

## ARSET

Applied Remote Sensing Training

<http://arset.gsfc.nasa.gov>

 @NASAARSET

---

# Introducción a la Teledetección para Pronósticos Ecológicos con Base en Escenarios

---

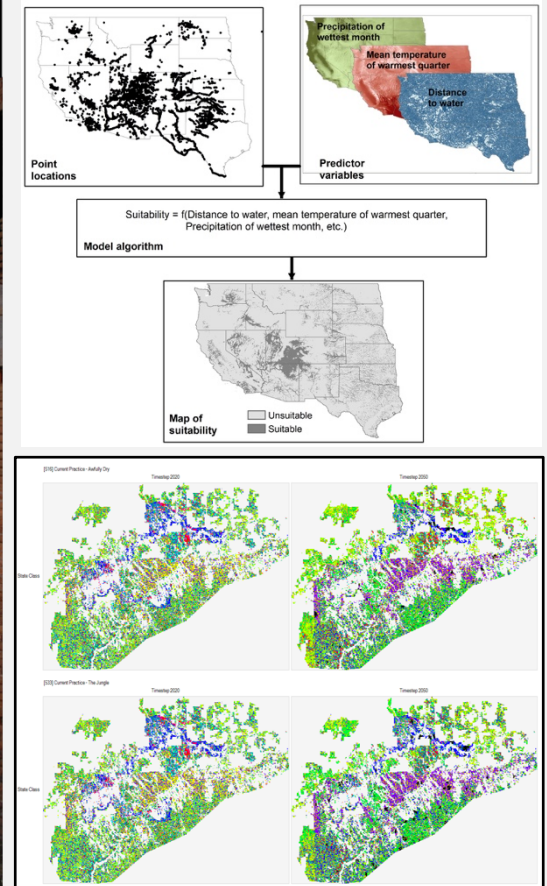
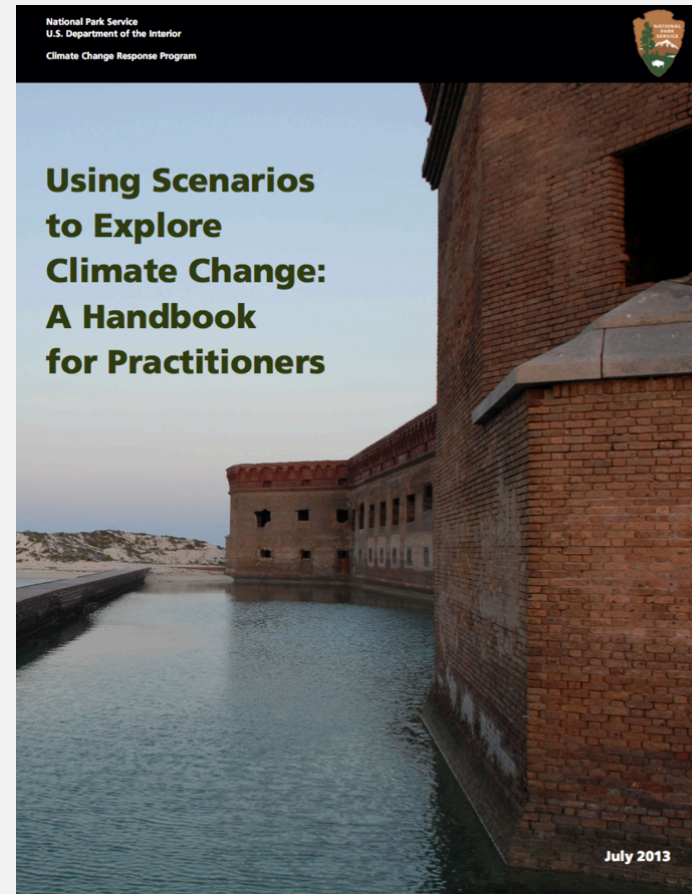
Semana 4: Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones  
Estado-Transición

Catherine Jarnevich, Ecologista de Investigación: Servicio Geológico de EEUU, Centro  
Científico de Fort Collins

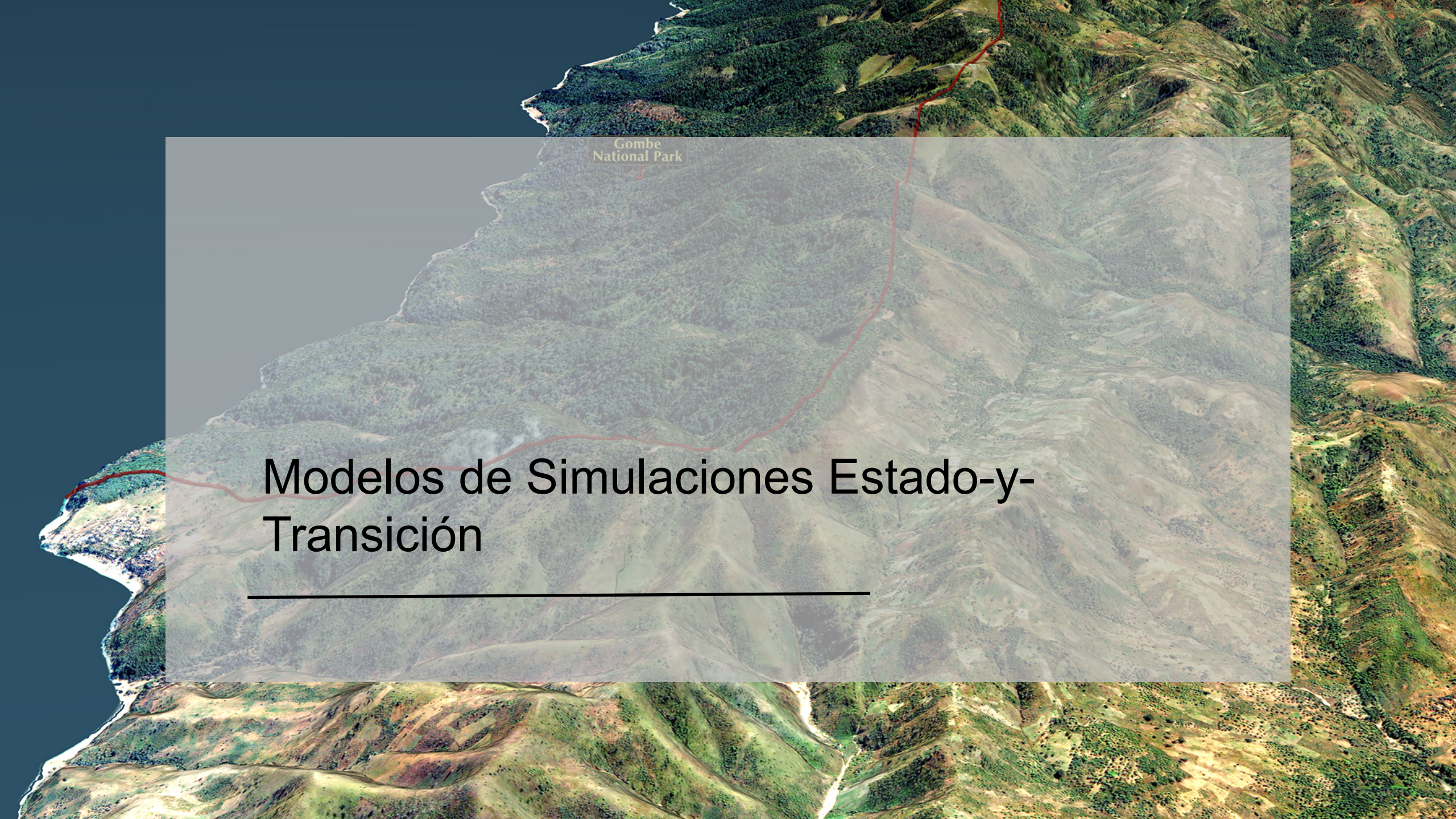
Brian W. Miller, Ecologista de Investigación; Servicio  
Geológico de EEUU, Centro de Ciencia Climática Norte-Centro

# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de las Simulaciones Estado-Transición

- La planificación cualitativa de escenarios ha demostrado ser útil en una variedad de contextos
- A veces se desea o se necesita información cuantitativa
- Los métodos cuantitativos incluyen:
  - El modelado de distribución de especies
  - El modelado de simulaciones







Gombe  
National Park

# Introducción al Modelado de Distribución de Especies

---

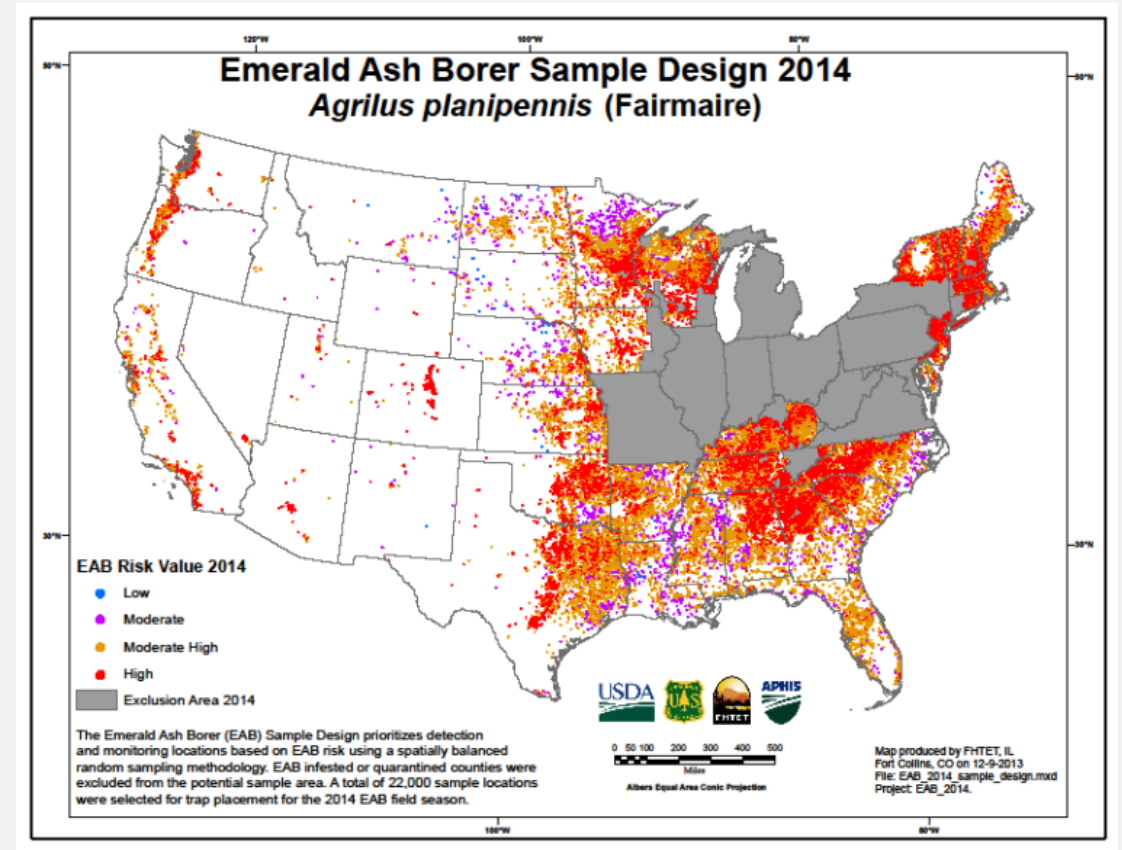
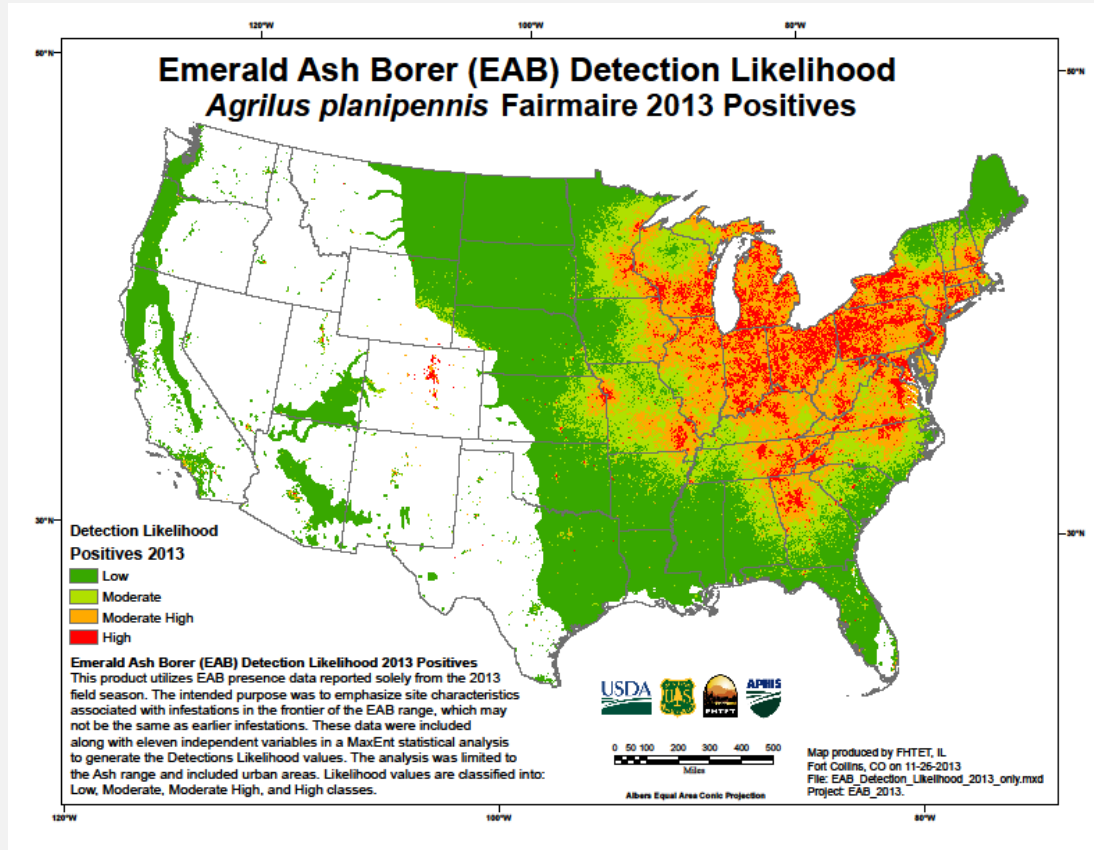


# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones

## Estado-Transición

### Introducción

## Estrategias de Monitoreo





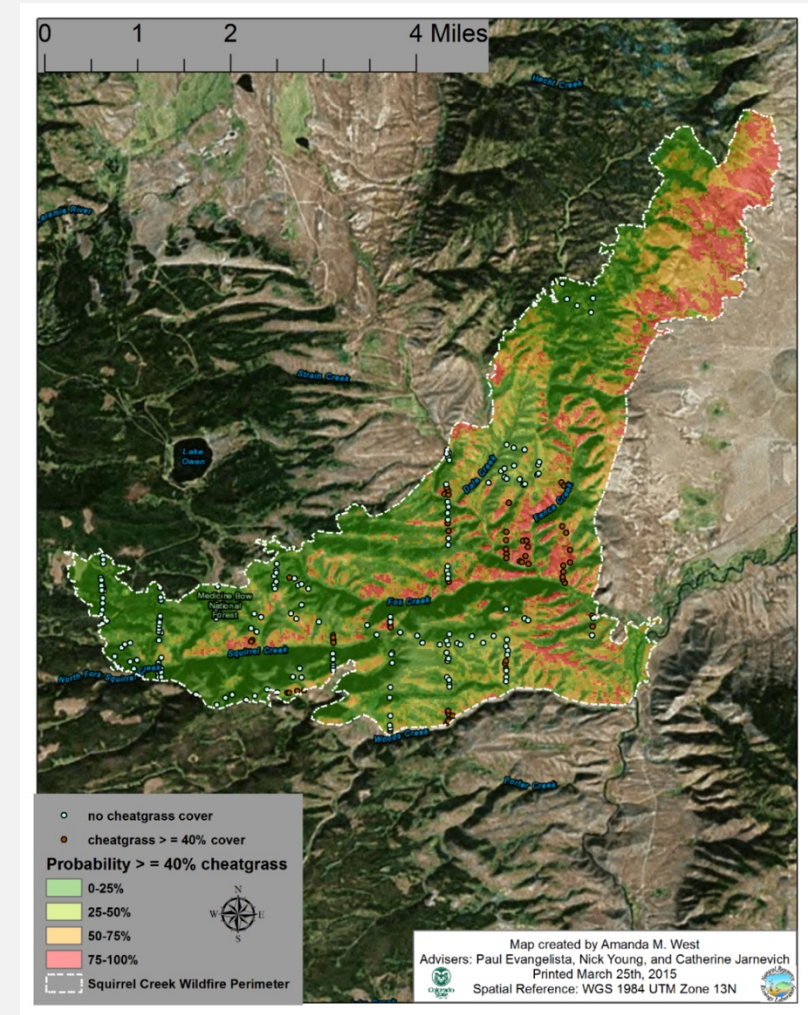
# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Introducción

