



MODELO DE PREDICCIÓN DE SEQUÍA

Cristóbal Campos Muñoz
cristobal.campos@inia.cl



MODELO DE PREDICCIÓN DE SEQUÍA

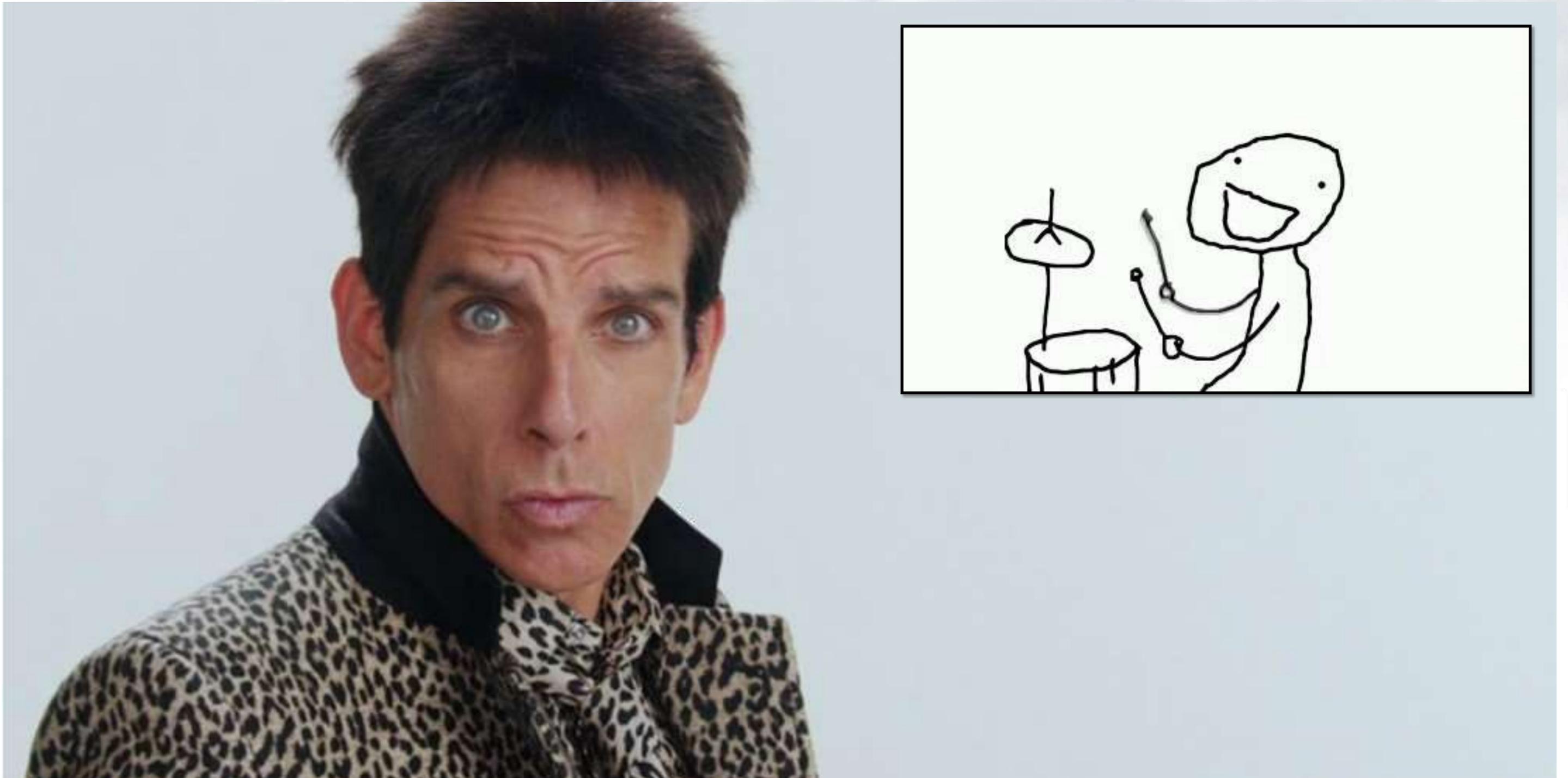
USANDO REDES NEURONALES AUTORREGRESIVAS NO LINEALES
CON VARIABLES EXÓGENAS METEOROLÓGICAS, GEOGRÁFICAS
Y DE CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA Y VALIDACIÓN EN PRADERAS NATURALES

