la dependencia de forrajes externos. Esta herramienta abre nuevas posibilidades para gobiernos, productores y empresas comprometidas con un futuro regenerativo, usando simuladores para **visualizar caminos viables hacia un campo vivo, fértil y próspero**.

 <p><a href="https://oasis-io.com">Oasis Incubadora de Negocios en Línea.</a></p>	<p><b>Autores:</b></p> <p>Pedro Dagoberto Almaguer Prado <a href="mailto:pedro@oasis-io.com">pedro@oasis-io.com</a> +52(81)17588310</p> <p>Ramiro Luis Almaguer Navarro <a href="mailto:ramiro@oasis-io.com">ramiro@oasis-io.com</a> +52(81)43966945 <a href="https://oasis-io.com">https://oasis-io.com</a></p>
---	--

Junio 12, 2025

## Palabras clave

simulación sistémica; sustentabilidad rural; políticas regenerativas; pastoreo regenerativo no selectivo; restauración de suelos; bienestar agropecuario; manejo integral del agua; innovación en el campo; visión sistémica; modelado dinámico.

(Adapted from Saeed Et. Al. 2012)



## Tabla de contenidos:

 Introducción .....	5
Del suelo al bienestar: una historia de regeneración sistémica .....	5
Renacer del Campo: Una Historia Sistémica de Regeneración.....	6
Cuando el agua escasea, todo el sistema tiembla .....	6
Tabla del Modelo .....	7
Name: WAG ( <b>Water Availability for Grass</b> ) .....	8
Name: Water consumed per capita.....	9
Name: Water consumed per cattle .....	9
Regenerar el suelo, sembrar esperanza .....	10
Tabla del modelo – Sector Pasto .....	10
Name: Grass consumed per cattle .....	11
Name: Regen time .....	11
Ganadería Regenerativa: el arte de balancear vida, recursos y abundanci.....	12
Tabla del modelo – Sector Animal.....	13
Name: Effect of water av on cattle waste .....	14
Name: Effect of water av on cattle growth .....	14
Name: Effect of grass av on cattle waste .....	15
Name: Effect of grass av on cattle growth .....	15
Población y Prosperidad: el reflejo humano del equilibrio entre alimento, agua y esperanza 16	
Tabla del modelo – Sector Población .....	17
Name: Water availability effect.....	18
Name: Food availability efect .....	19
La Bola de Cristal del Futuro Sostenible: Simula antes de decidir, visualiza antes de actuar.....	20
 Tabla 1. Resumen de Políticas .....	20
 Tabla 2. Ejemplos de uso de las políticas (ESPAÑOL).....	21
Comportamiento del sistema ante la activación de políticas y escenarios de asignación de agua .....	22
 Reflexión sistémica: cuando la intuición falla ante la complejidad .....	23
Registro y Configuración del Modelo .....	24
 Metadata en Español.....	24
 Conclusión: De la Confusión a la Claridad — Liderar con Visión Sistémica .....	25

Referencias .....	26
-------------------	----

**Tabla de figuras:**

Figure 1: Diagrama causal sistémico de la interacción entre agua, suelo, ganado y población humana.....	6
Figure 2: Dinámica del agua superficial y subterránea: captura de lluvia, escurrimiento, recarga de acuíferos y extracción para uso humano y ganadero.....	7
Figure 3: Sector del pasto: dinámica de regeneración vegetal conectada con la disponibilidad de agua y la salud del suelo.....	10
Figure 4: Sector Ganadero: dinámicas de crecimiento y mortandad reguladas por agua y pasto disponible por animal.....	13
Figure 5: Sector Población: nacimientos, muertes y esperanza de vida modulados por alimento y agua disponible por persona .....	17
Figure 6: Modelo sistémico de simulación. Conecta agua, pasto, ganado y población humana a través de ciclos de retroalimentación balanceados. Las políticas pueden activarse estratégicamente para visualizar resultados antes de actuar.....	22
Figure 7: Agua asignada exclusivamente al ganado .....	22
Figure 8: Agua asignada exclusivamente al ganado .....	23
Figure 9: Agua compartida – 30% para consumo humano, 70% para ganado.....	23
Figure 10: Configuración del modelo: Parámetros temporales y de simulación (duración, pasos de tiempo y ajustes de interactividad) que controlan la ejecución.....	24
Figure 11: Registro del modelo: Metadatos clave (título, autor, fecha y palabras clave) para clasificar y buscar el modelo. ....	24



## Introducción

La sustentabilidad del campo no puede lograrse con soluciones aisladas. Requiere comprender la complejidad de los ecosistemas rurales y el entramado de decisiones que afectan el bienestar de la tierra, los animales y las personas. Este artículo presenta un modelo de simulación sistémica que integra componentes clave de un sistema agropecuario: la gestión del agua subterránea y superficial, la regeneración del pasto como fuente de alimento, la dinámica de poblaciones de ganado y humanos, y el impacto de políticas innovadoras.

Entre estas políticas destaca el **pastoreo regenerativo no selectivo**, una práctica que busca restaurar la fertilidad del suelo mediante la acción estratégica del ganado y el uso de cercos eléctricos para replicar el comportamiento de manadas naturales. Esta estrategia no solo revitaliza el ecosistema y mejora la captación de agua, sino que también rompe ciclos de plagas como la garrapata y reduce los costos de alimentar al ganado con forrajes externos.

El uso de simuladores sistémicos permite visualizar escenarios, identificar efectos colaterales y explorar combinaciones de políticas que podrían conducir a la sustentabilidad del sistema en su conjunto. Esta propuesta busca inspirar a tomadores de decisión, empresarios del campo y educadores, mostrando cómo una visión integrada y dinámica puede acelerar la transición hacia un futuro rural resiliente, productivo y regenerativo.

### Del suelo al bienestar: una historia de regeneración sistémica

Esta es la historia de un rancho al borde del colapso. Suelos degradados, animales enfermos, familias desesperadas y la constante carga económica de comprar alimento externo hacían cada día más difícil sostener la vida en el campo.

Pero no es una historia de pérdida. Es una historia de descubrimiento.

A través de la visión sistémica, los dueños del rancho aprendieron a **ver las conexiones invisibles** entre el agua, el pasto, los animales y las personas. Adoptaron una innovación poderosa: **el pastoreo regenerativo no selectivo**, acompañado por una gestión inteligente del agua y las políticas del ecosistema.

Esta transformación no ocurrió por casualidad, sino gracias al uso de un **modelo de simulación sistémico** que permitió experimentar decisiones antes de aplicarlas en la vida real.

A continuación, te invitamos a recorrer esta historia de cambio. Porque entender los sistemas puede ser la clave para regenerar nuestro campo... y nuestro futuro.

# Renacer del Campo: Una Historia Sistémica de Regeneración

Cuando todo parecía perdido, un grupo de rancheros descubrió que no necesitaban importar soluciones, sino aprender a ver su propio sistema de otra forma. A través de un modelo de simulación sistémico, comenzaron a explorar políticas regenerativas que transformaron su relación con el agua, el suelo, el ganado y su propia comunidad. Esta es la historia de cómo el pensamiento sistémico puede florecer en el campo.

## Cuando el agua escasea, todo el sistema tiembla

Durante años, las lluvias habían sido caprichosas. A veces llegaban con fuerza, otras veces no caía ni una gota. En medio del desierto creciente, los rancheros solo veían cómo sus pozos se profundizaban, sus pastos se secaban y el ganado flaqueaba. Pero algo comenzó a cambiar el día en que decidieron observar el sistema completo: el agua no era solo un recurso, era el pulso que regulaba la vida del suelo, de los animales y de la comunidad. Descubrieron que retener el agua de lluvia en la superficie, regenerar la cubierta vegetal y gestionar los pozos con sabiduría no solo daba más agua: devolvía la esperanza.

Este sector fue modelado considerando tres fuentes y destinos del agua:

- **Lluvia (Rainfall)** como entrada estocástica (datos históricos o generación sintética).
- **Surface Storage** como stock de agua superficial retenida en la tierra.
- **Ground water** como fuente secundaria, con costos energéticos asociados a su extracción.

Las relaciones no lineales, como la disponibilidad de agua y su efecto en la salud del ganado y las personas, se modelaron con **converters** suaves (lookup functions) que representan el estrés hídrico.

La imagen asociada al modelo muestra los flujos entre estos componentes, con ciclos de retroalimentación positiva y negativa que vinculan la disponibilidad de agua con el crecimiento o deterioro del sistema.

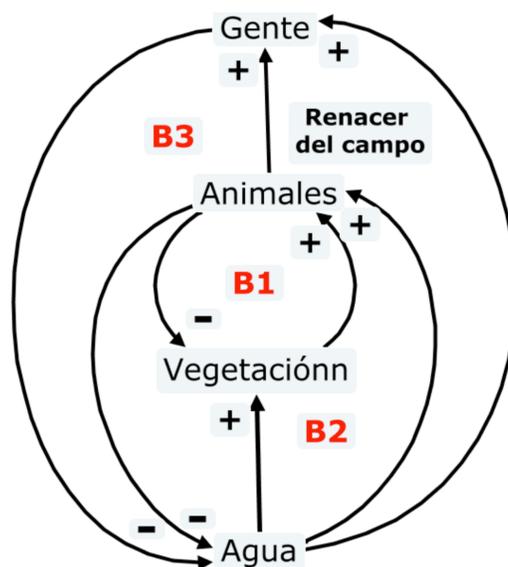


Figure 1: Diagrama causal sistémico de la interacción entre agua, suelo, ganado y población humana..