- Control de especies invasoras



West et al. 2017, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation





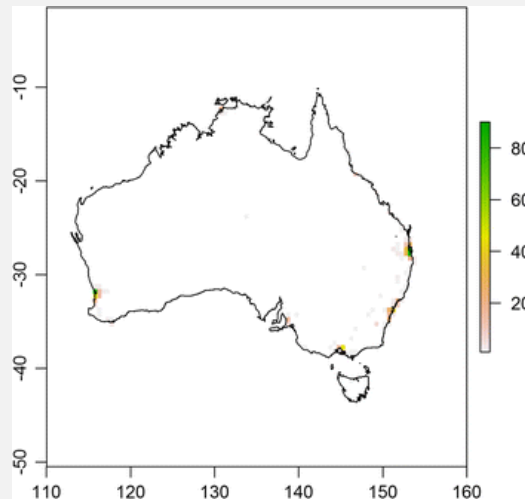
# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones

## Estado-Transición

### Introducción

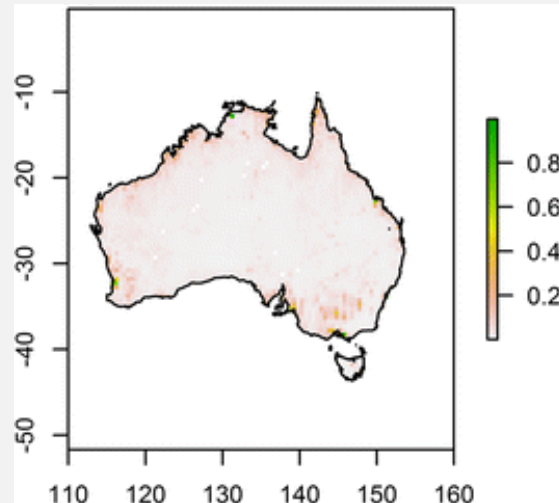
- Evaluación de riesgos

Incursiones  
predichas



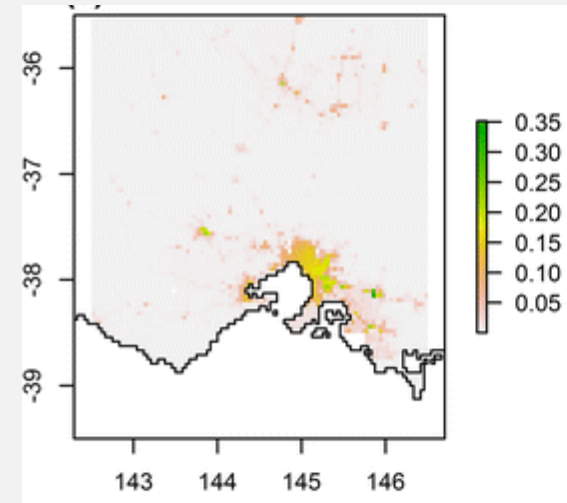
+

Idoneidad de  
habitat predicha



=

Posible área de  
establecimiento



Vall-Ilosera et al. 2017, Biological invasions





Gombe  
National Park

# Modelos de Distribución de Especies

---



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición Modelos de Distribución de Especies

Las relaciones numéricas con el ambiente definen dónde se puede encontrar una especie

## **Sí:**

identifican áreas con condiciones ambientales similares a dónde una especie ocurre

## **No:**

necesariamente identifican dónde una especie en verdad se encuentra

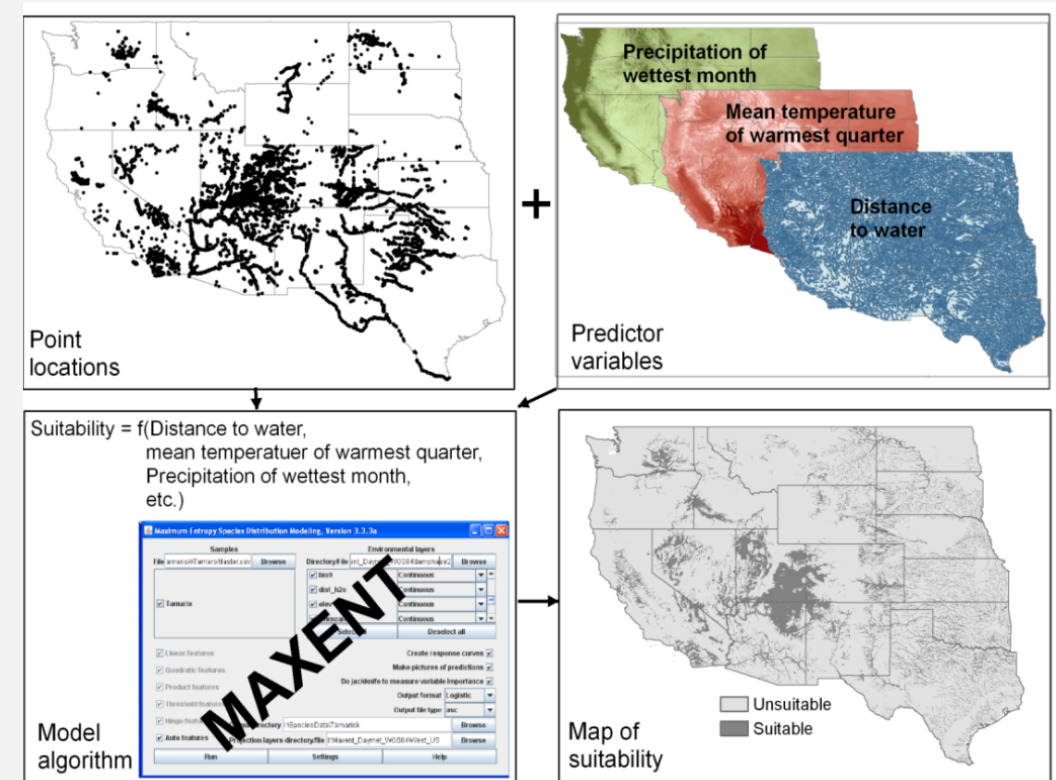
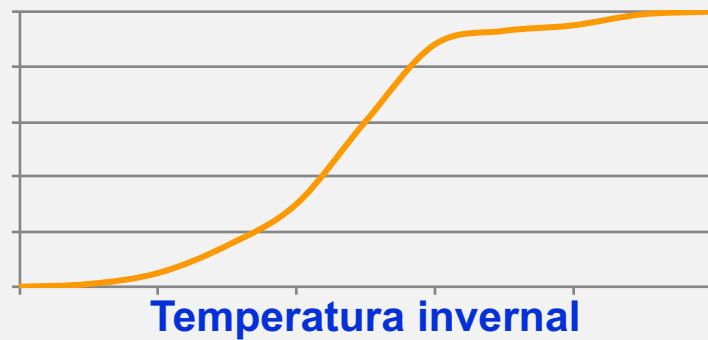


# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Distribución de Especies

- Procesos – mecanismo; restricciones fisiológicas
- Correlación – patrón; se basa en localizaciones actuales