Cristóbal Campos Muñoz
cristobal.campos@inia.cl

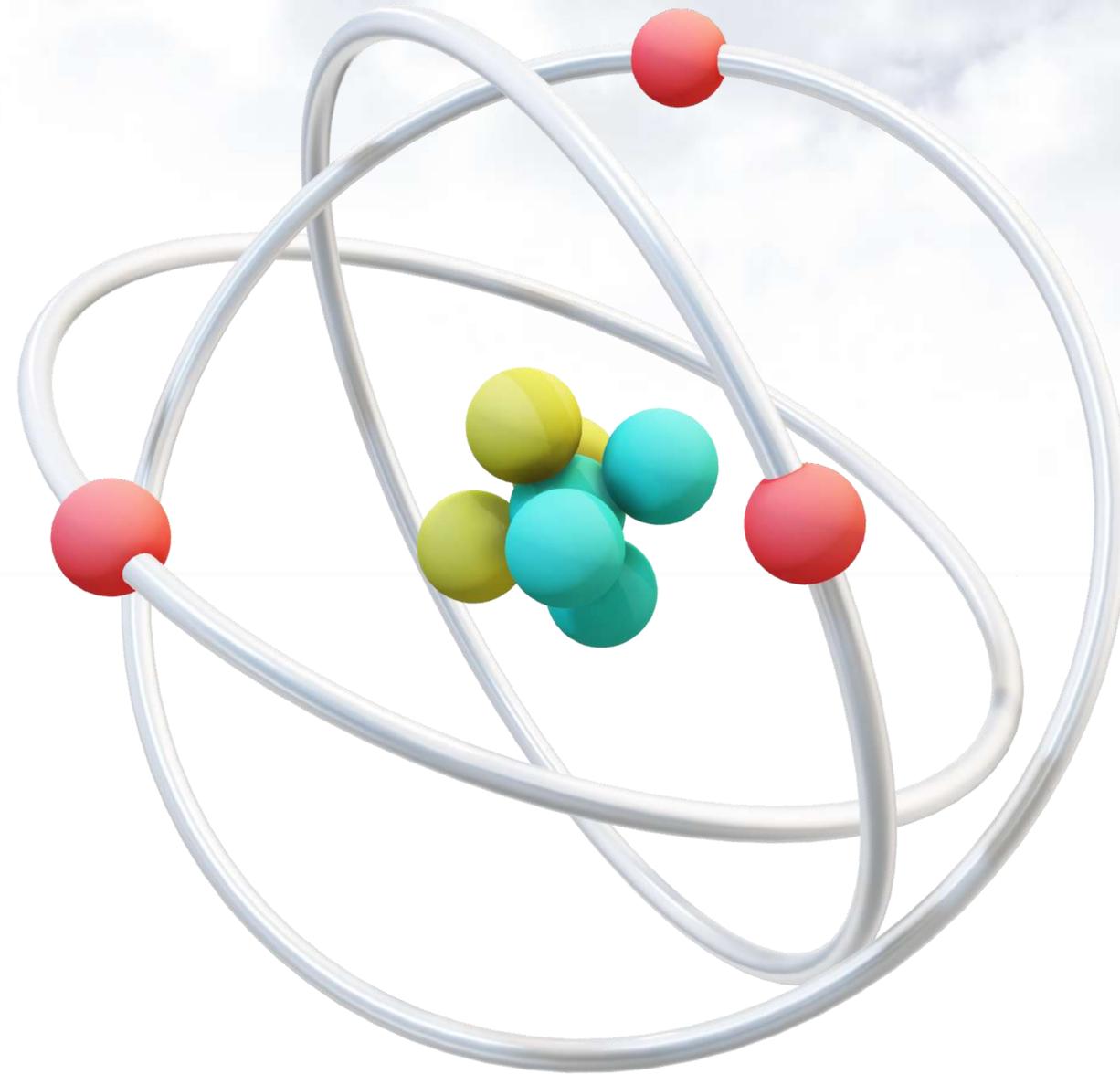


¿QUÉ ES UN MODELO?