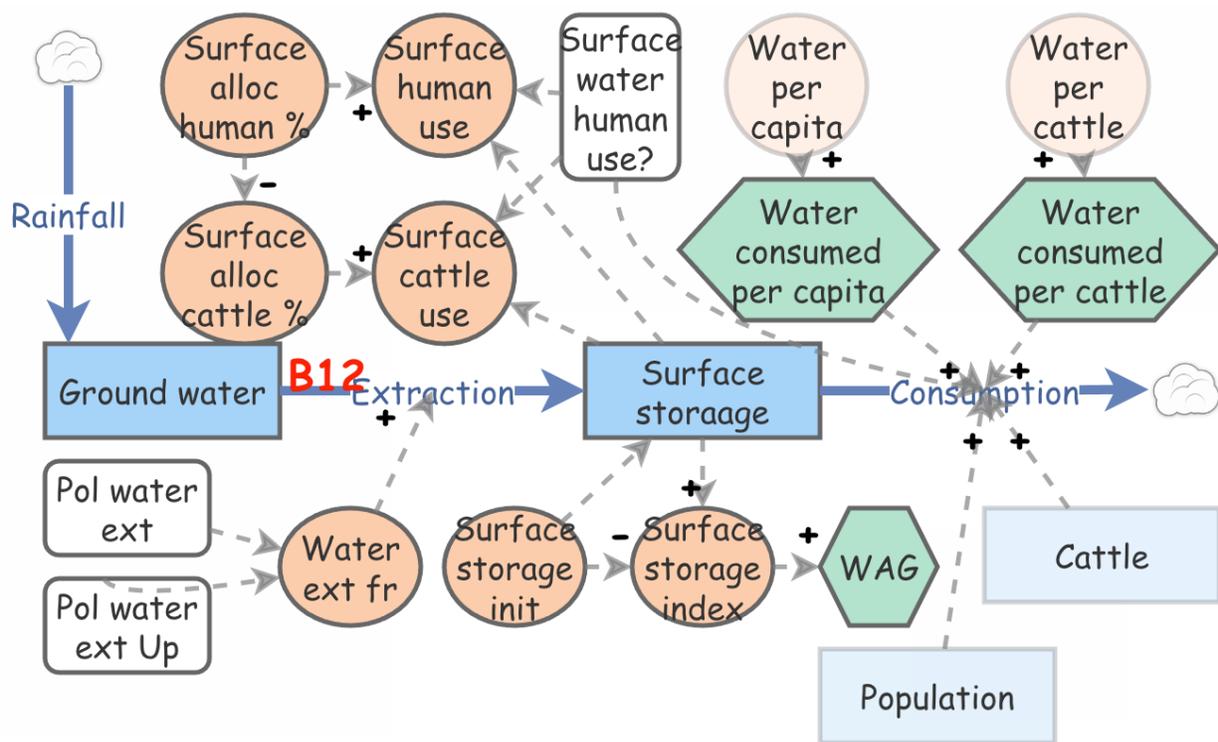


Figure 2: Dinámica del agua superficial y subterránea: captura de lluvia, escurrimiento, recarga de acuíferos y extracción para uso humano y ganadero.

### Tabla del Modelo

No	Tipo	Nombre	Fórmula / Valor	Unidades
1	Stock	Ground water	Initial value: 500	Water
2	Stock	Surface storage	Initial value: [Surface storage init]	Water
3	Flow	Rainfall	100	Water/ Year
4	Flow	Extraction	[Ground water]*[Water ext fr]/100	Water/ Year
5	Flow	Consumption	if [Surface water human use?] then (((Cattle)*[Water consumed per cattle])+([Population]*[Water consumed per capita]))/2 else ((Cattle)*[Water consumed per cattle]) end if	Water/ Year
6	Variable	Surface storage init	100	Water
7	Variable	Surface storage index	[Surface storage]/[Surface storage init]	Unitless
8	Variable	Water ext fr	20*(1+ifthenelse([Pol water ext Up],1,- 1)*ifthenelse([Pol water ext],1,0))*(step(2,100/100))	1/Year

9	Variable	Surface alloc human %	30 (Slider Min=20, Step=1, Max=60)	Unitless
10	Variable	Surface alloc cattle %	100-[Surface alloc human %]	Unitless
11	Variable	Surface human use	[Surface storageage]*[Surface alloc human %]	Water
12	Variable	Surface cattle use	if [Surface water human use?] then [Surface storageage]*[Surface alloc cattle %]/100 else [Surface storageage] End if	Water
13	State	Surface water human use?	True - Show value toggle (Active)	Unitless
14	State	Pol water ext	True - Show value toggle (Active)	Unitless
15	State	Pol water ext Up	True - Show value toggle (Active)	Unitless
16	Ghost	Grass per cattle		
17	Ghost	Water per capita		
18	Ghost	Cattle		
19	Ghost	Population		

**Name: WAG (Water Availability for Grass)**

**Type: Converter**

**Ubterpolation: Linear**

**Unit: Unitless**

**Input sourcce: Surface storage index**

<p><b>WAG</b></p> <p>Add a note...</p> <p>Input Source Surface storage index ▼</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Surface storage index</th> <th>WAG</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>0.3375</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>0.5775</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>0.7575</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>0.8925</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1.2</td><td>1.08</td></tr> <tr><td>1.4</td><td>1.155</td></tr> <tr><td>1.6</td><td>1.215</td></tr> <tr><td>1.8</td><td>1.26</td></tr> <tr><td>2</td><td>1.3</td></tr> </tbody> </table>	Surface storage index	WAG	0	0	0.2	0.3375	0.4	0.5775	0.6	0.7575	0.8	0.8925	1	1	1.2	1.08	1.4	1.155	1.6	1.215	1.8	1.26	2	1.3
Surface storage index	WAG																								
0	0																								
0.2	0.3375																								
0.4	0.5775																								
0.6	0.7575																								
0.8	0.8925																								
1	1																								
1.2	1.08																								
1.4	1.155																								
1.6	1.215																								
1.8	1.26																								
2	1.3																								