Supervivencia

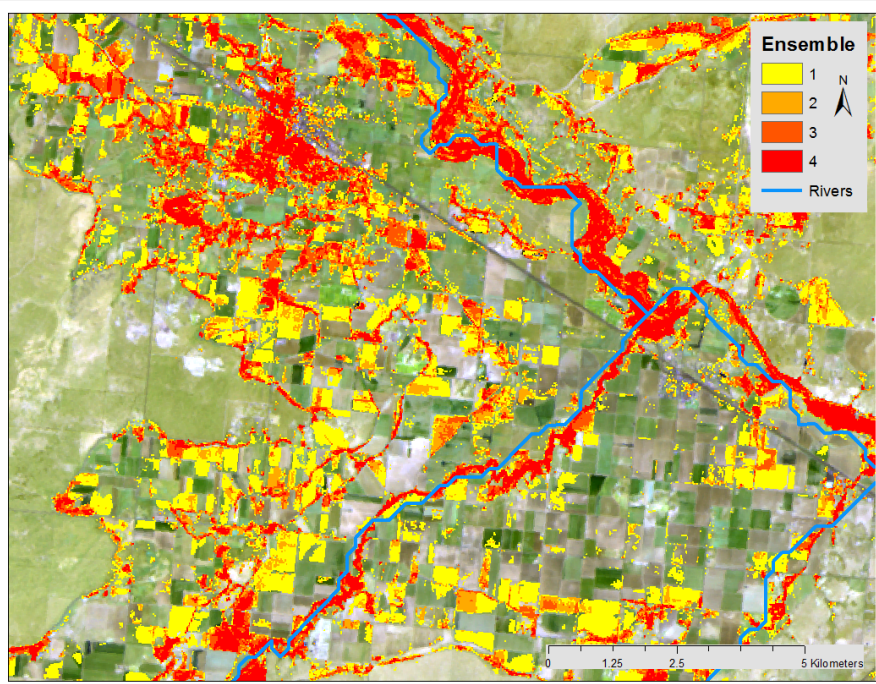




# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

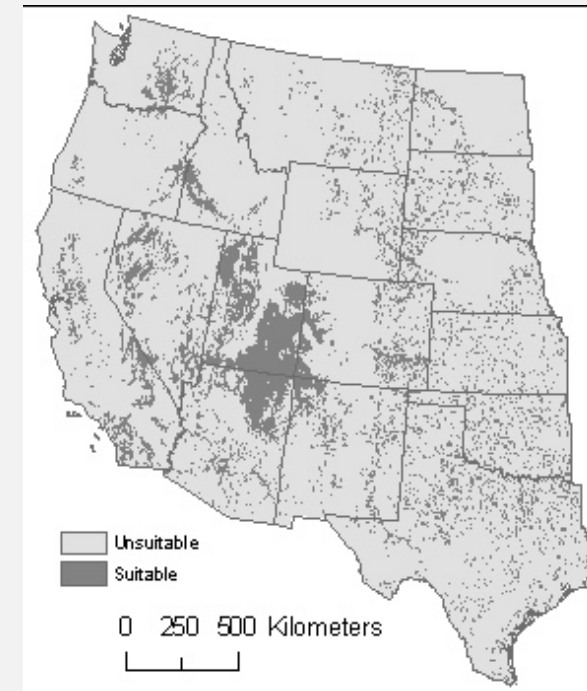
## Modelos de Distribución de Especies

- ¿Dónde se encuentra ahora?
  - mapeo



West et al. 2016, JoVE

- ¿Donde podría estar?
  - Potencial

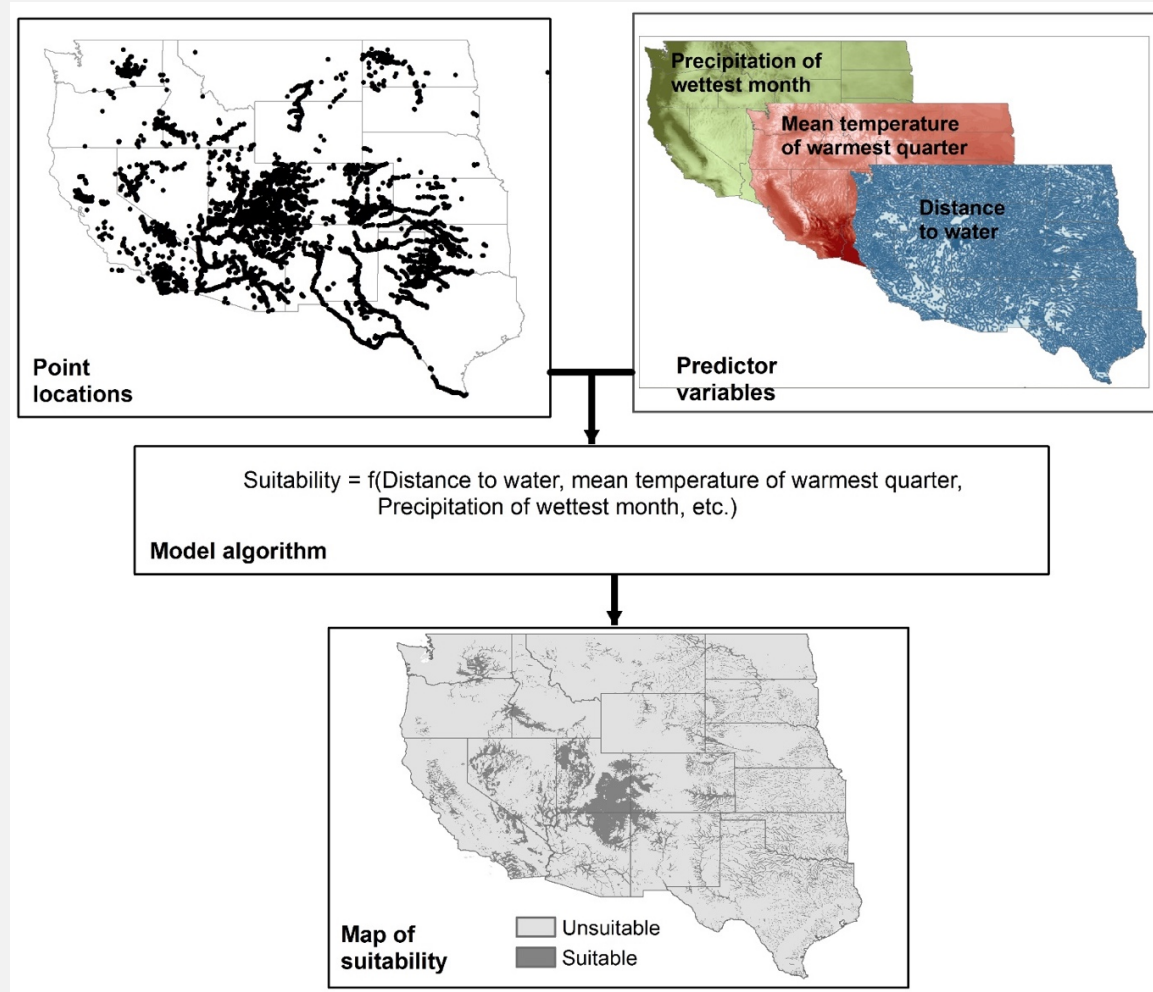


Jarnevich et al. 2011, Western North American Naturalist



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Distribución de Especies

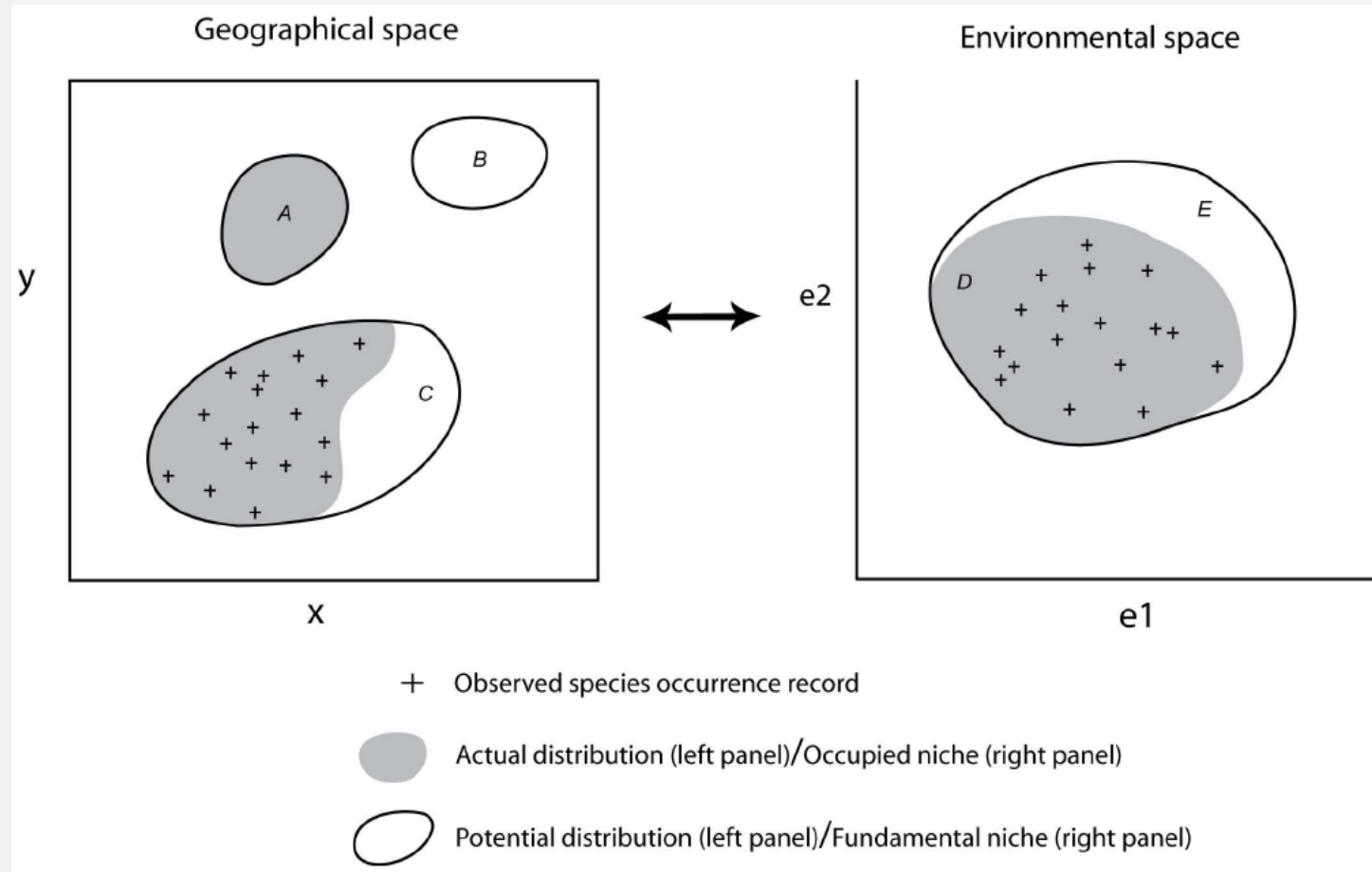




# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones

## Estado-Transición

### Modelos de Distribución de Especies



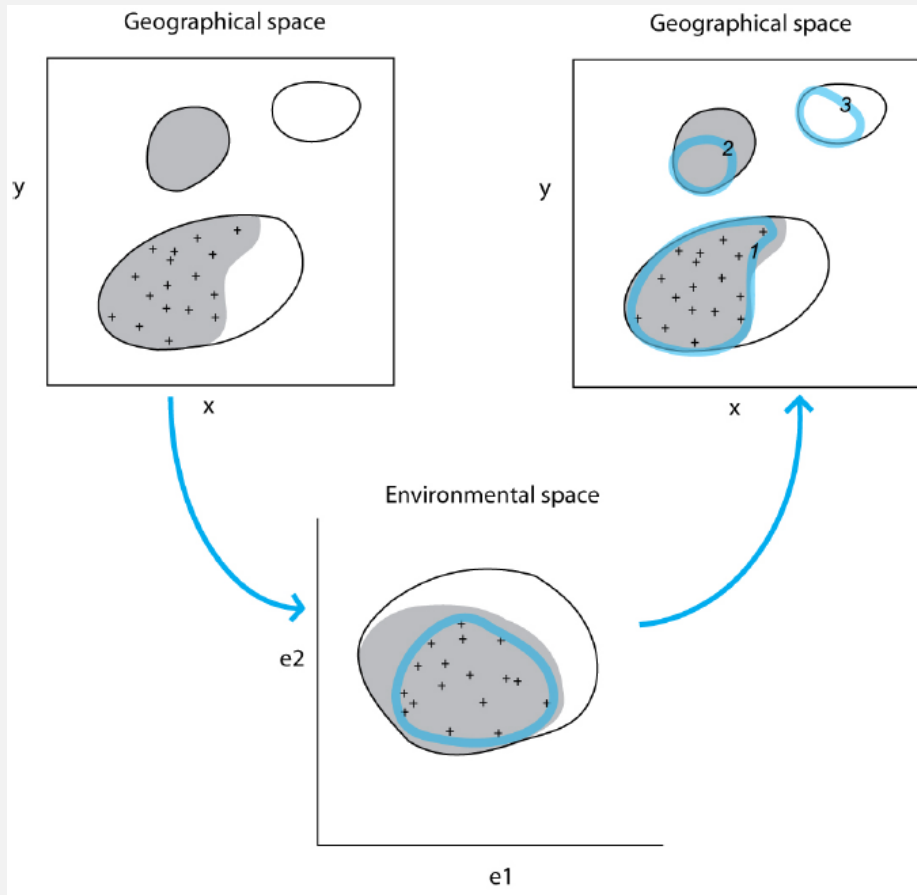
Pearson, R.G. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. American Museum of Natural History. Available at <http://ncep.amnh.org>.



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones

## Estado-Transición

### Modelos de Distribución de Especies



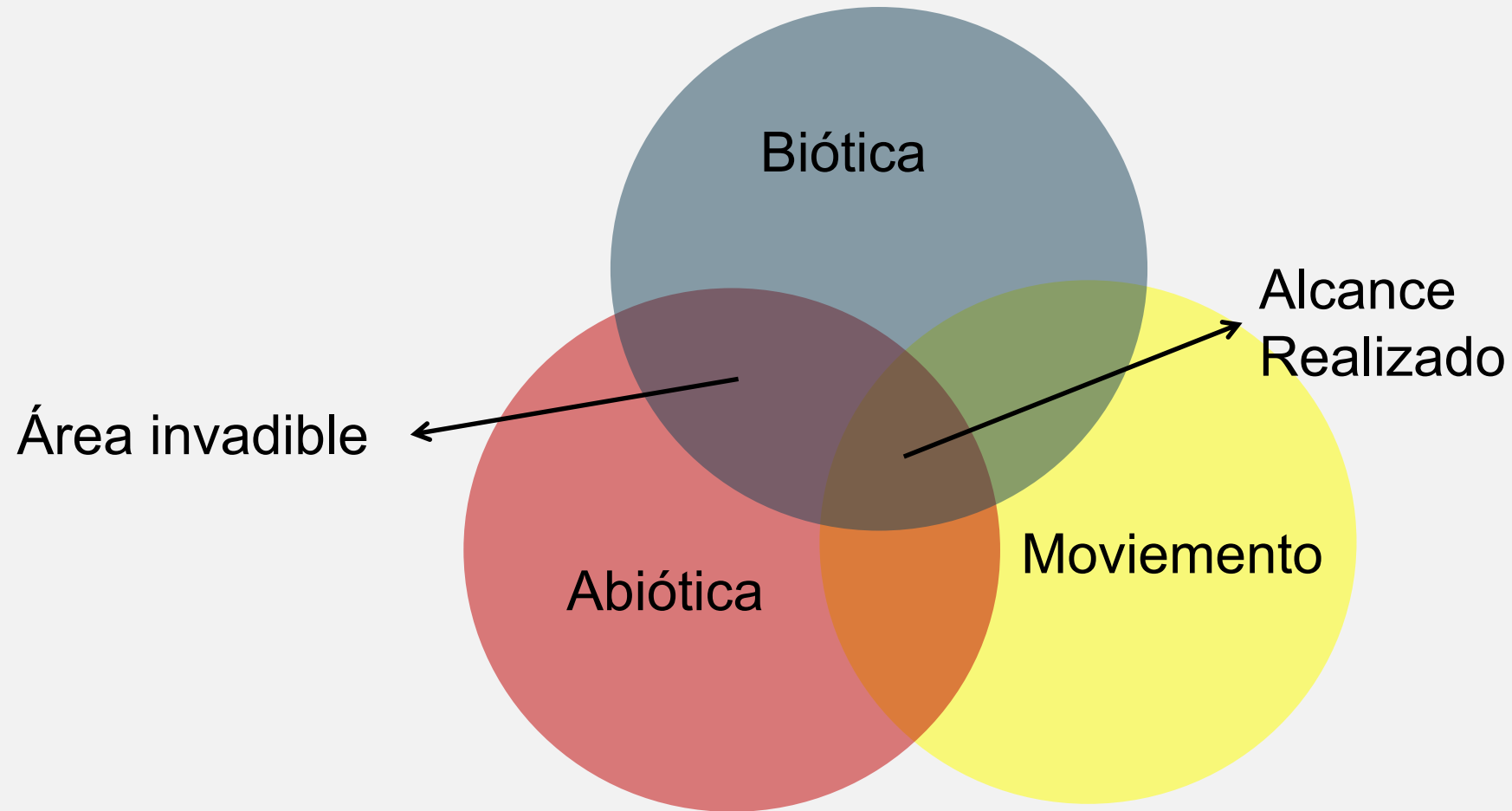
- + Observed species occurrence record
- Actual distribution (upper panels)/Occupied niche (lower panel)
- Potential distribution (upper panels)/Fundamental niche (lower panel)
- Species distribution model fitted to observed occurrence records

Pearson, R.G. 2007. Species' Distribution Modeling for Conservation Educators and Practitioners. Synthesis. American Museum of Natural History. Available at <http://ncep.amnh.org>.

# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones

## Estado-Transición

### Modelos de Distribución de Especies



Soberon and Peterson 2005, Biodiversity Informatics



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones

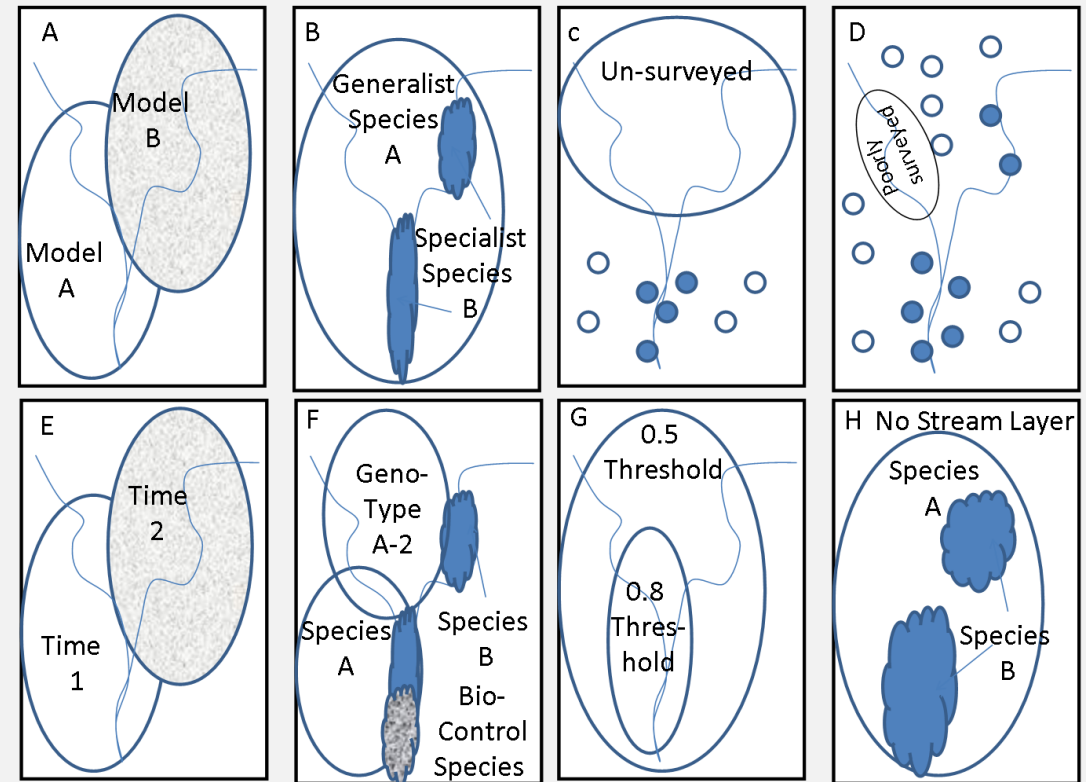
## Estado-Transición

### Modelos de Distribución de Especies

- Evaluación



- Advertencias



Jarnevich et al. 2015, Ecological informatics



An aerial photograph of a mountain range with a red line tracing a path across the terrain. A semi-transparent grey rectangle is overlaid on the center of the image. The text 'Gombe National Park' is visible in the upper part of the overlay.

Gombe  
National Park

# VisTrails: Software SAHM

---



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## VisTrails: Software SAHM

The screenshot shows the VisTrails interface with a workflow diagram in the center. Red arrows point to specific components:
 

- A red arrow points to a box labeled "Módulo" (Module) in the workflow.
- A red arrow points to a box labeled "Parámetro" (Parameter) in the workflow.
- A red arrow points to the "SAHM" package in the left-hand "Modules" list.

 The right-hand panel shows "Module Information" for a module named "MARS", listing various input and output parameters.

Recombination Tests 245.

19 JUN 1946

Test:	B	M	BM	P	T	PT	BMTP
237-12			++				++ OK.
243-6	-B	-P	BTM	-M	-O		
1	++	+	++				
2	++	+	++				
3	++	++	++				
4	++	++	++				
5	++	++	++				
6	+						
7	+						
8	+						
9	+						
10	+						
11	+						
12	+						
13	+						
14	+						
15	+						
16	++	++	++				
17	++	++	++				
18	++	++	++				
19	++	++	++				
20	++	++	++				
21	++	++	++				
22	++	++	++				
23	++	++	++				
24	++	++	++				
25	++	++	++				
26	++	++	++				
27	++	++	++				
28	++	++	++				
29	++	++	++				
30	++	++	++				
31	++	++	++				
32	++	++	++				
33	++	++	++				
34	++	++	++				
35	++	++	++				
36	++	++	++				
37	++	++	++				
38	++	++	++				
39	++	++	++				
40	++	++	++				
41	++	++	++				
42	++	++	++				
43	++	++	++				
44	++	++	++				
45	++	++	++				
46	++	++	++				
47	++	++	++				
48	++	++	++				
49	++	++	++				
50	++	++	++				
51	++	++	++				
52	++	++	++				
53	++	++	++				
54	++	++	++				
55	++	++	++				
56	++	++	++				
57	++	++	++				
58	++	++	++				
59	++	++	++				
60	++	++	++				
61	++	++	++				
62	++	++	++				
63	++	++	++				
64	++	++	++				
65	++	++	++				
66	++	++	++				
67	++	++	++				
68	++	++	++				
69	++	++	++				
70	++	++	++				
71	++	++	++				
72	++	++	++				
73	++	++	++				
74	++	++	++				
75	++	++	++				
76	++	++	++				
77	++	++	++				
78	++	++	++				
79	++	++	++				
80	++	++	++				
81	++	++	++				
82	++	++	++				
83	++	++	++				
84	++	++	++				
85	++	++	++				
86	++	++	++				
87	++	++	++				
88	++	++	++				
89	++	++	++				
90	++	++	++				
91	++	++	++				
92	++	++	++				
93	++	++	++				
94	++	++	++				
95	++	++	++				
96	++	++	++				
97	++	++	++				
98	++	++	++				
99	++	++	++				
100	++	++	++				

Handwritten notes on the table include: "Most of this is clearly syntrophous", "Shakeout (almost code) (Honey!) See c.", and "Not coli.".

Tag: Sparrow with Cross Validation

User: mitalbert

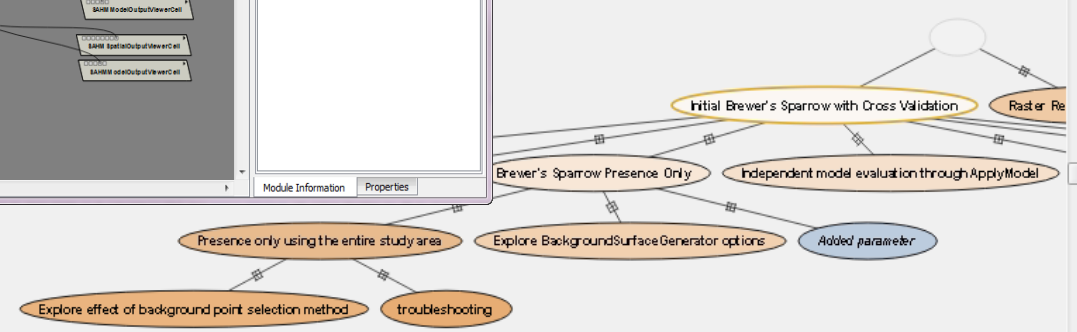
Date: 22 Aug 2013 10:45:57

Notes:

This is the 'basic' SAHM workflow that most other workflows are derived from.