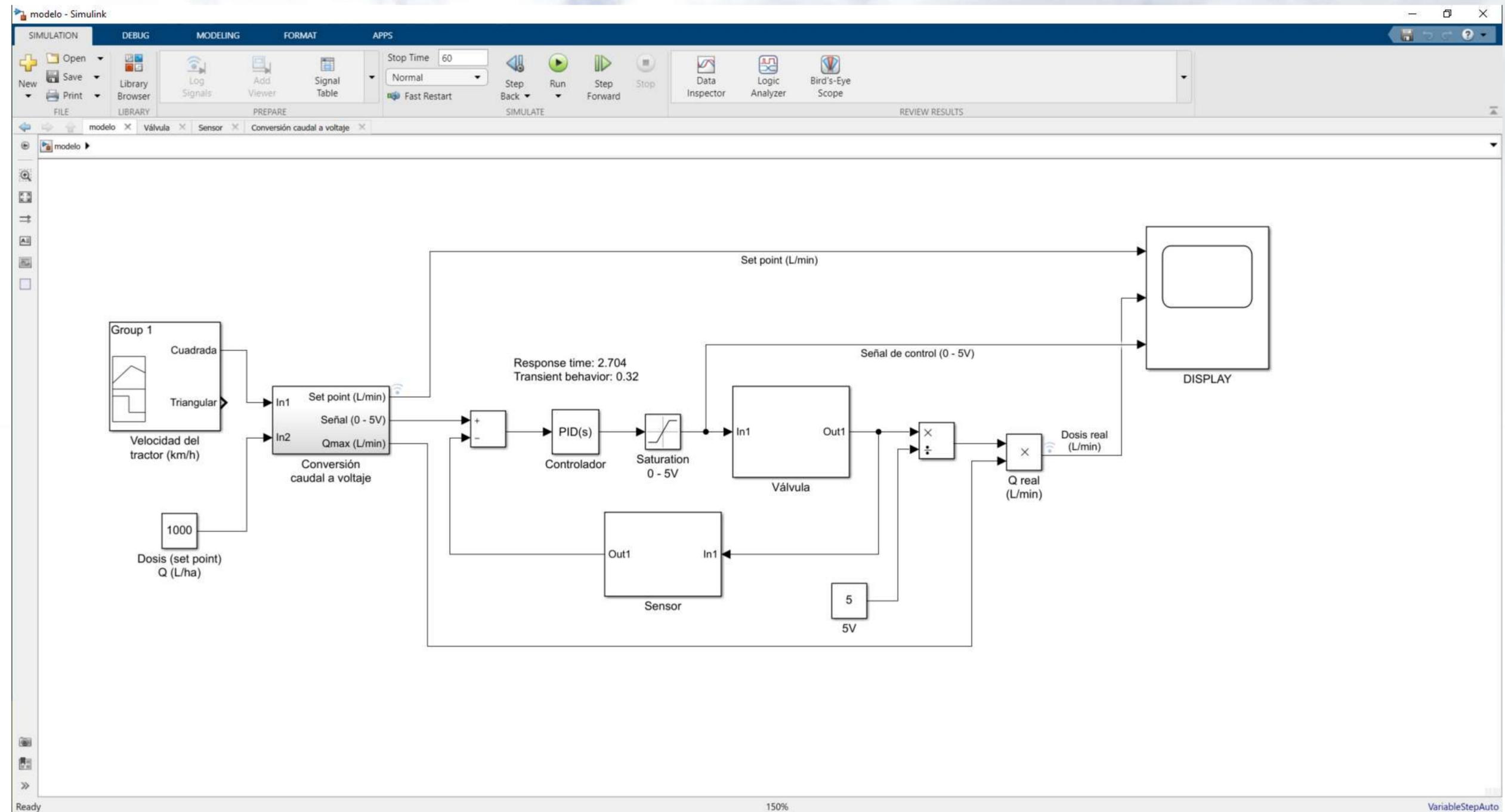
Un modelo



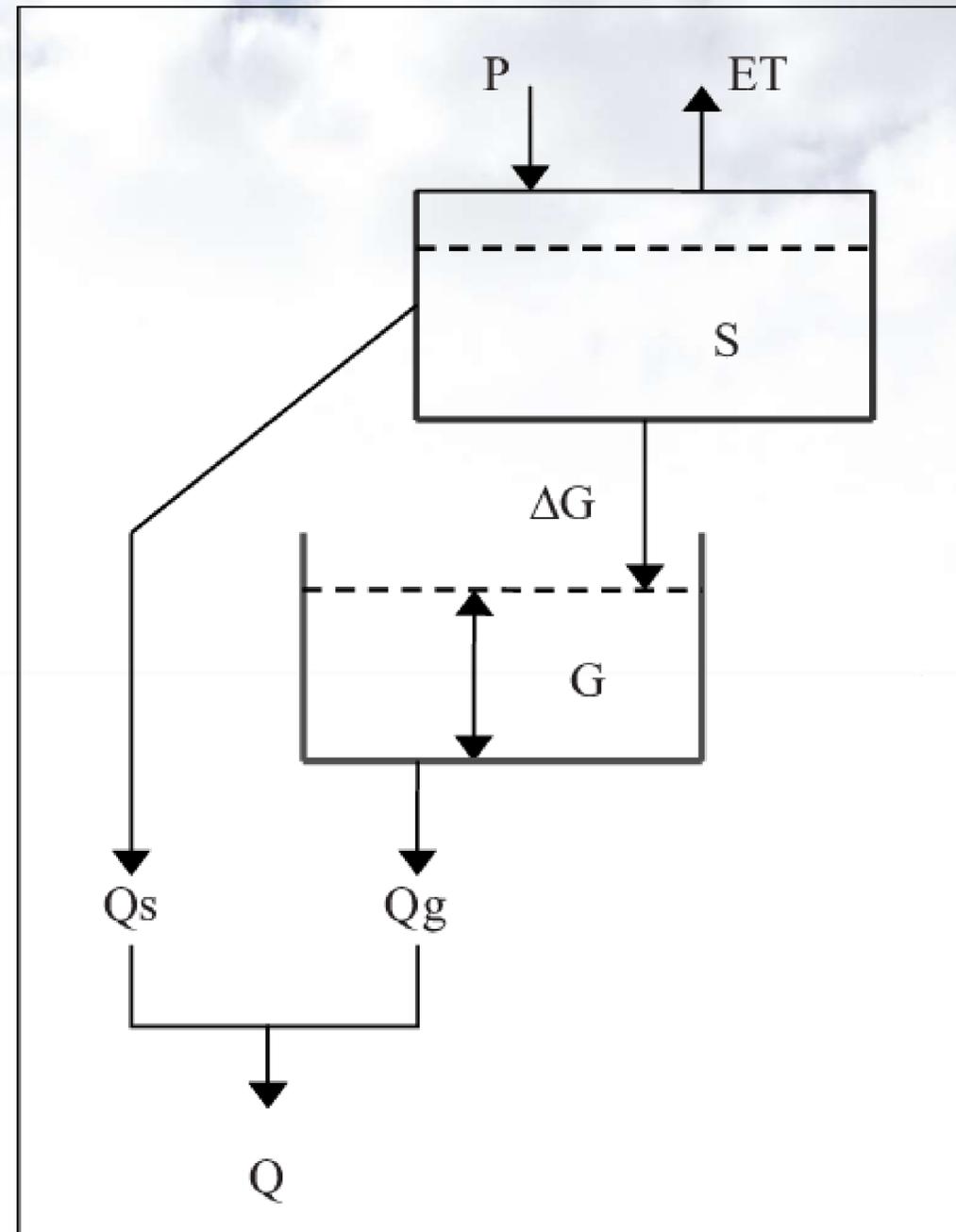
Un modelo: Modelo atómico



Un modelo: Modelo de un dosificador variable



Un modelo: Modelo hidrológico abcd