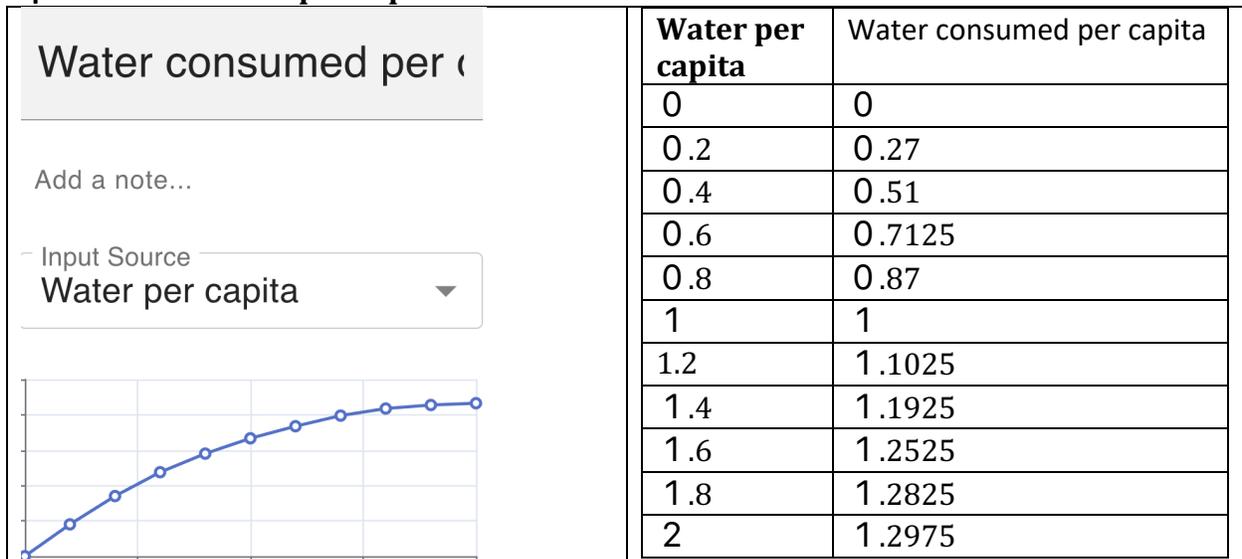
Name: Water consumed per capita

Type: Converter

Interpolation: Linear

Unit: Unitless

Input source: Water per capita



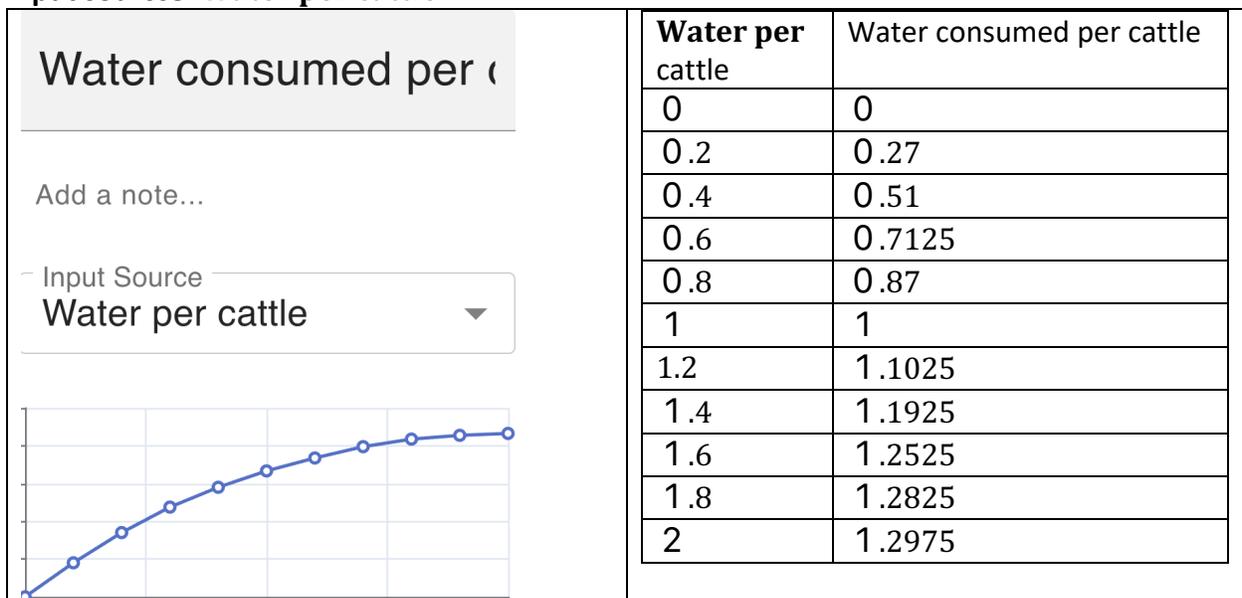
Name: Water consumed per cattle

Type: Converter

Interpolation: Linear

Unit: Unitless

Input source: Water per cattle



## Regenerar el suelo, sembrar esperanza

La salud del suelo es el motor silencioso de todo ecosistema productivo. Desde el almacenamiento superficial del agua nace la variable **Disponibilidad de Agua para el Pasto (WAG)**, un vínculo clave entre el ciclo del agua y el crecimiento vegetal. Esta disponibilidad modula la **Capacidad de Crecimiento del Pasto (Grass Cap)**, y al integrarse con la **Salud del Pasto**, da lugar a un **ciclo de refuerzo regenerativo**: a mayor salud del pasto, **mejor y más rápido es su tiempo de recuperación**, lo que incrementa la biomasa vegetal disponible para el pastoreo, mejora la cobertura del suelo y fortalece la retención de humedad.

Este sector muestra cómo políticas enfocadas en el **descanso por potreros**, la **fertilización natural con desechos animales**, y la implementación estratégica del **pastoreo regenerativo no selectivo**, se convierten en **palancas sistémicas clave** para activar el potencial auto-regenerativo del campo.

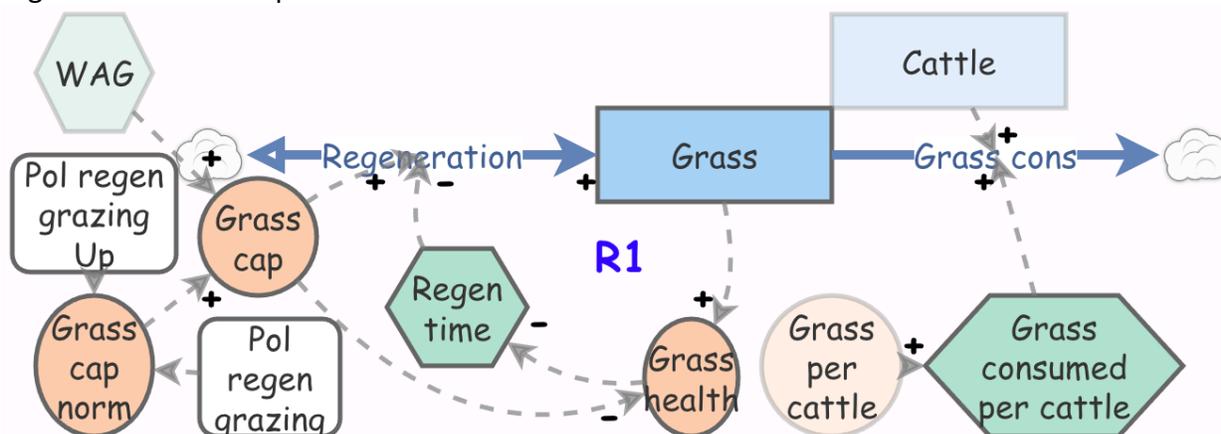


Figure 3: Sector del pasto: dinámica de regeneración vegetal conectada con la disponibilidad de agua y la salud del suelo.

### Tabla del modelo – Sector Pasto

No	Tipo	Nombre	Fórmula / Valor	Unidades
1	Stock	Grass	Initial value: 100	Grass
2	Flow	Regeneration	$([Grass\ cap] - [Grass]) / [Regen\ time]$	Grass/ Year
3	Flow	Grass cons	$[Grass\ consumed\ per\ cattle] * [Cattle]$	Grass/ Year
4	Variable	Grass cap norm	$200 * (1 + \text{Ifthenelse}([Pol\ regen\ grazing\ Up], 1, -1) * \text{Ifthenelse}([Pol\ regen\ grazing], 1, 0) * \text{step}(2, 50/100))$	Grass
5	Variable	Grass cap	$[Grass\ cap\ norm] * [WAG]$	Grass
6	Variable	Grass health	$([Grass] / [Grass\ cap]) / (\text{fix}([Grass]) / \text{fix}([Grass\ cap]))$	Unitless
7	State	Pol regen grazing	False - Show value toggle (Active)	Unitless
8	State	Pol regen grazing Up	True - Show value toggle (Active)	Unitless
9	Ghost	Grass per cattle		

10	Ghost	WAG		
11	Ghost	Cattle		

Name: Grass consumed per cattle

Type: Converter

Interpolation: Linear

Unit: Unitless

Input source: Grass per cattle

<p>Grass consumed per cattle</p> <p>Add a note...</p> <p>Input Source Grass per cattle</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grass per cattle</th> <th>Grass consumed per cattle</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>0.27</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>0.510</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>0.7125</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>0.870</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1.2</td><td>1.1025</td></tr> <tr><td>1.4</td><td>1.1925</td></tr> <tr><td>1.6</td><td>1.2525</td></tr> <tr><td>1.8</td><td>1.2825</td></tr> <tr><td>2</td><td>1.2975</td></tr> </tbody> </table>	Grass per cattle	Grass consumed per cattle	0	0	0.2	0.27	0.4	0.510	0.6	0.7125	0.8	0.870	1	1	1.2	1.1025	1.4	1.1925	1.6	1.2525	1.8	1.2825	2	1.2975
Grass per cattle	Grass consumed per cattle																								
0	0																								
0.2	0.27																								
0.4	0.510																								
0.6	0.7125																								
0.8	0.870																								
1	1																								
1.2	1.1025																								
1.4	1.1925																								
1.6	1.2525																								
1.8	1.2825																								
2	1.2975																								

Name: Regen time

Type: Converter

Interpolation: Linear

Unit: Unitless

Input source: Grass health

<p>Regen time</p> <p>Add a note...</p> <p>Input Source Grass health</p> 	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Grass health</th> <th>Regen time</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>10</td></tr> <tr><td>0.2</td><td>4.75</td></tr> <tr><td>0.4</td><td>3</td></tr> <tr><td>0.6</td><td>1.92</td></tr> <tr><td>0.8</td><td>1.4</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1.2</td><td>0.75</td></tr> <tr><td>1.4</td><td>0.6</td></tr> <tr><td>1.6</td><td>0.525</td></tr> <tr><td>1.8</td><td>0.5</td></tr> <tr><td>2</td><td>0.5</td></tr> </tbody> </table>	Grass health	Regen time	0	10	0.2	4.75	0.4	3	0.6	1.92	0.8	1.4	1	1	1.2	0.75	1.4	0.6	1.6	0.525	1.8	0.5	2	0.5
Grass health	Regen time																								
0	10																								
0.2	4.75																								
0.4	3																								
0.6	1.92																								
0.8	1.4																								
1	1																								
1.2	0.75																								
1.4	0.6																								
1.6	0.525																								
1.8	0.5																								
2	0.5																								

## Ganadería Regenerativa: el arte de balancear vida, recursos y abundancia

Este sector modela la dinámica del crecimiento y decrecimiento del ganado (Cattle) como una función sistémica de sus dos principales fuentes limitantes: el agua disponible por animal (Water per Cattle) y el pasto disponible por animal (Grass per Cattle). Estas relaciones generan dos ciclos de balanceo clave (B1 entre Cattle y Grass y B2 entre Cattle y agua), que autorregulan el tamaño del hato ganadero de acuerdo con la capacidad del ecosistema para sostenerlo.

Ambos índices influyen directamente en los flujos de crecimiento (Growth) y muerte o desperdicio (Waste) del ganado, abriendo oportunidades para diseñar políticas sistémicas adaptativas. Estas políticas pueden organizarse en dos enfoques principales:

### ▲ Políticas para fomentar el crecimiento del ganado:

- Mejorar la disponibilidad de agua en calidad y cantidad, mediante captación de lluvia, abrevaderos móviles o acceso controlado a fuentes naturales.
- Aumentar la biomasa de pasto disponible, aplicando técnicas de pastoreo rotacional regenerativo que favorezcan la recuperación del ecosistema.
- Selección y manejo de razas resilientes, adaptadas a condiciones climáticas locales.
- Monitoreo continuo del estado corporal del ganado, para ajustar decisiones de manejo en tiempo real.
- Capacitación de los productores en prácticas regenerativas y toma de decisiones basada en datos.