Quickstart:  
Click the Execute button to begin execution. The modules will turn green sequentially as they finish their processes. When you get to the CovariateCorrelationAndSelection module about half way down execution will stop and a chart showing the correlation between your variables will pop up in a new window. Click ok and

Preview:



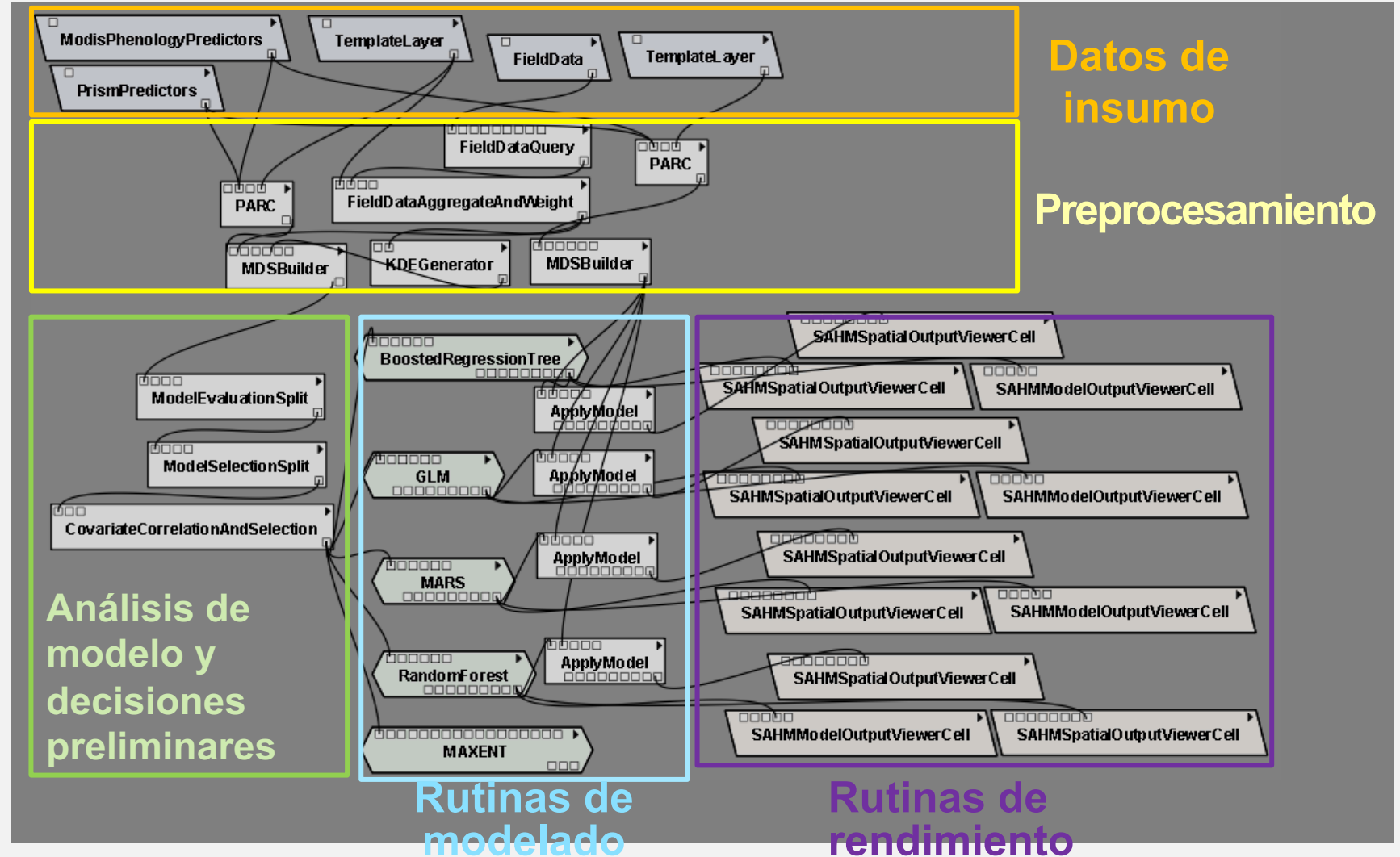
Morissette et al. 2013, Ecography



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## VisTrails: Software SAHM

VisTrails: Flujo de trabajo SAHM estándar



Morisette et al. 2013, Ecography



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición VisTrails: SAHM

- Software de distribución libre
- Grupo Google:  
<https://groups.google.com/forum/?fromgroups=#!forum/vistrails-sahm>
- Monografía de la ecografía
- Manual del usuario y tutorial
- Materiales de capacitación  
<https://my.usgs.gov/catalog/RAM/SAHM>



Ecography 36: 001–007, 2013  
doi: 10.1111/j.1600-0587.2012.07815.x  
© 2013 The Authors. Ecography © 2013 Nordic Society Oikos  
Subject Editor: Thiago Rangel. Accepted 16 November 2012

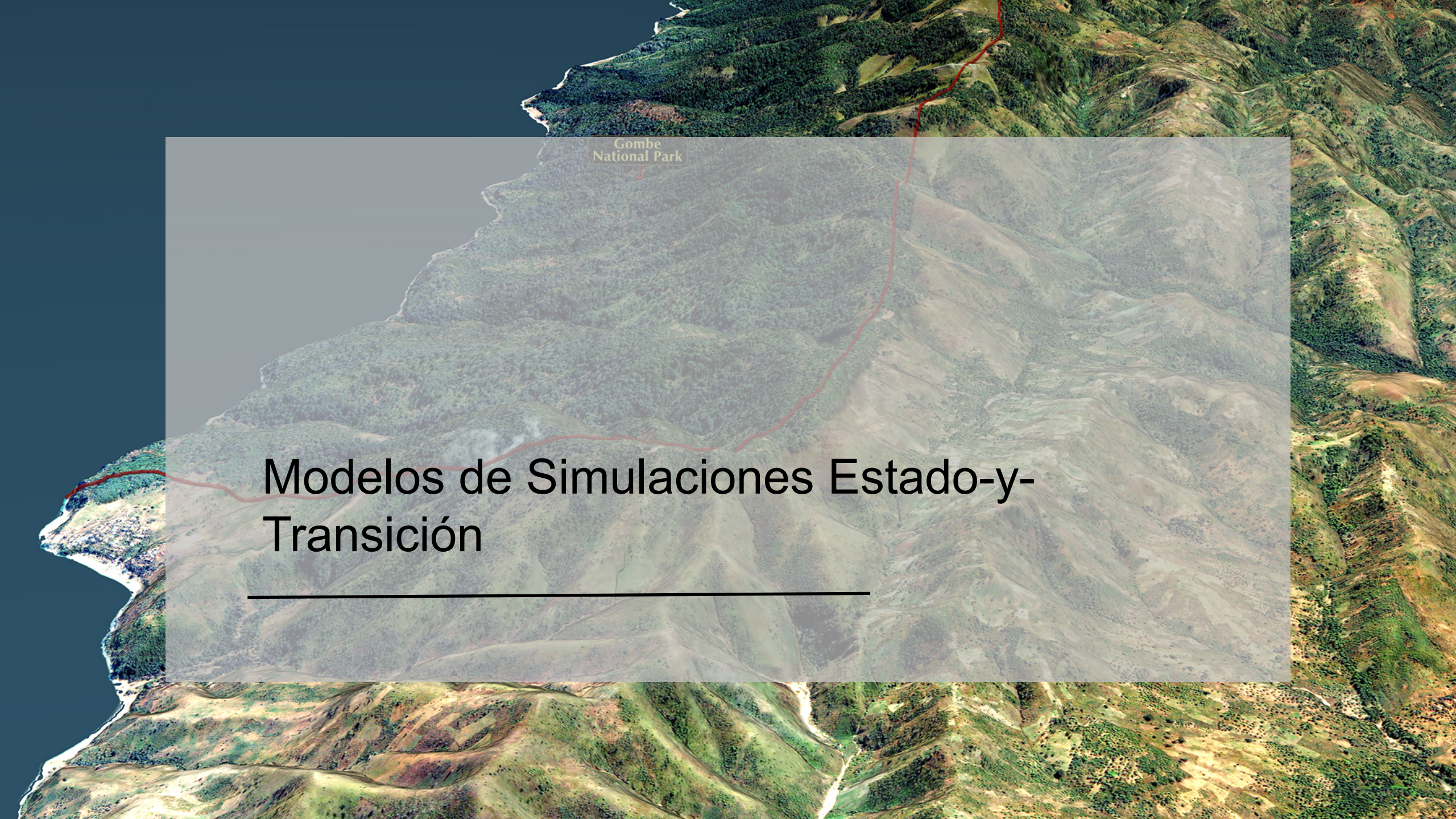
## VisTrails SAHM: visualization and workflow management for species habitat modeling

Jeffrey T. Morisette, Catherine S. Jarnevich, Tracy R. Holcombe, Colin B. Talbert, Drew Ignizio, Marian K. Talbert, Claudio Silva, David Koop, Alan Swanson and Nicholas E. Young

*J. T. Morisette (morissettj@usgs.gov), U.S. Geological Survey, North Central Climate Science Center, 2150 Centre Dr., Fort Collins, CO 80526, USA. – C. S. Jarnevich, T. R. Holcombe and C. B. Talbert, U.S. Geological Survey, Fort Collins Science Center, 2150 Centre Dr., Fort Collins, CO 80526, USA. – D. Ignizio and M. K. Talbert, Cherokee Services Group, LLC, Contractor to DOI-U.S. Geological Survey, 2150 Centre Dr., Fort Collins, CO 80526, USA. – C. Silva and D. Koop, Polytechnic Inst. of New York Univ., Six Metro Tech Center, Brooklyn, NY 11201, USA. – A. Swanson, 144 Burlington Ave., Missoula, MT 59801, USA. – N. E. Young, Natural Resource Ecology Lab, Colorado State Univ., Fort Collins, CO 80523, USA.*

The Software for Assisted Habitat Modeling (SAHM) has been created to both expedite habitat modeling and help maintain a record of the various input data, pre- and post-processing steps and modeling options incorporated in the construction of a species distribution model through the established workflow management and visualization VisTrails software. This paper provides an overview of the VisTrails:SAHM software including a link to the open source code, a table detailing the current SAHM modules, and a simple example modeling an invasive weed species in Rocky Mountain National Park, USA.



An aerial photograph of a mountain range, likely the Andes, showing a red line that follows a ridge or valley, possibly representing a species distribution boundary. The terrain is rugged and covered in green vegetation. A semi-transparent grey box is overlaid on the center of the image, containing text and a horizontal line.

Gombe National Park

# Conclusiones del Modelado de Distribución de Especies

---



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición Conclusiones del modelado de distribución de especies

- ¡No existe una manera universalmente correcta!
- Metodología adaptada
  - A la situación ecológica y biogeográfica
  - Para lograr las metas de cada estudio
  - A los datos disponibles
- VisTrails: SAHM es una opción de software





Gombe  
National Park

# Modelos de Simulaciones

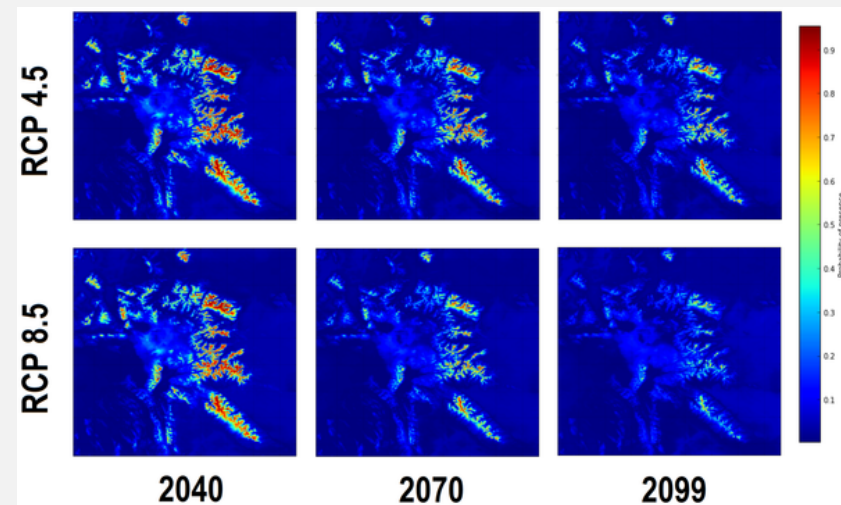
---



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelado de Distribución de Especies

- Modelos correlativos de variables abióticas y ocurrencia de especies
- Herramienta común para estimar la respuesta de especies al clima
- *No proyecta la distribución de especies, los modelos proyectan climas adecuados*
- *No toma en cuenta disturbios, competencia, o gestión*

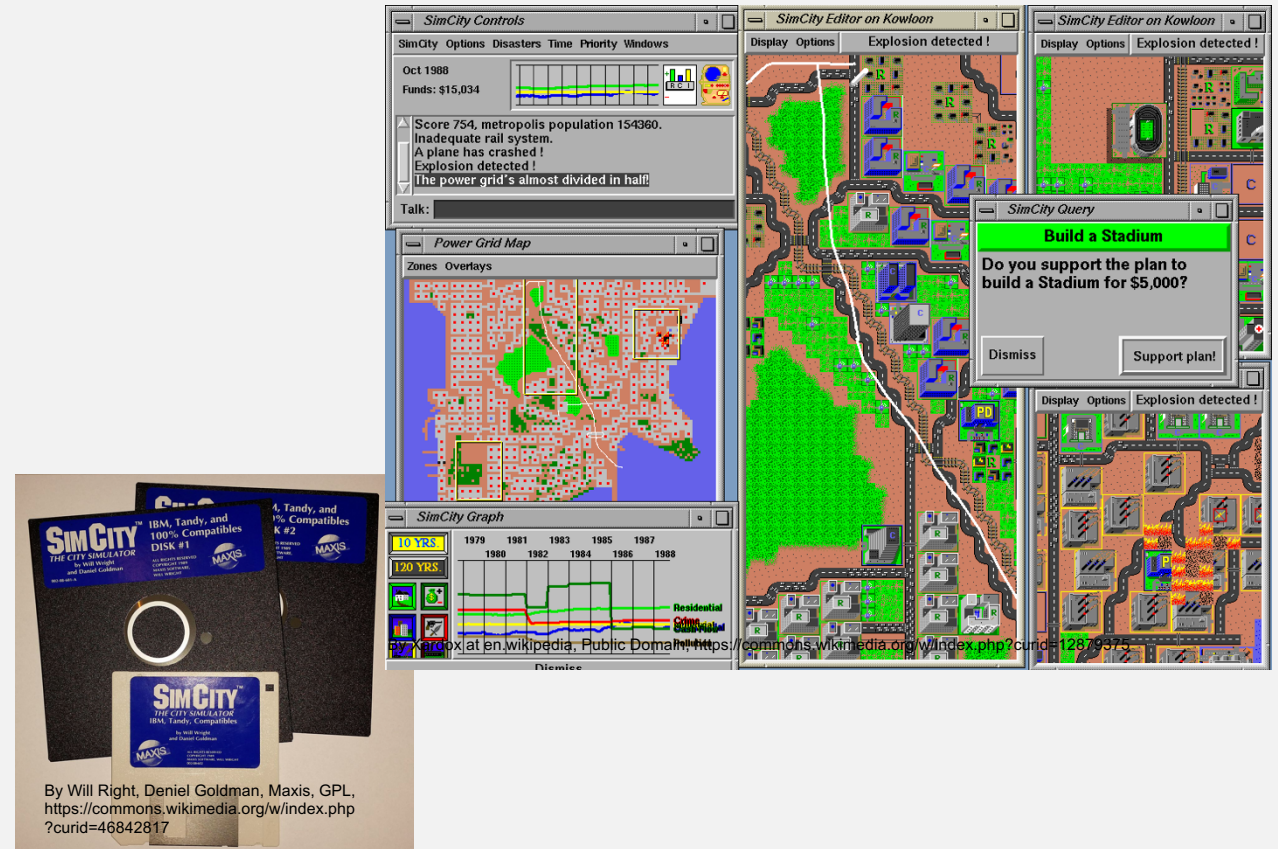


Fuente: Chang, T., Hansen, A.J. and, N., 2014. Patterns and variability of projected bioclimatic habitat for *Pinus albicaulis* in the Greater Yellowstone Area. PLoS one, 9(11), p.e111669.

# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones

- Prototipo del mundo real a base de computadoras

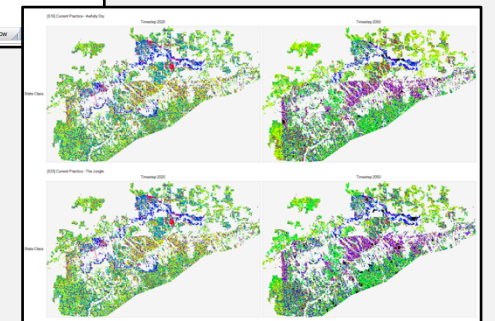
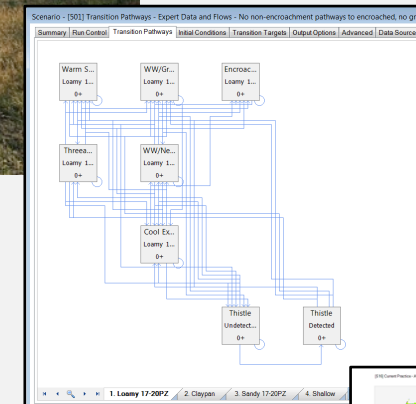
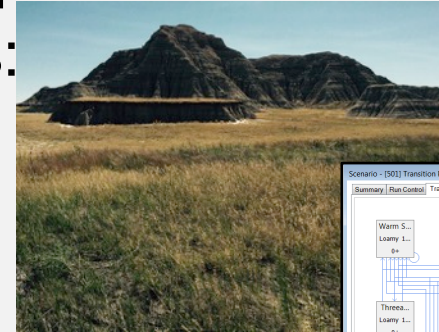




# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones

- Prototipo del mundo real a base de computadoras
- Muchos tipos de modelos de simulaciones:
  - Climático
  - Poblacional
  - Biogeoquímico
  - Modelos dinámicos de la vegetación global
  - Modelos Basados en Agentes
  - Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición
  - Etc...



Images: B. W. Miller

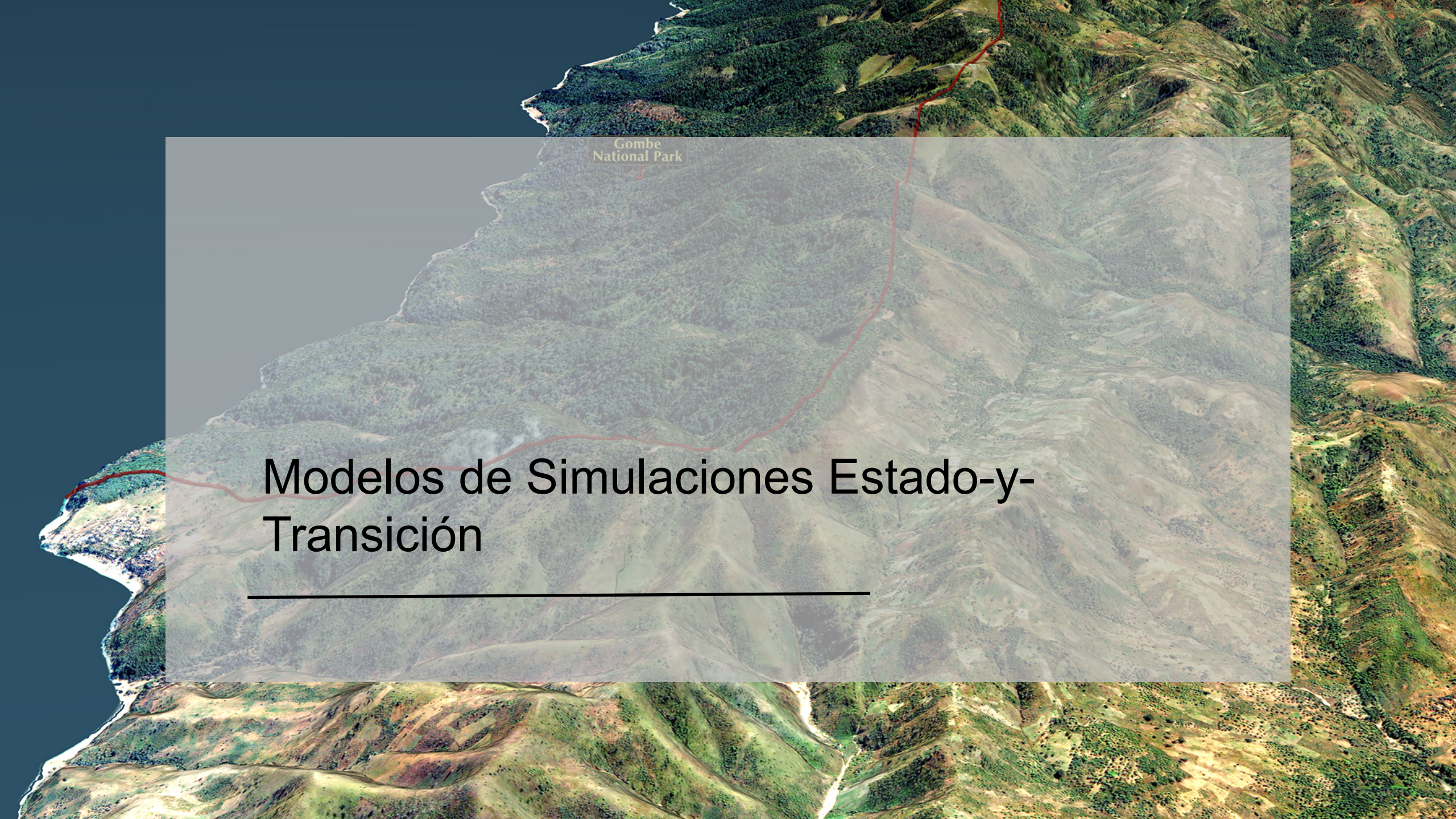
# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones

## Estado-Transición

### Modelos de Simulaciones

- ¿Por qué simulaciones?
  - Para integrar datos
  - Para identificar lagunas en los datos e incertidumbres que pueden influir
  - Para reproducir la complejidad
    - Umbrales, efectos secundarios, situaciones que emergen
  - Para entender procesos
  - Para explorar escenarios hipotéticos
- ¿Qué no pueden hacer?
  - Crear escenarios
  - Capturar todo
  - Análisis estadístico
  - Darte la respuesta





Gombe  
National Park

# Modelos de Simulaciones Estado-y- Transición

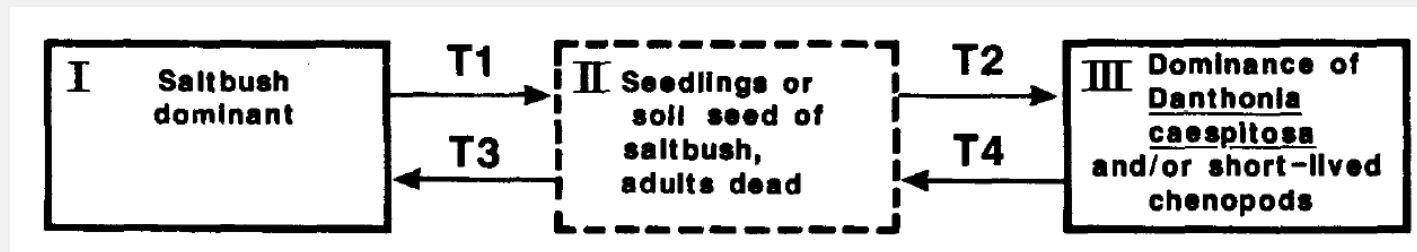
---



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición

- **Estados:** cualquier combinación de comunidades de vegetación
- **Transiciones:** proceso (natural o gestionado) que puede mover la vegetación de un estado a otro



Source: Westoby et al. (1989)

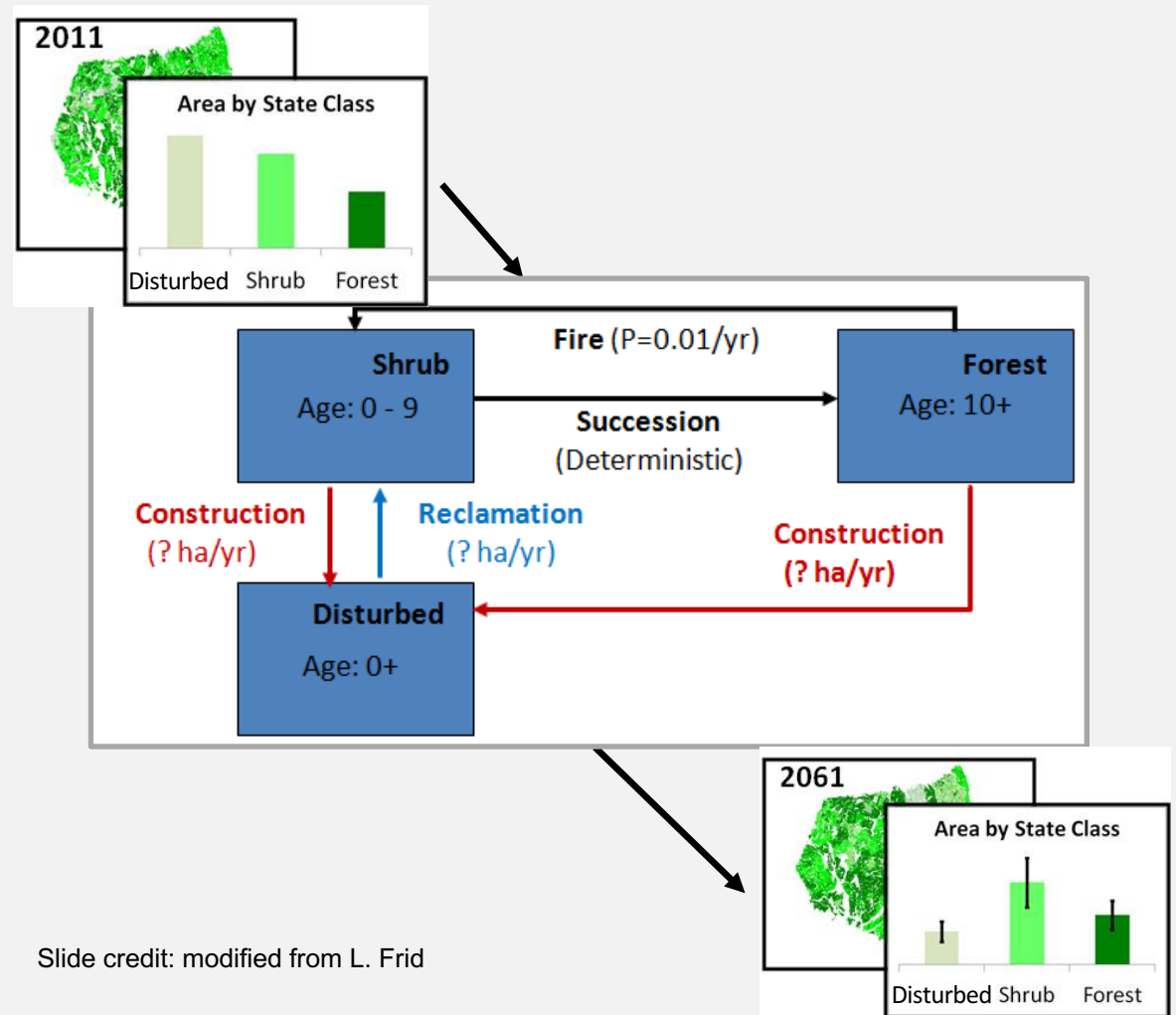
Westoby, M., Walker, B. and Noy-Meir, I., 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. Journal of range management, pp.266-274.



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición

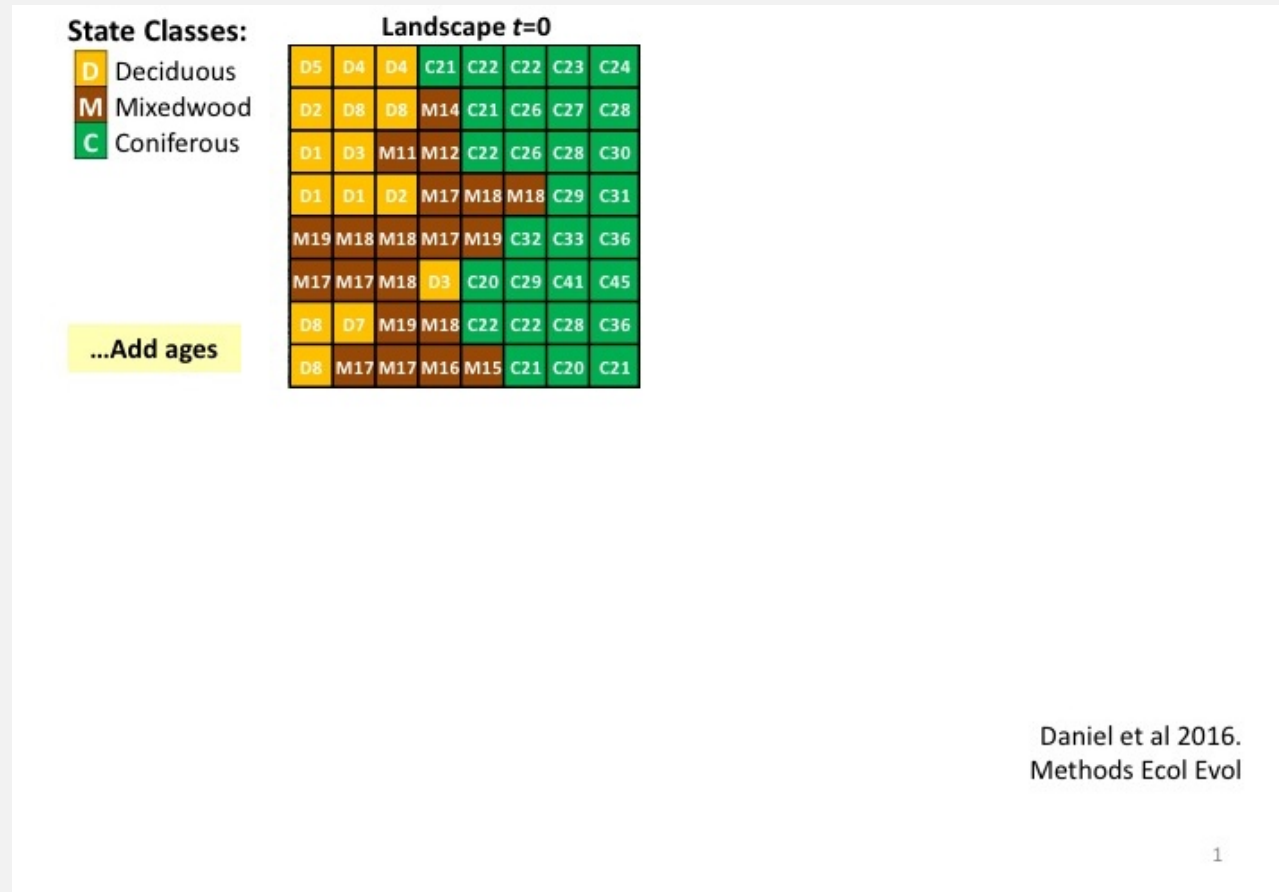
- Modelos de simulaciones estocásticas
- Se ejecutan a través de un software
- Pueden ser espacialmente explícitas
- Insumos de modelos:
  - Probabilidades de transición y/o objetivos
  - Área en cada estado hoy
- Productos de modelos:
  - Área en cada estado a través del tiempo
  - Área que pasó por alguna transición a través del tiempo
- → Predicción de la dinámica de la vegetación (con incertidumbre)