Un modelo: Modelo hidrológico abcd

$$W_t = S_{t-1} + P_t = S_t + ET_t + GR_t + DR_t$$

$$Y_t = S_t + ET_t = \frac{W_t + b}{2a} - \sqrt{\left(\frac{W_t + b}{2a}\right)^2 - \frac{bW_t}{a}}$$

$$S_t = Y_t e^{-PET_t/b}$$

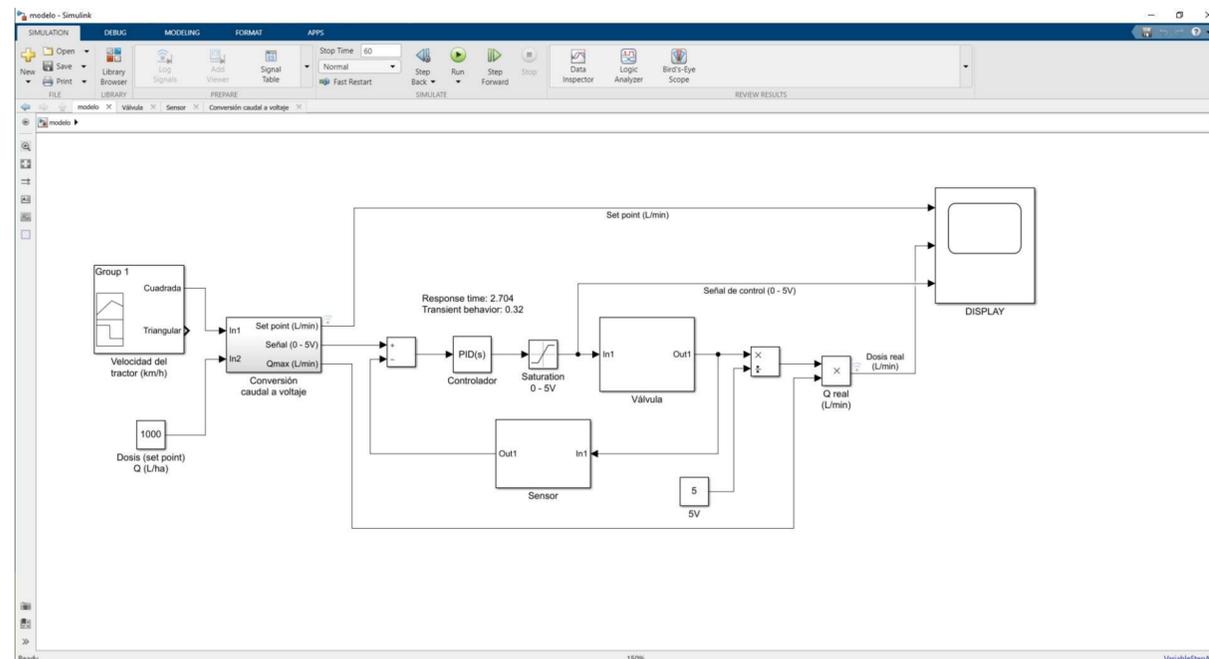
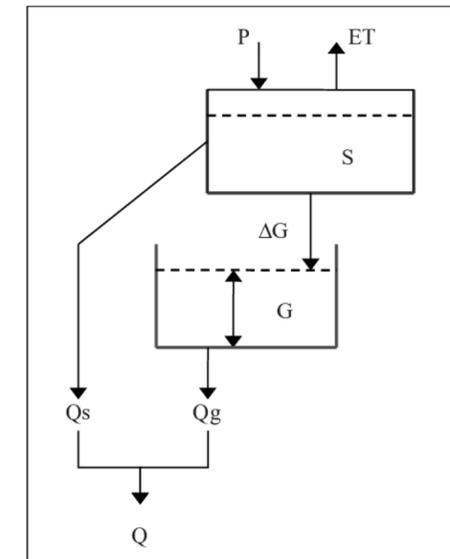
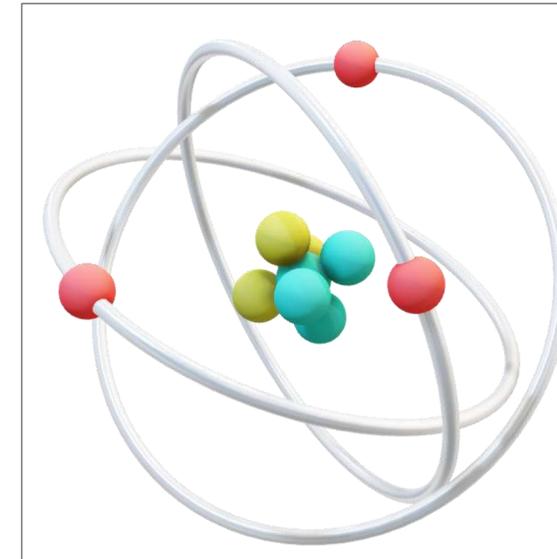
$$ET_t = Y_t (1 - e^{-PET_t/b})$$