### ▼ Políticas para reducir el desperdicio o muerte del ganado:

- Evitar el sobrepastoreo y reducir la carga animal en épocas críticas, ajustando dinámicamente el tamaño del hato.
- Prevención de enfermedades y plagas, mediante rotación de potreros, control natural de garrapatas, y bioseguridad.
- Planificación de refugios y sombra, para disminuir estrés térmico.
- Almacenamiento estratégico de forraje o bancos de proteína, para sostener al ganado durante periodos secos.
- Mejora en logística de traslado y manejo, para evitar muertes por accidentes o estrés excesivo.

La variable Food emerge del ganado como salida positiva que conecta este sector con el sector de población humana (paso 4), cerrando un ciclo entre producción, seguridad alimentaria y bienestar comunitario.

Este sector invita a visualizar al ganado no como un fin, sino como una interfaz viviente entre suelo, agua y vida humana, cuya gestión adecuada puede regenerar el campo y sostener a las comunidades.

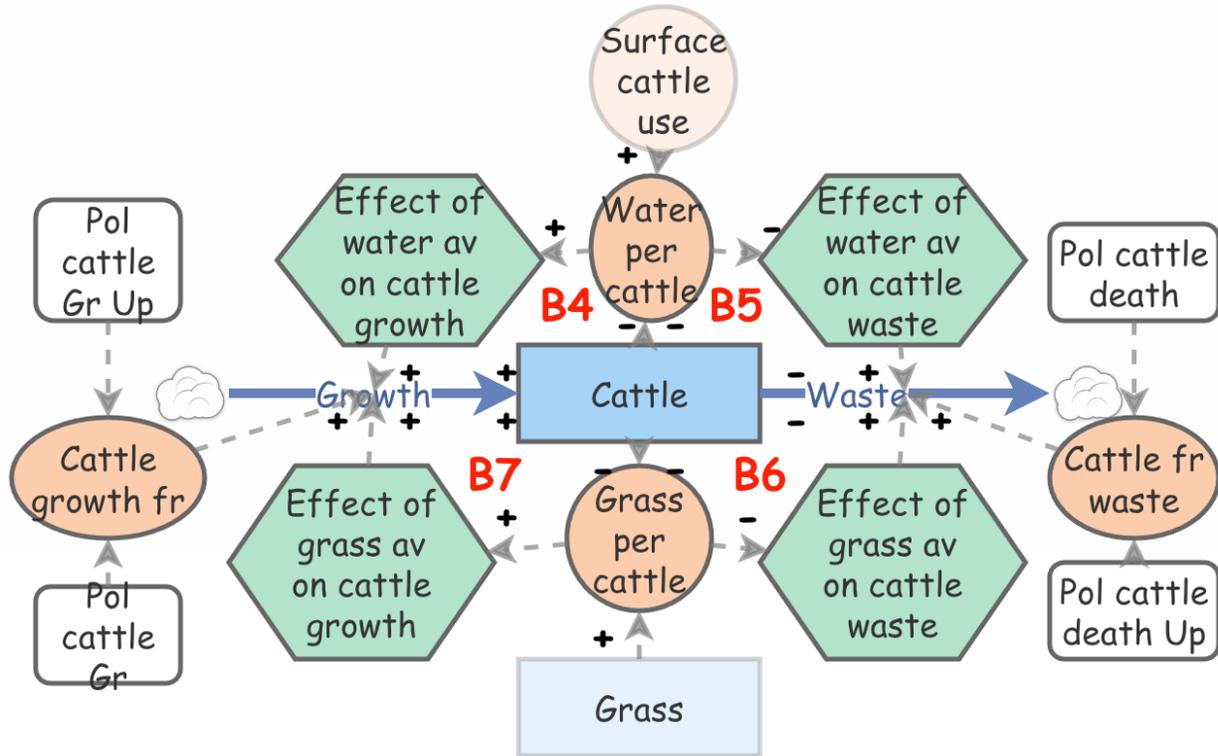


Figure 4: Sector Ganadero: dinámicas de crecimiento y mortandad reguladas por agua y pasto disponible por animal.

#### Tabla del modelo – Sector Animal.

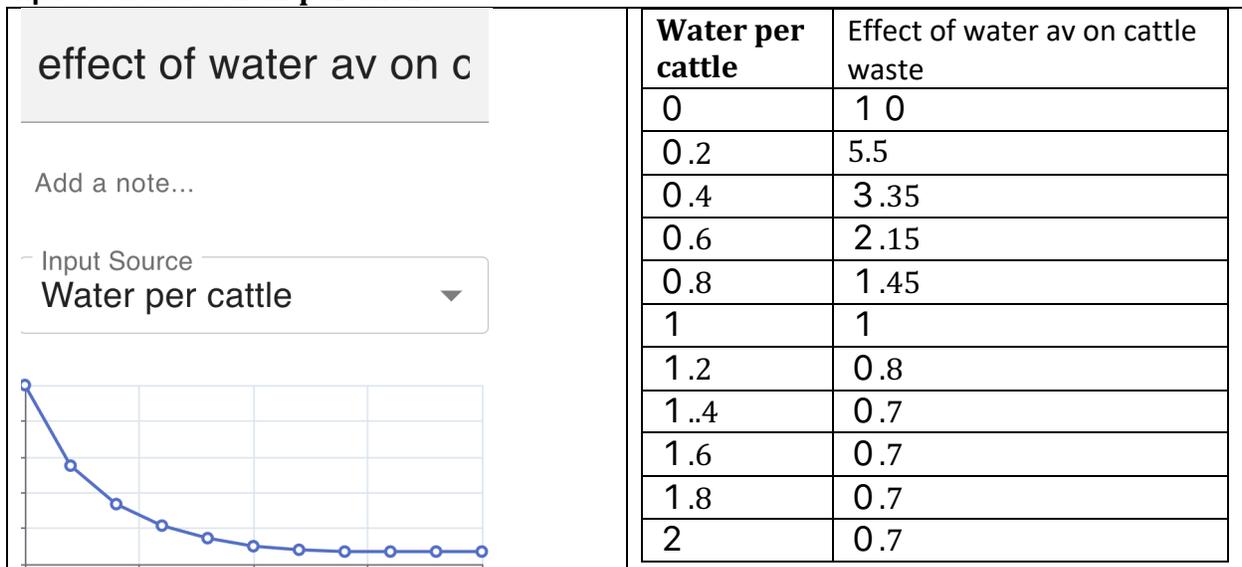
No	Type	Name	Fprmula / Value	Units
1	Stock	Cattle	Initial value: 100	Cattle
2	Flow	Growth	$([Cattle] * [Cattle\ growth\ fr] * [effect\ of\ water\ av\ on\ cattle\ growth] * [Effect\ of\ grass\ av\ on\ cattle\ growth]) / 100$	Cattle/ Year
3	Flow	Waste	$[Cattle] * [Cattle\ fr\ waste] * [effect\ of\ grass\ av\ on\ cattle\ waste] * [effect\ of\ water\ av\ on\ cattle\ waste]$	Cattle/ Year
4	Variable	Cattle growth fr	$10 * (1 + \text{Ifthenelse}([Pol\ cattle\ Gr\ Up], 1, -1) * \text{Ifthenelse}([Pol\ cattle\ Gr], 1, 0) * \text{step}(2, 20/100))$	1/Year
5	Variable	Cattle fr waste	$.1 * (1 + \text{Ifthenelse}([Pol\ cattle\ death\ Up], 1, -1) * \text{Ifthenelse}([Pol\ cattle\ death], 1, 0) * \text{step}(2, 20/100))$	1/Year
6	Variable	Water per cattle	$([Surface\ cattle\ use] / [Cattle]) / (\text{fix}([Surface\ cattle\ use]) / \text{fix}([Cattle]))$	Water/ Casttle
7	Variable	Grass per cattle	$[Grass] / [Cattle]$	Grass/ Casttle
8	State	Pol cattle Gr	True - Show value toggle (Active)	Unitless
9	State	Pol cattle Gr Up	True - Show value toggle (Active)	Unitless

10	State	Pol cattle death	True - Show value toggle (Active)	Unitless
11	State	Pol cattle death Up	True - Show value toggle (Active)	Unitless
12	Ghost	Grass		
13	Ghost	Surface cattle use		