Slide credit: modified from L. Frid

# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición

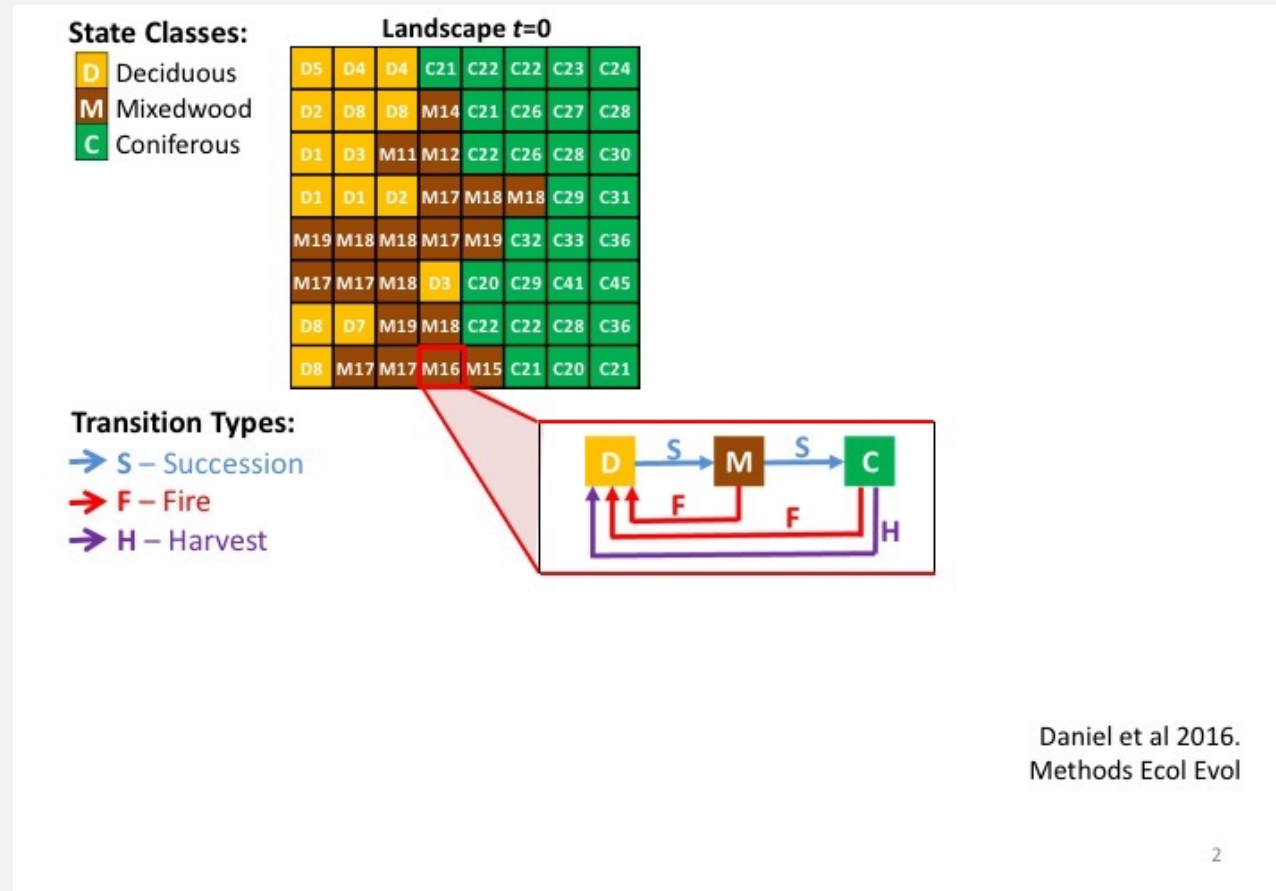


Fuente: L. Frid Daniel, C. J., Frid, L., Sleeter, B. M. and Fortin, M.-J. (2016), State-and-transition simulation models: a framework for forecasting landscape change. *Methods Ecol Evol*, 7: 1413–1423.



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

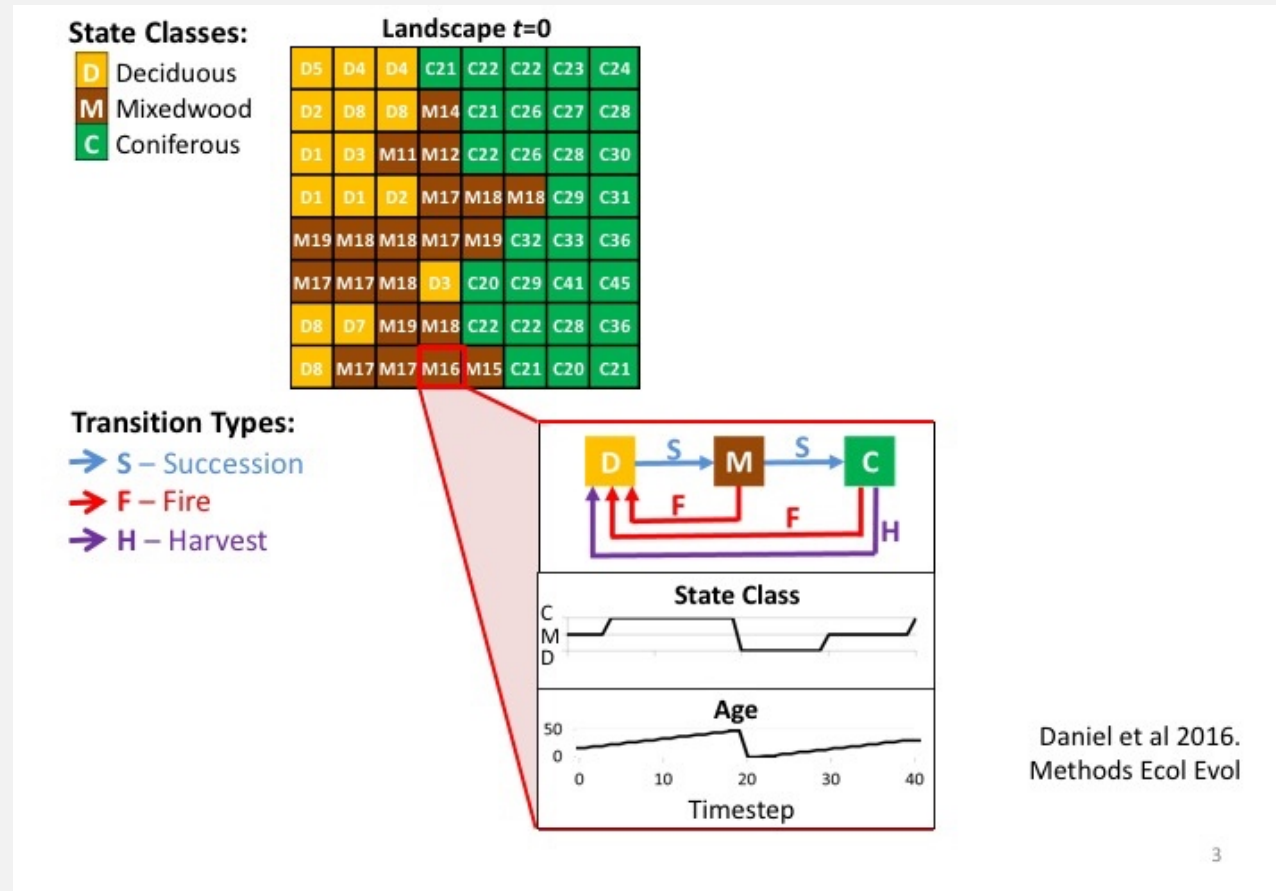
## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición



Fuente: L. Frid Daniel, C. J., Frid, L., Sleeter, B. M. and Fortin, M.-J. (2016), State-and-transition simulation models: a framework for forecasting landscape change. *Methods Ecol Evol*, 7: 1413–1423.

# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición

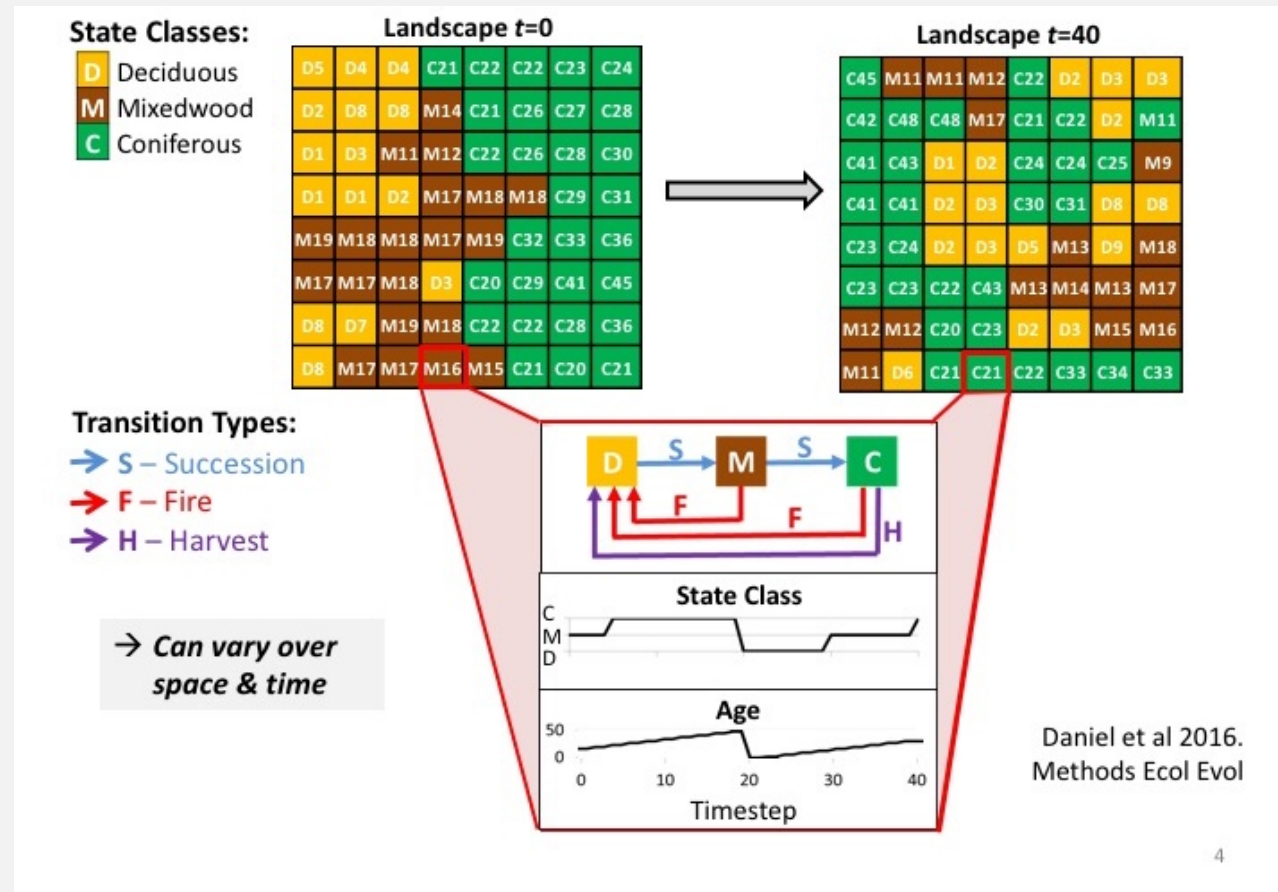


Fuente: L. Frid Daniel, C. J., Frid, L., Sleeter, B. M. and Fortin, M.-J. (2016), State-and-transition simulation models: a framework for forecasting landscape change. *Methods Ecol Evol*, 7: 1413–1423.



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición



Fuente: L. Frid Daniel, C. J., Frid, L., Sleeter, B. M. and Fortin, M.-J. (2016), State-and-transition simulation models: a framework for forecasting landscape change. Methods Ecol Evol, 7: 1413–1423.

# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición

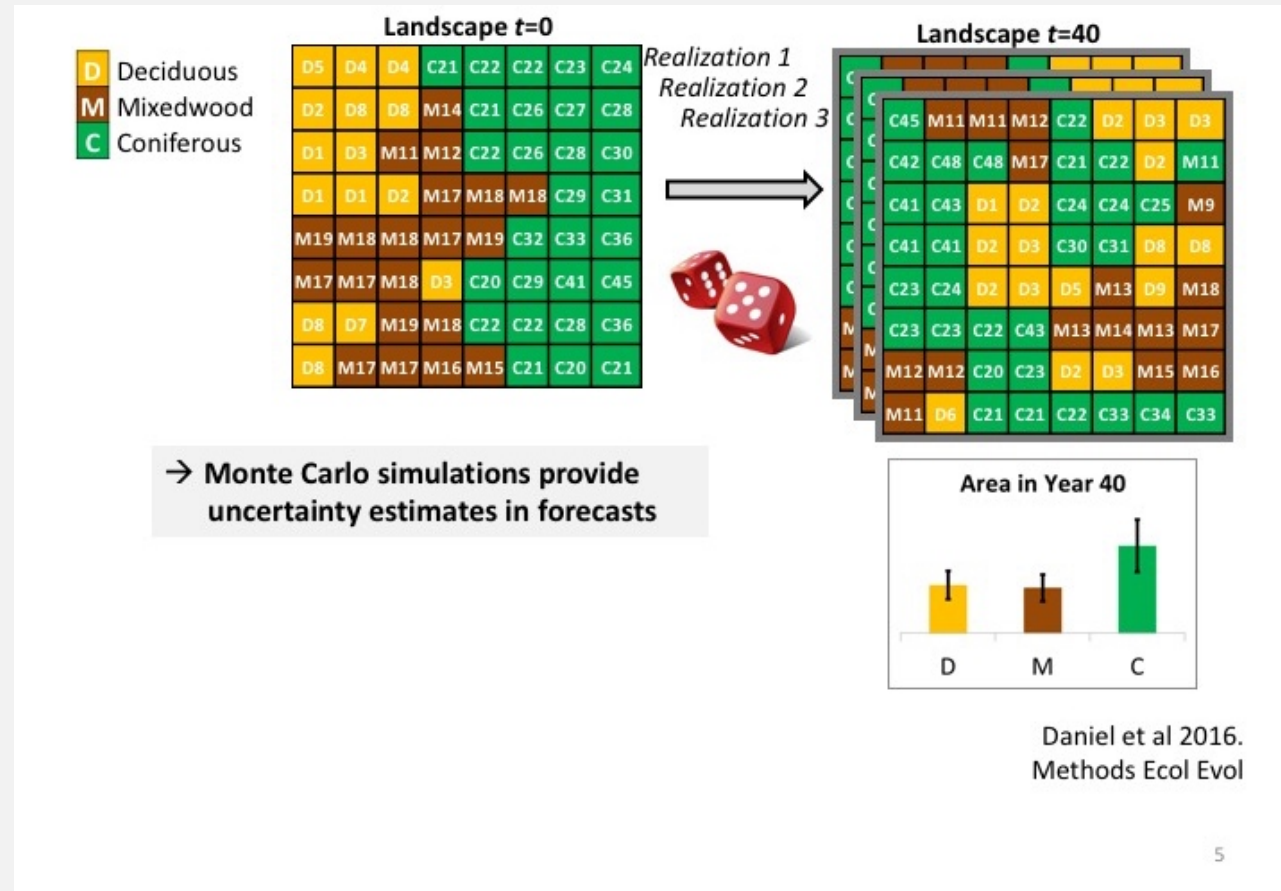


Image: L. Frid

Daniel, C. J., Frid, L., Sleeter, B. M. and Fortin, M.-J. (2016), State-and-transition simulation models: a framework for forecasting landscape change. *Methods Ecol Evol*, 7: 1413–1423.