$$DR_t = (1 - c)(W_t - Y_t)$$

$$GR_t = c(W_t - Y_t)$$

Modelo: Definición formal

Una representación simplificada de la realidad en la que aparecen algunas de sus propiedades.



$$W_t = S_{t-1} + P_t = S_t + ET_t + GR_t + DR_t$$

$$Y_t = S_t + ET_t = \frac{W_t + b}{2a} - \sqrt{\left(\frac{W_t + b}{2a}\right)^2 - \frac{bW_t}{a}}$$

$$S_t = Y_t e^{-PET_t/b}$$

$$ET_t = Y_t (1 - e^{-PET_t/b})$$

$$DR_t = (1 - c)(W_t - Y_t)$$

$$GR_t = c(W_t - Y_t)$$

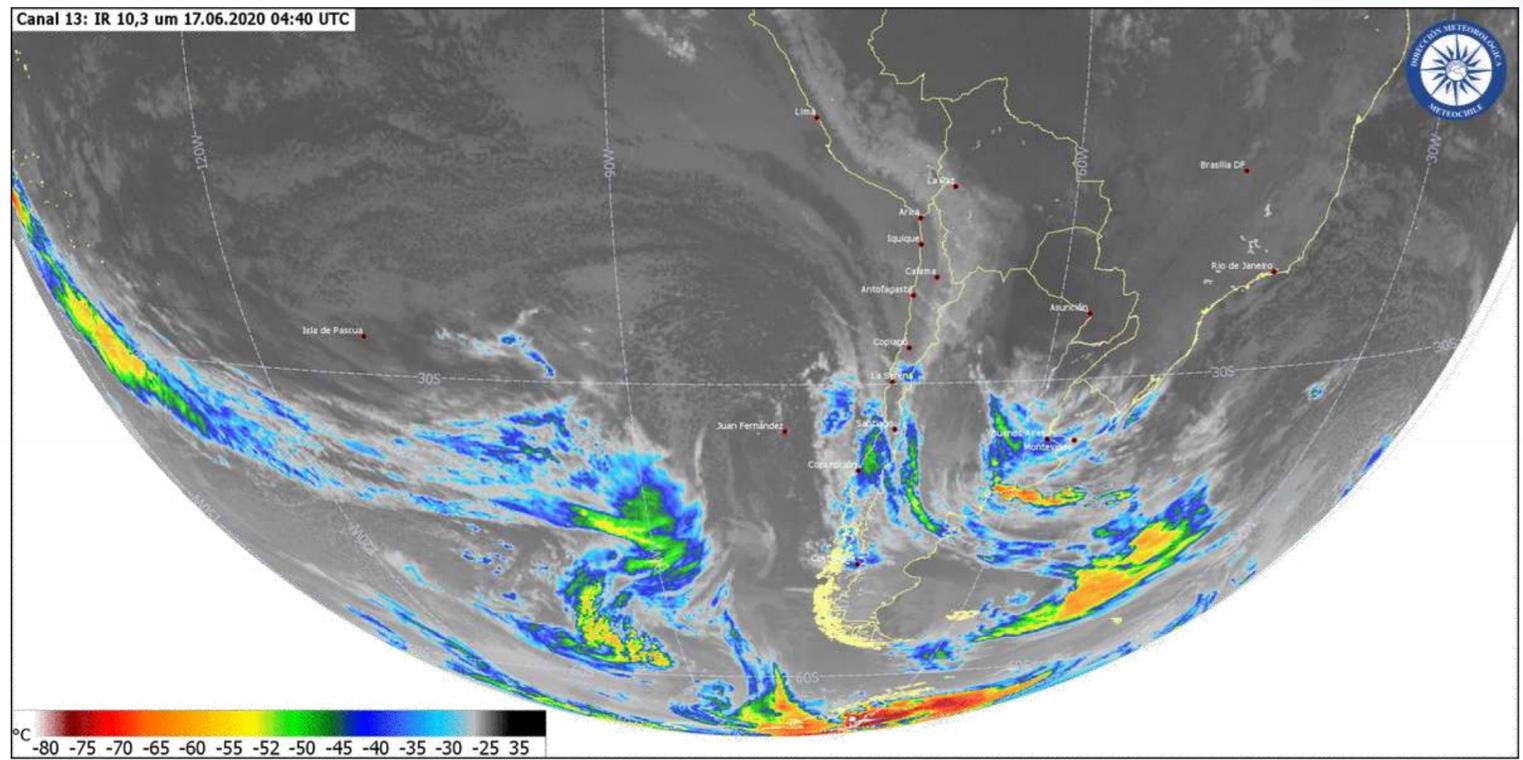


MODELO DE PREDICCIÓN DE SEQUÍA...

Modelo de predicción



Modelo de predicción



14° 21° Arica	10° 11° Chillán
15° 21° Iquique	10° 12° Concepción
	9° 12° Temuco
12° 18° Antofagasta	9° 13° Valdivia
	9° 12° Puerto Montt
8° 26° Copiapó	1° 8° Coyhaique
11° 16° La Serena/Coquimbo	
11° 13° Valparaíso	6° 13° Santiago
	6° 12° Rancagua
9° 11° Talca	-2° 4° Punta Arenas
	-6° -1° Torres del Paine
	-2° -1° Antártica

Boletín Meteorológico

Situación Meteorológica

Pronóstico de Invierno: **Sequía continuará**

Condición Actual a las 01:15 hrs.