Name: Effect of water av on cattle waste

Type: Converter, Interpolation: Linear, Unit: Unitless

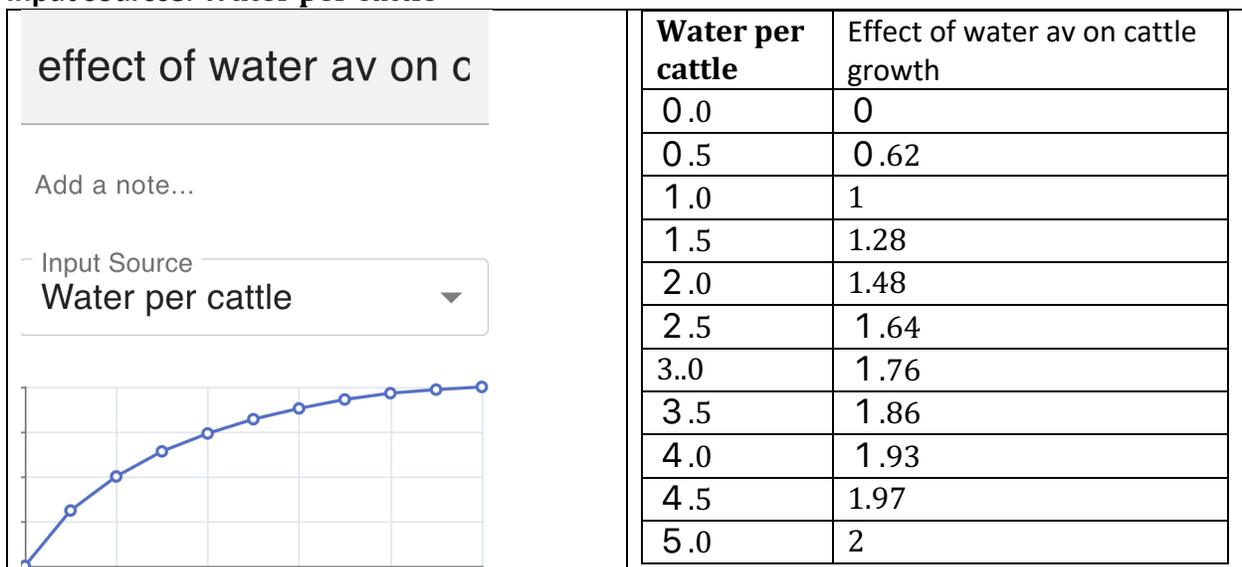
Input source: Water per cattle



Name: Effect of water av on cattle growth

Type: Converter, Interpolation: Linear, Unit: Unitless

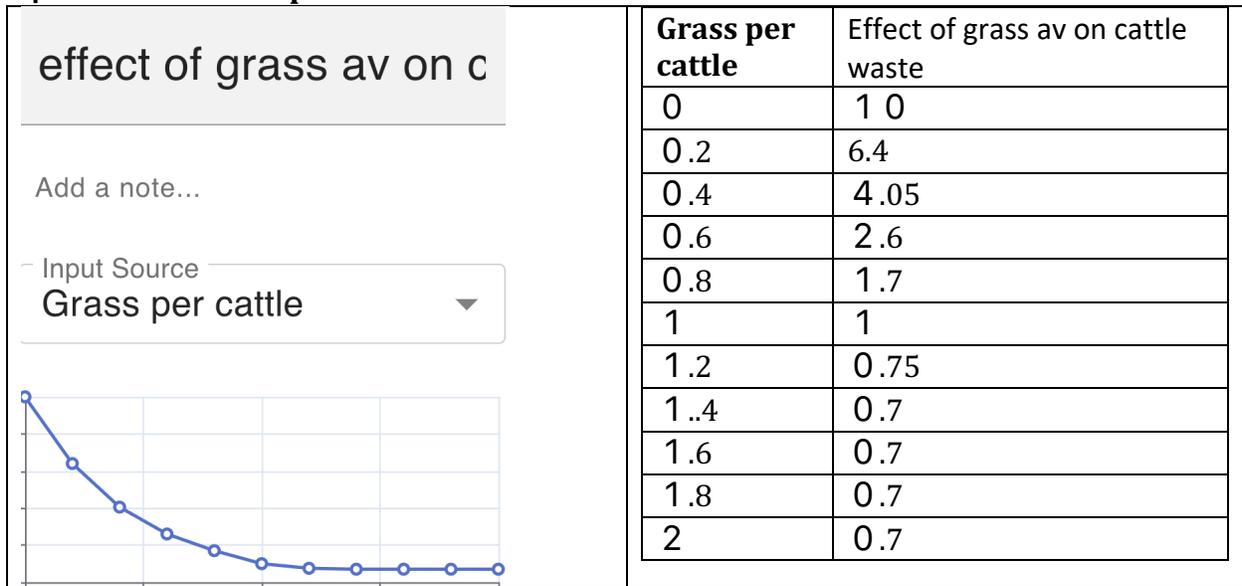
Input source: Water per cattle



Name: Effect of grass av on cattle waste

Type: Converter, Interpolation: Linear, Unit: Unitless

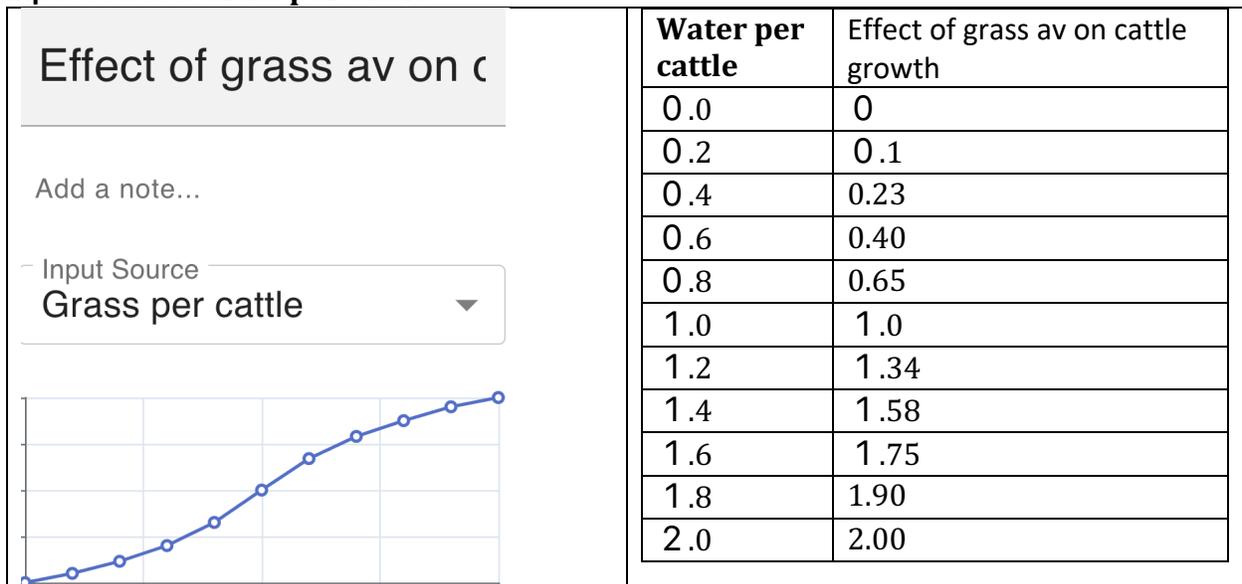
Input source: Grass per cattle



Name: Effect of grass av on cattle growth

Type: Converter, Interpolation: Linear, Unit: Unitless

Input source: Grass per cattle



## Población y Prosperidad: el reflejo humano del equilibrio entre alimento, agua y esperanza

El sector de población representa el eslabón humano del sistema y está profundamente conectado con los recursos clave que lo sustentan: **alimento** y **agua**. Aquí emergen dos índices vitales:

- **Food per capita:** refleja la disponibilidad de alimento derivado de la producción ganadera por persona. Su influencia es crítica en los **flujos de nacimientos y muertes**, generando **ciclos de balanceo internos** que estabilizan el tamaño poblacional ante limitantes nutricionales.
- **Water per capita:** representa la disponibilidad de agua por persona, y es el canal que conecta a la población con el **sector agua**, generando un **ciclo de balanceo mayor** (B3) entre consumo humano y recursos hídricos. Este índice afecta tanto el flujo de nacimientos como la **esperanza de vida**, modelando el bienestar general y la resiliencia social.

Estos dos índices son los **termómetros socioecológicos del sistema**, y permiten visualizar la forma en que decisiones en los sectores productivos (agua, pasto, ganado) terminan impactando en la calidad de vida, salud y proyección futura de las personas.

### Dinámicas y políticas clave:

- **Si aumenta el Food per capita**, se favorecen los nacimientos y se reducen las muertes por desnutrición o enfermedades asociadas, mejorando la salud general.
- **Si disminuye el Water per capita**, puede deteriorarse la salud pública, aumentar la mortalidad y disminuir la natalidad, entrando en un ciclo de ajuste poblacional.
- **La esperanza de vida** es una variable intermedia clave, que se ve modulada por la disponibilidad de recursos básicos y refleja el nivel de bienestar sostenible.

### Ejemplos de políticas sugeridas:

- Fortalecer la infraestructura de distribución de agua potable.
- Mejorar la eficiencia en el uso del agua y los sistemas de captación comunitaria.
- Desarrollar sistemas alimentarios locales resilientes.
- Invertir en salud preventiva y educación nutricional.
- Asegurar acceso equitativo a recursos básicos como un derecho humano.

Este sector no solo cierra el ciclo, sino que **expone el propósito último del sistema**: lograr que la vida humana prospere en armonía con los recursos naturales.