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición

- Funcionalidades de Modelos Opcionales
  - Autocorrelación espacial (e.g., cluster)

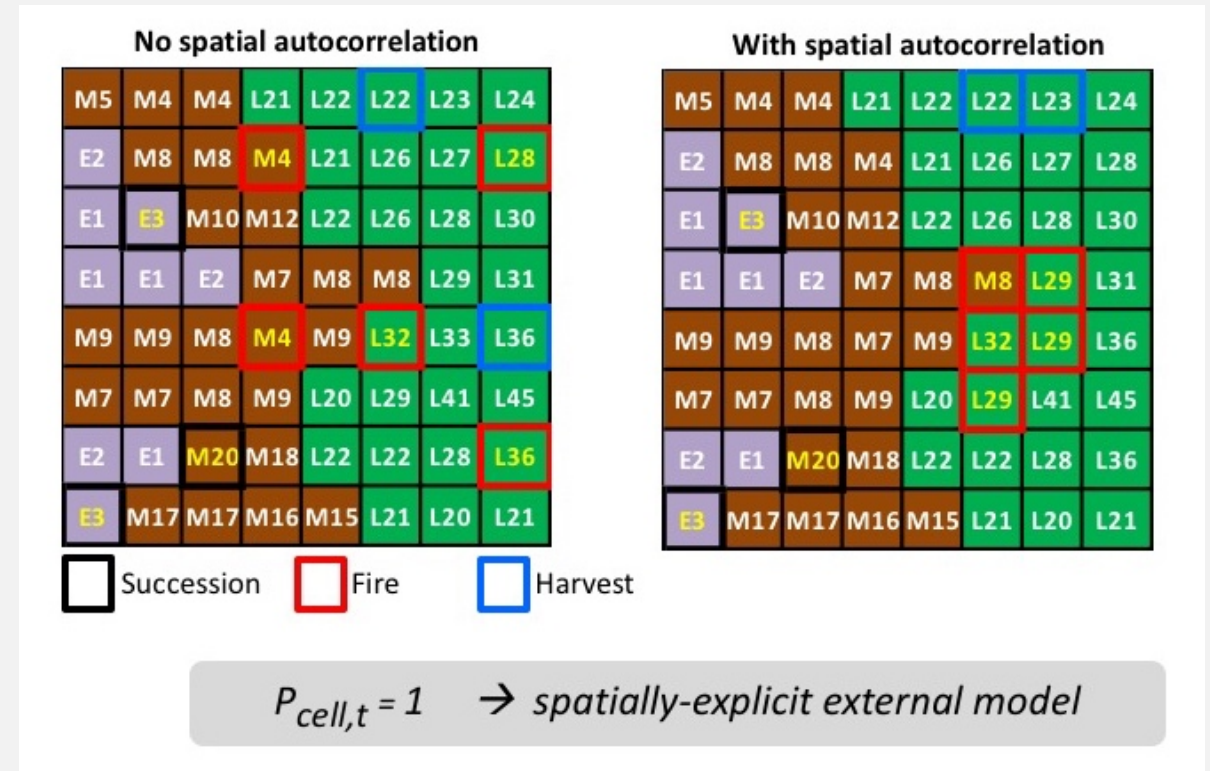


Image: L. Frid

# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición

- Funcionalidades de Modelos Opcionales
  - Autocorrelación espacial (e.g., cluster)
  - Variabilidad espacial y/o temporal en transiciones (e.g., jurisdicciones, incendios)

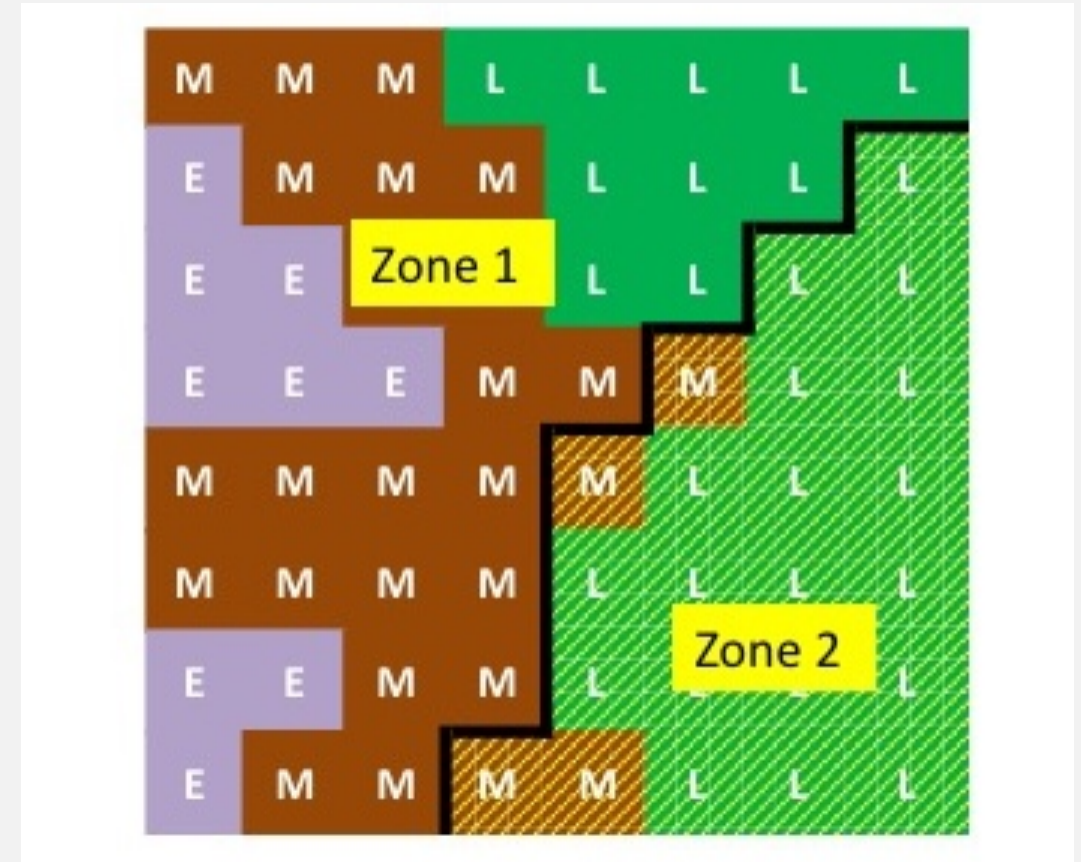


Image: L. Frid



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición

- Funcionalidades de Modelos Opcionales
  - Autocorrelación espacial (e.g., cluster)
  - Variabilidad espacial y/o temporal en transiciones (e.g., jurisdicciones, incendios)
  - Objetivos administrativos (e.g. inventario y tratamiento de especies exóticas)

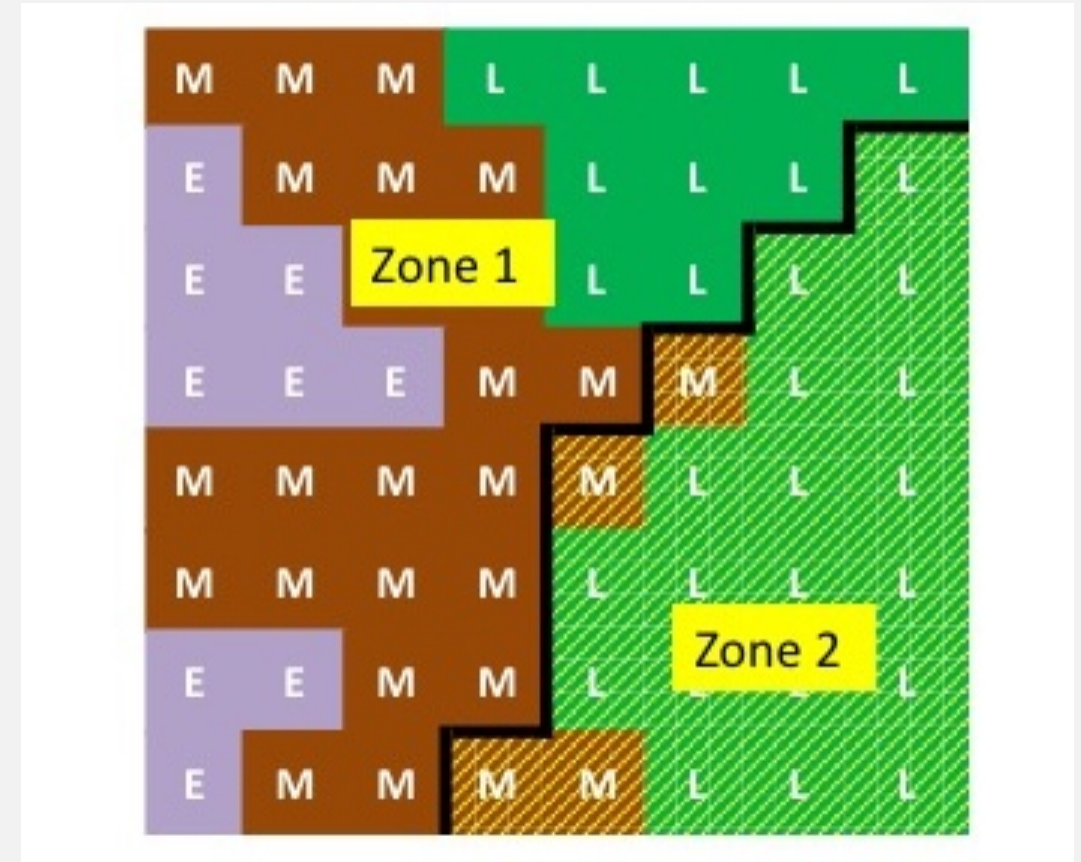
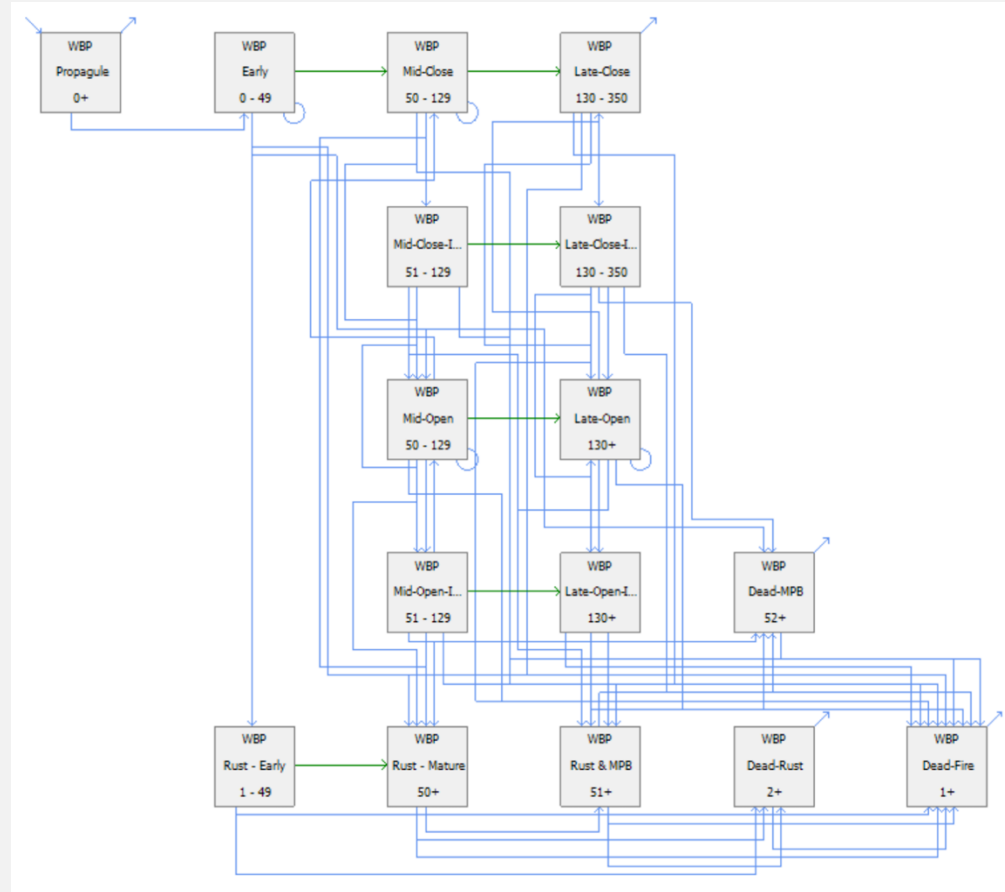


Image: L. Frid

# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

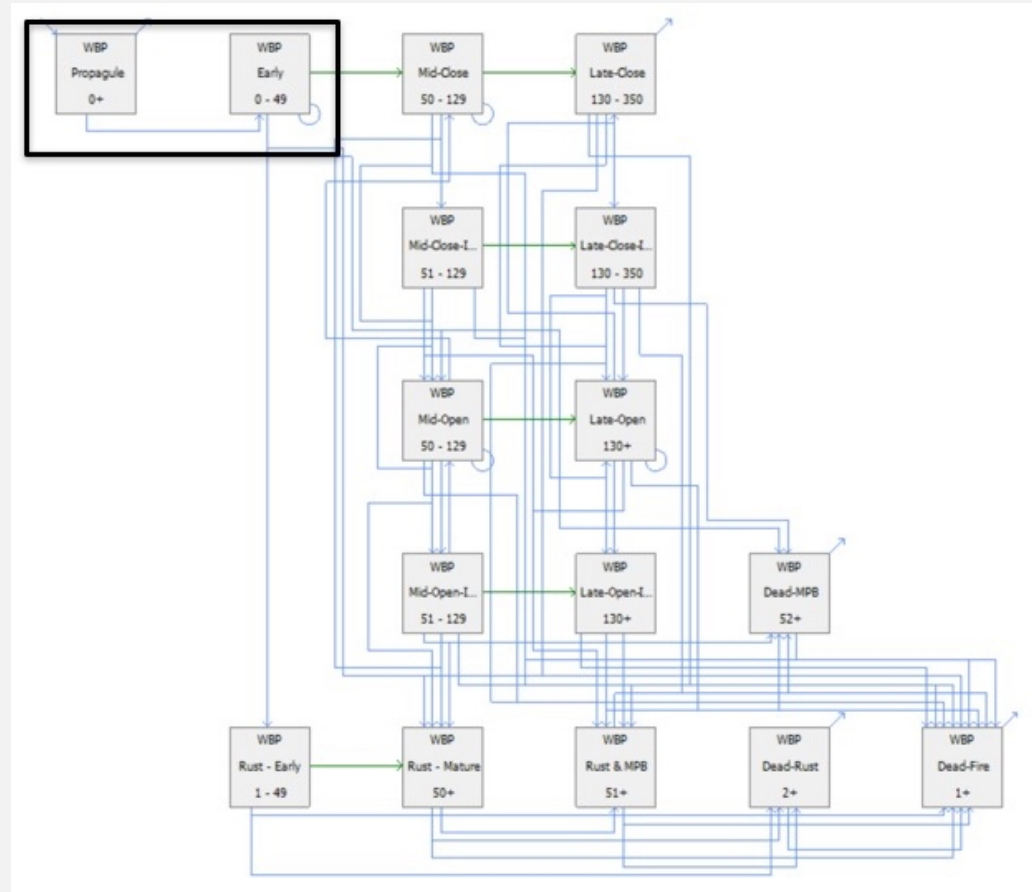
## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición





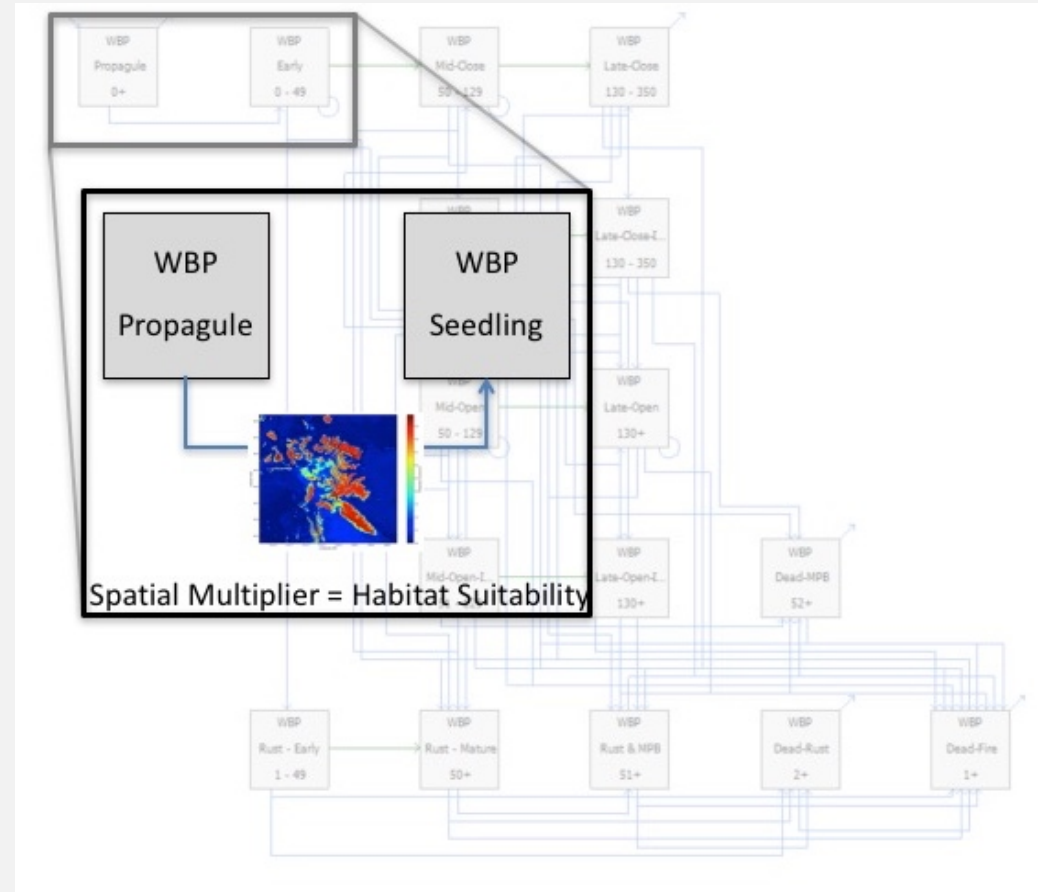
# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición

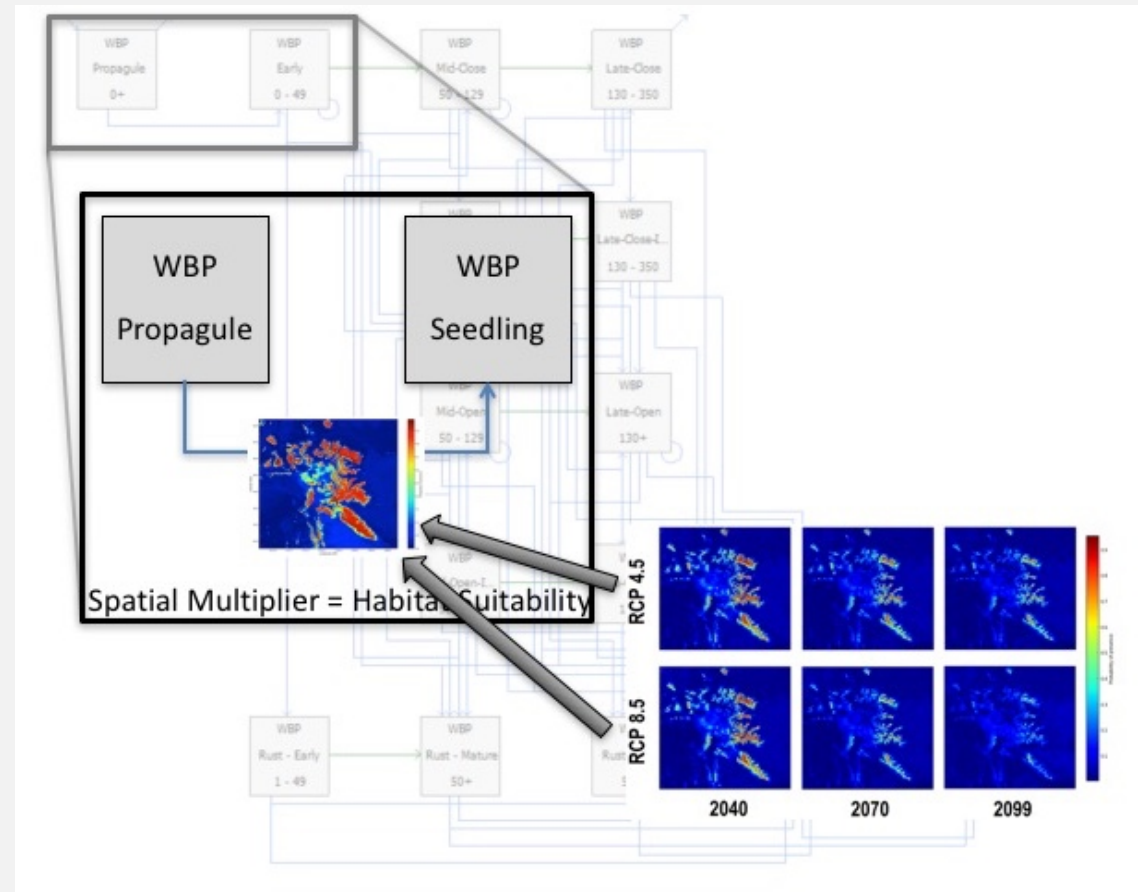


Miller, BW, L Frid, T Chang, N Piekielek, AJ Hansen, JT Morisette. 2015. Combining state-and-transition simulations and species distribution models to anticipate the effects of climate change. *AIMS Environmental Science* 2(2):400–426.



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

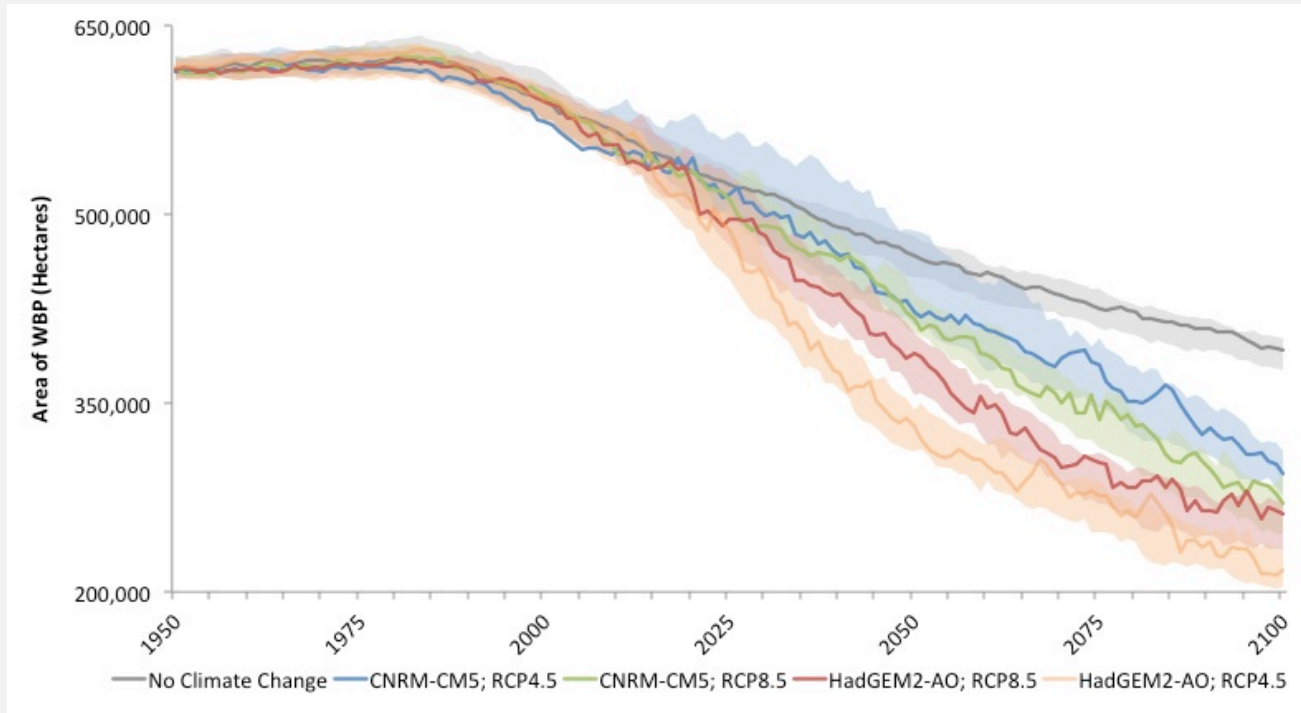
## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición



Miller, BW, L Frid, T Chang, N Piekielek, AJ Hansen, JT Morisette. 2015. Combining state-and-transition simulations and species distribution models to anticipate the effects of climate change. AIMS Environmental Science 2(2):400–426.

# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición



Miller, BW, L Frid, T Chang, N Piekielek, AJ Hansen, JT Morisette. 2015. Combining state-and-transition simulations and species distribution models to anticipate the effects of climate change. *AIMS Environmental Science* 2(2):400–426.



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición

## Software ST-Sim

- Software gratuito para elaborar y ejecutar STSMs (Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición por sus siglas en inglés): [www.apexrms.com](http://www.apexrms.com)
- Lanzado en 2013
- La próxima generación de TELSA & VDDT
- 15 publicaciones con revisión externa desde 2014

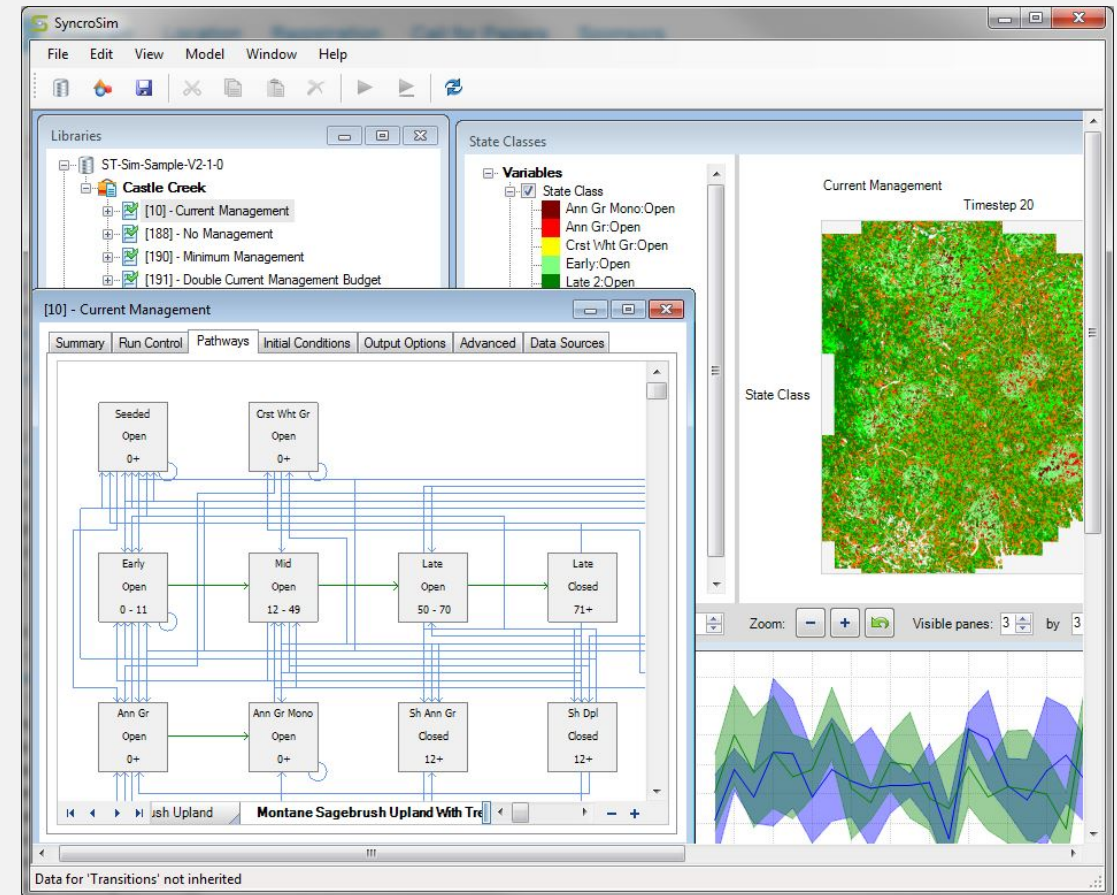


Image: L. Frid

# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición Software ST-Sim

- Tutoriales en Video
- “SyncroSim” -> “Getting Started”
- [http://syncrosim.com/index.php?title=Getting\\_Started](http://syncrosim.com/index.php?title=Getting_Started)

**What is a state-and-transition simulation model?**

This 13 minute video provides an overview of the state-and-transition simulation model (STSM) approach for projecting

**Getting started with ST-Sim: creating a simple non-spatial model**

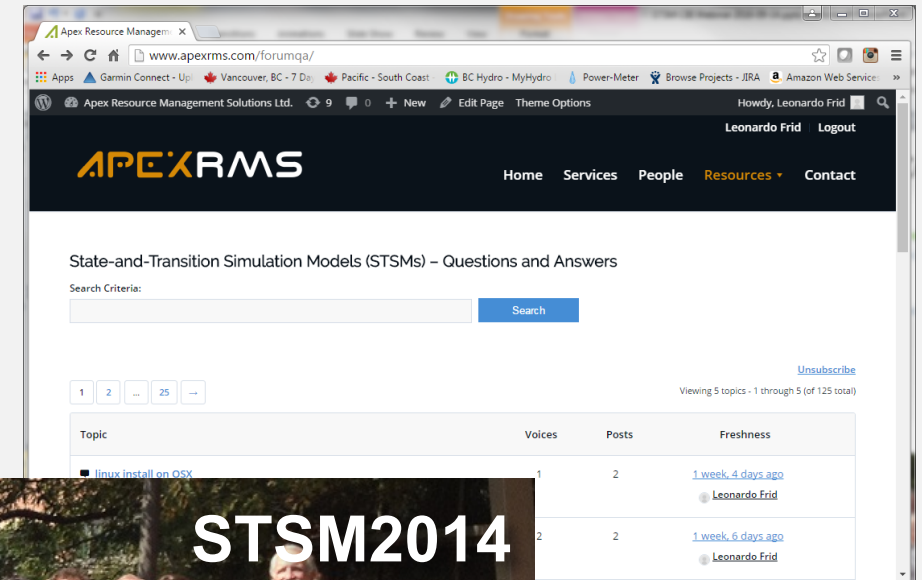
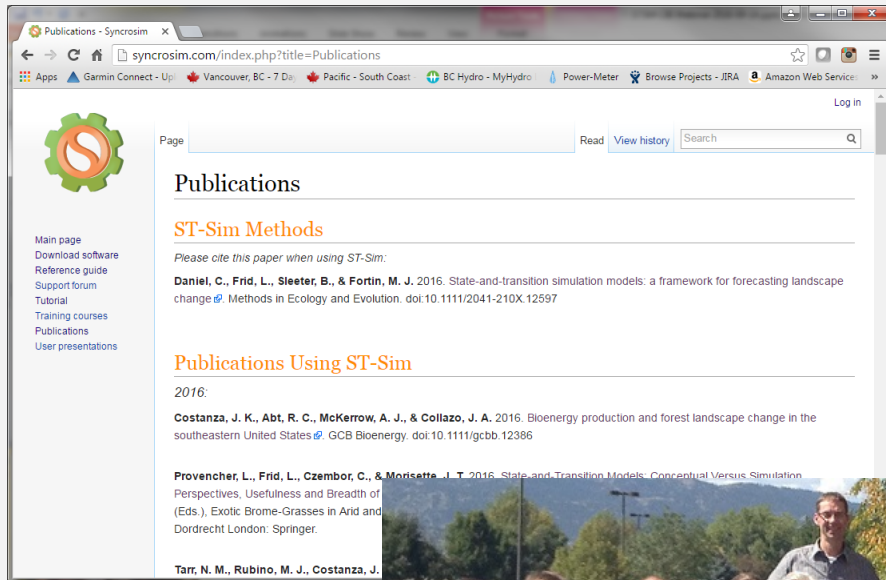
This brief tutorial will provide you with an overview of ST-Sim (version 3).

**Spatial models in ST-Sim: getting from non-spatial to spatial**

In this tutorial, we will take the non-spatial model created in the previous tutorial and turn it into a spatial model. You will



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones Estado-Transición Software ST-Sim



Images: L. Frid



# Vistazo General del Modelado de Distribución de Especies y de Simulaciones

## Estado-Transición

## Conclusiones

- Los Modelos de Simulaciones Estado-y-Transición (State-and-Transition Simulation Models o STSMs)
  - Integran conocimientos existentes
  - Identifican lagunas en los datos y prioridades investigaciones
  - Exploran escenarios climáticos y de gestión hipotéticos
- Las simulaciones pueden aprovechar los puntos fuertes de otros métodos (e.g. Modelado de Distribución de Especies)





Gombe  
National Park

¿Preguntas?

---