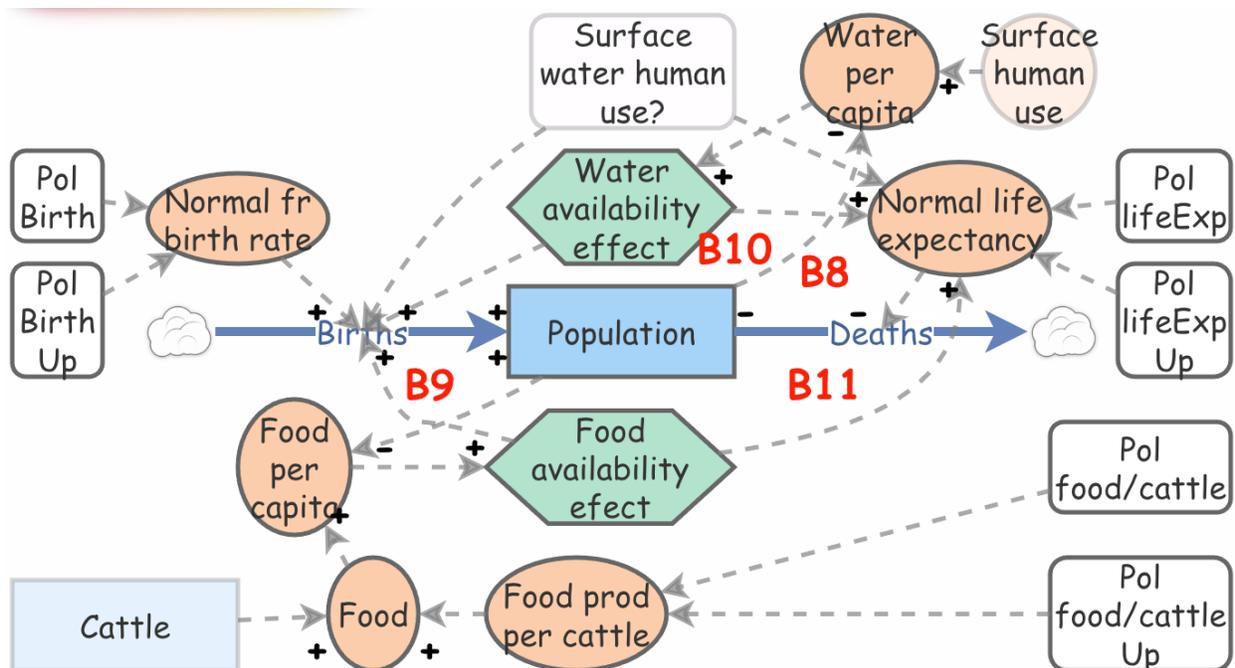


Figure 5: Sector Población: nacimientos, muertes y esperanza de vida modulados por alimento y agua disponible por persona

### Tabla del modelo – Sector Población

No	Type	Nombre	F´prmula / Valor	Unidades
1	Stock	Population	Initial value: 100	People
2	Flow	Births	$[Population] * [Normal\ fr\ birth\ rate] * [Food\ availability\ effect] * (ifthenelse([Surface\ water\ human\ use?], [Water\ availability\ effect], 1))$	People/Year
3	Flow	Deaths	$([Population] / [Normal\ life\ expectancy])$	People/Year
4	Variable	Normal fr birth rate	$0.05 * (1 + ifthenelse([Pol\ birth\ Up], 1, -1) * ifthenelse([Pol\ birth], 1, 0) * step(2, 50/100))$	1/Year
5	Variable	Normal life expectancy	$25 * (1 + ifthenelse([Pol\ lifeExp\ Up], 1, -1) * ifthenelse([Pol\ lifeExp], 1, 0) * step(2, 60/100)) * (ifthenelse([Surface\ water\ human\ use?], ifthenelse([Water\ availability\ effect] > 0, [Water\ availability\ effect], 1), 1) * (ifthenelse([Food\ availaqbility\ efect] > 0, [Food\ availability\ efect], 1))$	Year
6	Variable	Water per capita	$([Surface\ human\ use] / [Population]) / (fix([Surface\ human\ use]) / fix([Population]))$	Water/People

7	Variable	Food prod per cattle	$1*(1+Ifthenelse([Pol\ food/cattle\ Up],1,-1)*Ifthenelse([Pol\ food/cattle],1,0)*step(2,20/100))$	Fuud/ Casttle
8	Variable	Food	$[Cattle]*[Food\ prod\ per\ cattle]$	Food
9	Variable	Food per capita	$[Food]/[Population]$	Food/ People
10	State	Pol Birth	False - Show value toggle (Active)	Unitless
11	State	Pol Birth Up	True - Show value toggle (Active)	Unitless
12	State	Pol lifeExp	True - Show value toggle (Active)	Unitless
13	State	Pol lifeExp Up	True - Show value toggle (Active)	Unitless
14	State	Pol food/cattle	True - Show value toggle (Active)	Unitless
15	State	Pol food/cattle Up	True - Show value toggle (Active)	Unitless
16	Ghost	Cattle		
17	Ghost	Surface water human use?		
18	Ghost	Surface human use		

Name: Water availability effect

Type: Converter, Interpolation: Linear, Unit: Unitless

Input source: Water per capita

### Water availability effect

Add a note...

Input Source  
Water per capita ▼

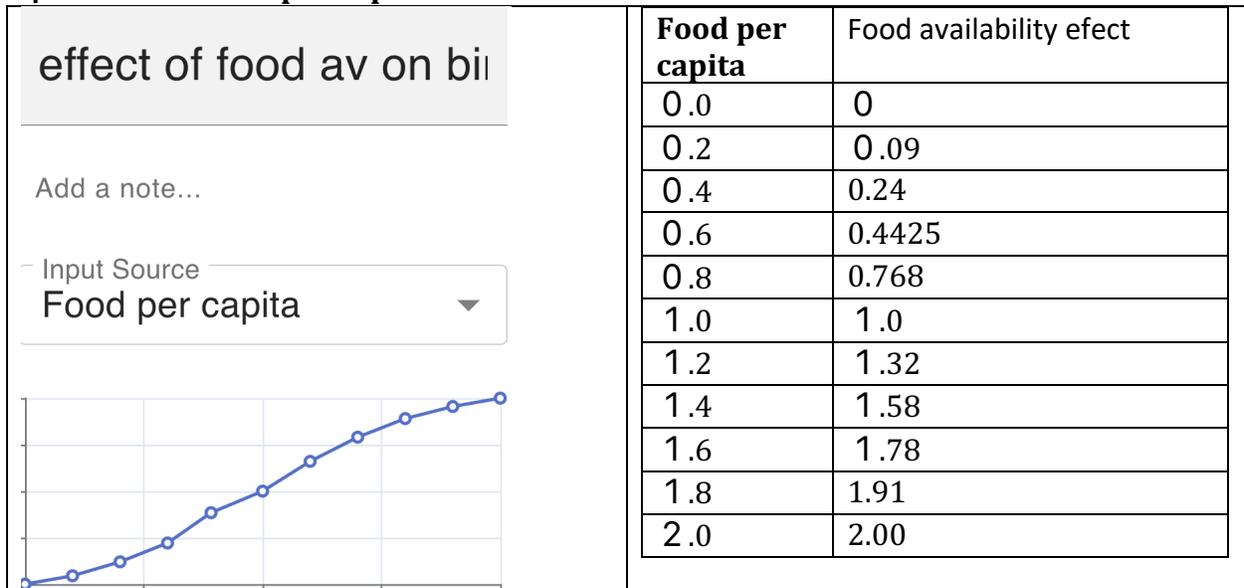


Water per capita	Water availability effect
0	0
0.2	0.09
0.4	0.24
0.6	0.4425
0.8	0.768
1	1
1.2	1.32
1.4	1.58
1.6	1.78
1.8	1.91
2	2

Name: Food availability effect

Type: Converter, Interpolation: Linear, Unit: Unitless

Input source: Food per capita



# La Bola de Cristal del Futuro Sostenible: Simula antes de decidir, visualiza antes de actuar

Imagina tener frente a ti una **bola de cristal viva**, capaz de responder a tus preguntas sobre el futuro. No se trata de adivinación, sino de una herramienta poderosa: un **modelo dinámico de simulación sistémica**, en el que puedes **activar políticas**, cambiar prioridades de uso del agua, implementar estrategias regenerativas, y observar cómo **cada decisión impacta el sistema a través del tiempo**.

Este modelo te permite:

- Visualizar **ciclos de retroalimentación** entre agua, pasto, ganado y población humana.
- Experimentar con políticas **antes de implementarlas en la realidad**.
- Explorar consecuencias **intencionadas** y, aún más importante, **las no intencionadas**.
- Evaluar **escenarios sostenibles o colapsos sistémicos**.
- Generar conversaciones estratégicas con equipos de decisión basadas en simulación.

El punto de partida es la **asignación del agua superficial para consumo humano** activada con una política binaria (Surface water human use?). Si se activa, se despliega el deslizador Surface alloc human %, que permite definir entre 20% y 60% del agua para humanos, el resto para el ganado. Este solo gesto puede cambiar completamente el destino del sistema.

Desde ahí, se pueden activar o desactivar las siguientes políticas en cualquier momento para influir en la dinámica del modelo.

## Tabla 1. Resumen de Políticas

*Convención de nombres:*

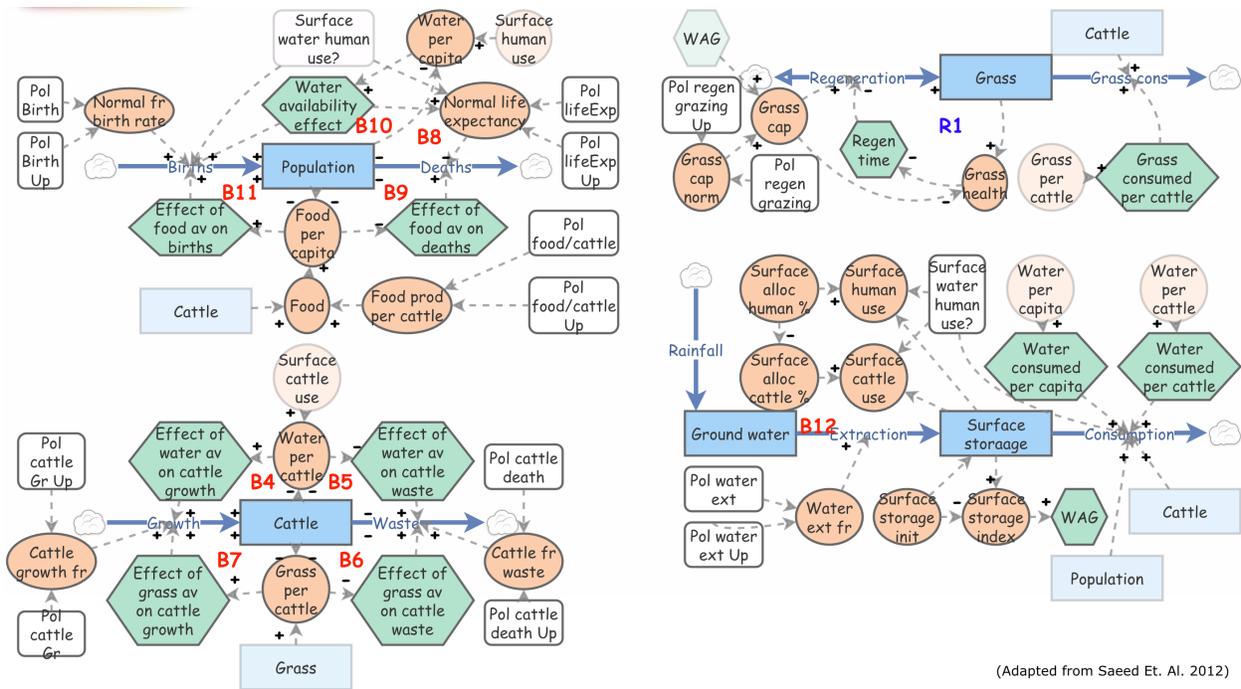
- La variable Pol [nombre de la política] es un **interruptor booleano** (true/false) que activa la política.
- La variable Pol [nombre] Up define el **signo del cambio**:
  - true = política aplicada para **augmentar** la variable.
  - false = política aplicada para **reducir** la variable.

No.	Sector	Variable afectada	Interruptor de política (Pol)	Dirección (Up true/false)	Descripción
1	Agua	Water ext fr	Pol water ext	Pol water ext Up	Ajustar la fracción de agua extraída del ecosistema.
2	Agua	Surface water human use?	Surface water human use?	—	Activar uso humano del agua superficial.

No. Sector	Variable afectada	Interruptor de política (Pol)	Dirección (Up true/false)	Descripción
3 Agua	Surface alloc human %	—	—	Slider del 20% al 60% para asignar agua al consumo humano.
4 Pasto	Grass cap norm	Pol regen grazing	Pol regen grazing Up	Aplicar pastoreo regenerativo no selectivo.
5 Ganado	Cattle growth fr	Pol cattle Gr	Pol cattle Gr Up	Aumentar la tasa de crecimiento del ganado.
6 Ganado	Cattle fr waste	Pol cattle death	Pol cattle death Up	Disminuir la tasa de muertes del ganado.
7 Población	Normal fr birth rate	Pol Birth	Pol Birth Up	Promover o controlar la tasa de natalidad.
8 Población	Normal life expectancy	Pol lifeExp	Pol lifeExp Up	Aumentar o reducir la esperanza de vida.
9 Población	Food prod per cattle	Pol food/cattle	Pol food/cattle Up	Aumentar producción alimentaria por animal.

 **Tabla 2. Ejemplos de uso de las políticas (ESPAÑOL)**

Política	Uso con true (↑) – Aumentar	Uso con false (↓) – Disminuir
Pol water ext Up	Aumentar en sequías para asegurar disponibilidad.	Disminuir para evitar sobreexplotación de fuentes.
Pol regen grazing Up	Restaurar suelos degradados con manejo regenerativo.	Evitar si la tierra necesita descanso.
Pol cattle Gr Up	Fomentar el crecimiento del ganado con recursos abundantes.	Evitar si hay sobrecarga en el ecosistema.
Pol cattle death Up	Invertir en salud y bienestar animal.	Reducir si se busca controlar la población.
Pol Birth Up	Promover crecimiento con alimentos y agua suficientes.	Reducir si los recursos por persona son escasos.
Pol lifeExp Up	Mejorar servicios de salud y saneamiento.	Disminuir en condiciones de estrés o crisis.
Pol food/cattle Up	Invertir en tecnología alimentaria animal.	Reducir si el enfoque cambia o hay escasez.
Surface water human use?	Activar cuando se prioriza el consumo humano.	Desactivar si el ganado requiere prioridad.
Surface alloc human %	Subir a 50–60% en crisis sanitarias.	Bajar a 20% si se necesita más agua para el ganado.



(Adapted from Saeed Et. Al. 2012)

Figure 6: Modelo sistémico de simulación. Conecta agua, pasto, ganado y población humana a través de ciclos de retroalimentación balanceados. Las políticas pueden activarse estratégicamente para visualizar resultados antes de actuar.

## Comportamiento del sistema ante la activación de políticas y escenarios de asignación de agua

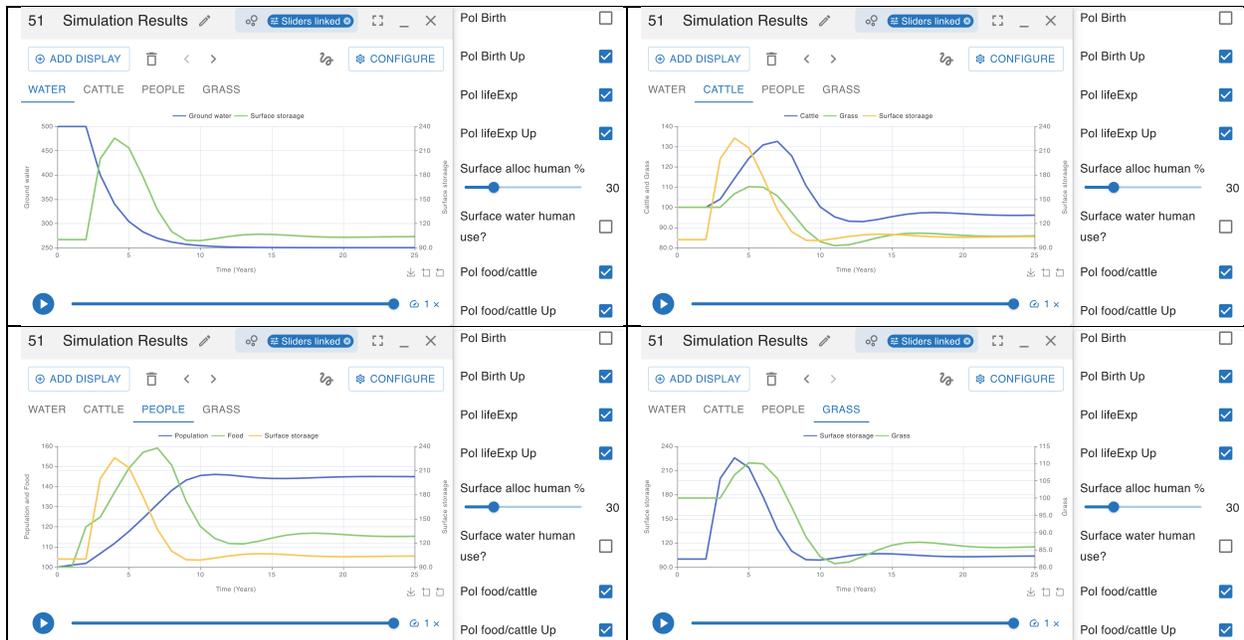
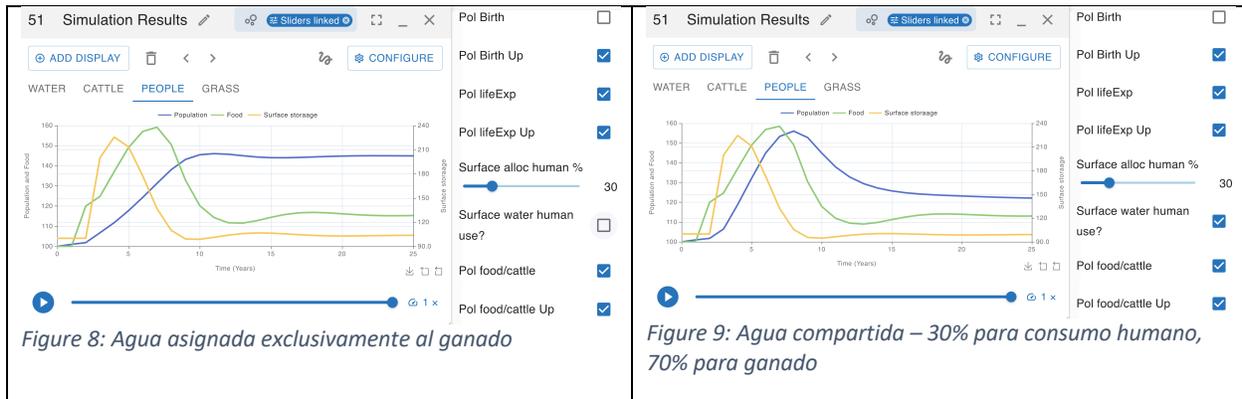


Figure 7: Agua asignada exclusivamente al ganado

En este escenario, el agua superficial se destina únicamente al consumo del ganado. La población humana debe recurrir a fuentes alternativas, lo cual afecta su crecimiento y bienestar dependiendo de las políticas activadas. El comportamiento del sistema revela la resiliencia o

fragilidad del pasto, el ganado y los recursos hídricos cuando no se comparte el agua con los humanos.



En este caso, el 30% del agua superficial se asigna al consumo humano y el 70% al ganado. Este escenario de uso compartido ilustra la capacidad adaptativa del sistema bajo políticas más inclusivas. Aunque aumenta la competencia por el agua, una coordinación adecuada en las intervenciones puede estabilizar las poblaciones humanas y del ganado sin agotar severamente los pastizales ni los recursos hídricos.

## 🌀 Reflexión sistémica: cuando la intuición falla ante la complejidad

A simple vista, compartir el agua entre humanos y ganado parece una decisión sensata y justa. Inicialmente, los resultados parecen confirmar esa intuición: la población crece, el ecosistema responde, y todo parece avanzar en equilibrio. Sin embargo, al observar el comportamiento del sistema en el tiempo, descubrimos una paradoja: el escenario con agua compartida termina peor que aquel donde solo el ganado la recibe.

¿Por qué?

Porque en los sistemas complejos, **las causas reales de los problemas suelen estar ocultas** bajo la superficie. El indicador WAG (Water availability for grass), que refleja la disponibilidad de agua para el pasto, actúa como un termómetro del estrés hídrico del ecosistema. Cuando ese estrés se incrementa —aunque de forma casi imperceptible al inicio— se reduce la capacidad del pasto para regenerarse, afectando la salud del ganado, la producción de alimentos y, finalmente, el bienestar de la población.

Lo que parecía una solución intuitiva genera consecuencias no intencionadas. Es un recordatorio contundente:

**En los sistemas interconectados, nuestra intuición suele fallar.**

Por eso, necesitamos nuevas formas de pensar y actuar.

**La Dinámica de Sistemas y el Pensamiento Sistémico** nos ofrecen herramientas para ver más allá de lo obvio, anticipar consecuencias a largo plazo, descubrir ciclos ocultos y explorar políticas verdaderamente sustentables antes de implementarlas en la realidad.

**Modelar es como construir una bola de cristal inteligente:** nos permite sentarnos frente al futuro y preguntarle “¿qué pasaría si...?” con la humildad de reconocer que no basta con buenas intenciones. Necesitamos claridad, visión y una mentalidad capaz de aprender del todo, no solo de las partes.

## Registro y Configuración del Modelo

### Simulation Time Settings

**Basic Simulation Settings**

Simulation start: 0

Simulation length: 25

**Time Units**

Seconds

Minutes

Hours

Days

Weeks

Months

Years

**Advanced Simulation Settings**

Simulation time step: 1

How long between simulation updates. Smaller values lead to more accurate but slower simulations.

Simulation algorithm: Euler's Method

Euler is faster but generally less accurate.

**Simulation Interactivity**

Pause interval

Optional: Pause the simulation each time interval allowing you to adjust simulation sliders interactively.

### Edit Insight Information

Insight title: Renacer del Campo

**Tags (optional)**

dinámica de sistemas × sostenibilidad × ecosistemas ×

**Description (optional)**

permite simular el uso del agua entre ganado y población, revelando resultados contraintuitivos y caminos hacia la sustentabilidad. Aprende a diseñar políticas inteligentes con pensamiento sistémico.

Figure 10: Configuración del modelo: Parámetros temporales y de simulación (duración, pasos de tiempo y ajustes de interactividad) que controlan la ejecución.

Figure 11: Registro del modelo: Metadatos clave (título, autor, fecha y palabras clave) para clasificar y buscar el modelo.

## Metadata en Español

- **Título:** *Modelar para ver el futuro: Agua, Ecosistemas y Decisiones Humanas en Escenarios Complejos*
- **Descripción:** Explora cómo un modelo de dinámica de sistemas permite simular el uso del agua entre ganado y población, revelando resultados contraintuitivos y caminos hacia la sustentabilidad. Aprende a diseñar políticas inteligentes con pensamiento sistémico.
- **Palabras clave:** dinámica de sistemas, modelado, sostenibilidad, agua, ecosistemas, decisiones complejas, pensamiento sistémico, políticas públicas, simulación, regeneración, uso del suelo, estrés hídrico, marketing con propósito
- **Autor:** Systemic School, Pedro D. Almaguer Prado, Ramiro Luis Almaguer Navarro
- **Fecha:** Junio 2025
- **Imagen destacada:** Modelo completo con flujos de agua, pasto, ganado y población
- **CTA sugerido:** Aprende a construir modelos que revelan el futuro. Únete a nuestro próximo curso de Introducción a la Dinámica de Sistemas.

## Conclusión: De la Confusión a la Claridad — Liderar con Visión Sistémica

En un mundo donde la incertidumbre crece y los retos se entrelazan como raíces invisibles bajo la tierra, **ya no basta con resolver problemas por separado**. Necesitamos comprender cómo las piezas encajan, cómo una decisión en un punto puede resonar —para bien o para mal— en todo el sistema.

Este modelo no es solo una herramienta.

Es una **puerta hacia un nuevo nivel de conciencia estratégica**.

Es una **ventana al futuro** que nos permite visualizar antes de actuar, experimentar sin consecuencias reales, y descubrir caminos sustentables **que la intuición jamás podría predecir**.

 En la era del marketing digital, donde las decisiones deben ser ágiles, creativas y de alto impacto, **el pensamiento sistémico es tu ventaja oculta**.

Te permite conectar los puntos, anticipar las olas y liderar desde la comprensión profunda, no desde el impulso.

Imagina tener la capacidad de testear ideas, políticas o modelos de negocio antes de invertir tiempo, recursos o reputación.

**Imagina una incubadora de decisiones inteligentes.**

Eso es lo que construimos con cada modelo como este:

 **Una bola de cristal basada en ciencia.**

 **Una brújula para navegar en la complejidad.**

 **Una plataforma para crear soluciones verdaderamente transformadoras.**

Si lo que haces tiene impacto,

**hazlo con visión.**

Si lideras,

**hazlo con conciencia.**

Y si sueñas con construir un futuro mejor,

**hazlo con pensamiento sistémico.**

## Referencias

**A CONCEPTUAL MODEL FOR UNDERSTANDING RAINFALL VARIABILITY IN THE WEST AFRICAN SAHEL ON INTERANNUAL AND INTERDECADAL TIMESCALES** [Publicación periódica] / aut. GRIST S.E.

NICHOLSON\* and J.P.. - 2 February 2001. - Correspondence to: Department of Meteorology, Florida State University, Tallahassee, FL 32306, USA..

**Climate Change and Variability in the Sahel Region: Impacts and Adaptation Strategies in the Agricultural Sector** [Publicación periódica] / aut. Serigne Tacko Kandji<sup>1</sup> Louis Verchot<sup>1</sup>, Jens Mackensen<sup>2</sup>.

**Desertification In The Sahel** [Publicación periódica]. -

<http://oceanworld.tamu.edu/resources/environment-book/desertificationinsahel.html>

**Distance vs. Time Lessons With the Motion Detector 1** [Publicación periódica] / aut. Fisher Diana M. // Lessons in Mathematics: A Dynamic Approach. - 2001-2006.

**Enhancement of Interdecadal Climate Variability in the Sahel by Vegetation Interaction** [Publicación periódica] / aut. Ning Zeng J. David Neelin, K.M. Lau, Compton J. Tucker. - 19 Noviembre de 1999. - [www.sciencemang.org](http://www.sciencemang.org).

**Interactions between dust and** [Publicación periódica] / aut. Andrea Sealy ASP/CGD. - April 10th, 2008.

**Mechanisms of 21st Century Changes in Sahel Precipitation in the CMIP3 Climate Models** [Publicación periódica] / aut. Sobel Michela Biasutti and Adam. - Proposal submitted to U.S. CLIVAR DRought In COupled Model Project (DRICOMP)..

**Modeling the Tragedy of Sahel** [Publicación periódica] / aut. Saeed Khalid.

**Modelling Migration in the Sahel: An alternative to cost-benefit analysis** [Publicación periódica] / aut. Bogdan Werth<sup>1</sup> Scott Moss<sup>1</sup>, Gina Ziervogel<sup>2</sup> y 3 Thomas E. Downing<sup>3</sup>.

**Using Remote Sensing to Model Carbon Source/Sink Dynamics in the Sahel** [Publicación periódica] / aut. J.W. Seaquist L. Ardöb, and L. Olssonc. - aGlobal and Environmental Change Centre & Department of Geography, McGill University, 805 Sherbrooke St. W.,.