Santiago

Nublado

Temperatura: 6.6°C

Humedad: 94%

Santiago

Temperaturas extremas registradas

Miércoles 17 de junio de 2020

Antofagasta

Mínima: 12.5°C a las 06:35

Máxima: 17.9°C a las 12:55

Santiago

Mínima: 8.1°C a las 22:37

Máxima: 12.4°C a las 16:14

Pudahuel

Mínima: 8.6°C a las 22:17

Máxima: 12.3°C a las 15:30

Tobalaba

Mínima: -°C

Máxima: 10.9°C a las 16:50

Puerto Montt

Mínima: 9.0°C a las 07:56

Máxima: 12.8°C a las 14:27

Punta Arenas

Mínima: -1.8°C a las 08:20

Máxima: 3.3°C a las 15:07

Información Climática

Reporte Anual de la Evolución del Clima

Informe Climático 2019

Boletín Antártico

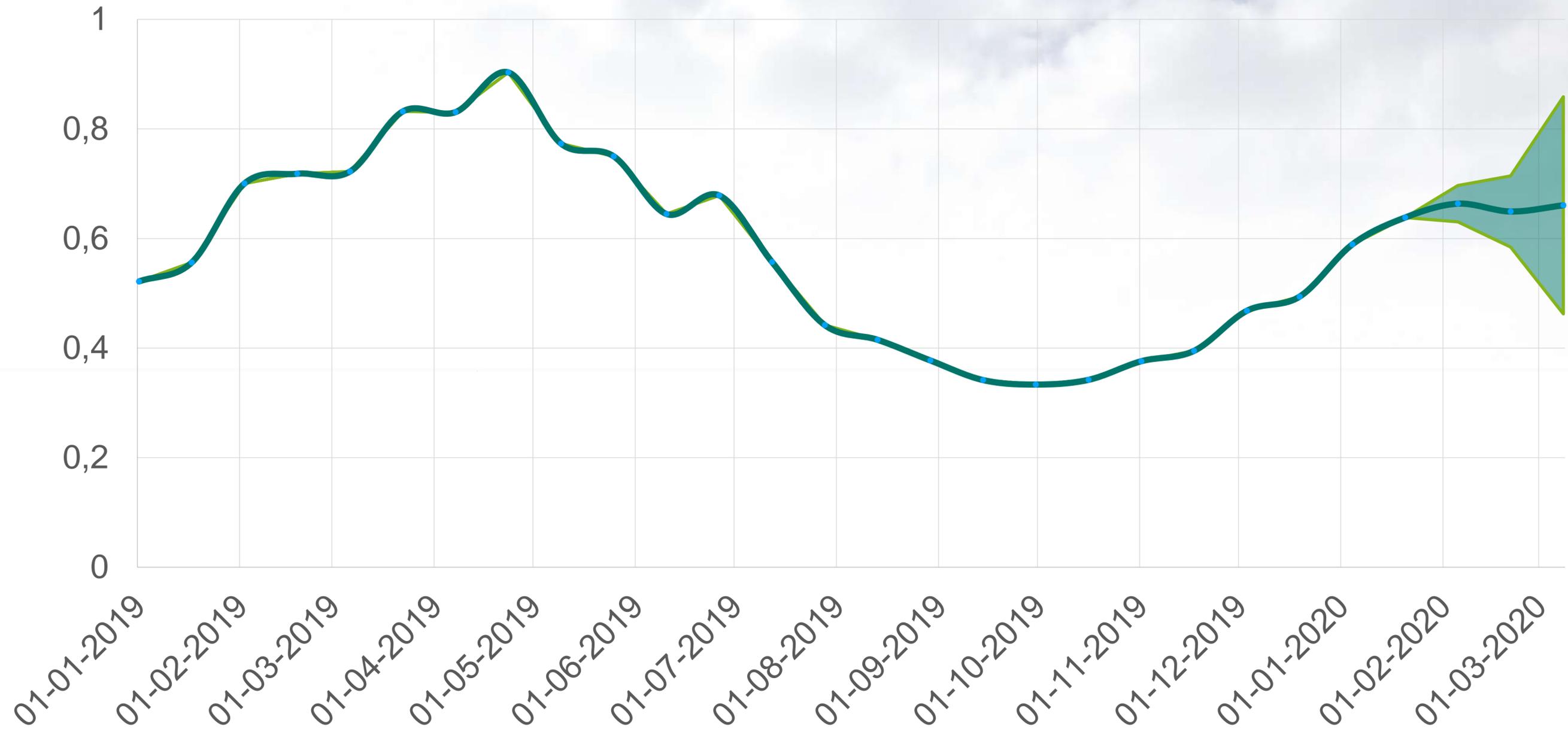
Monitoreo de Ozono

Material Didáctico y Educativo

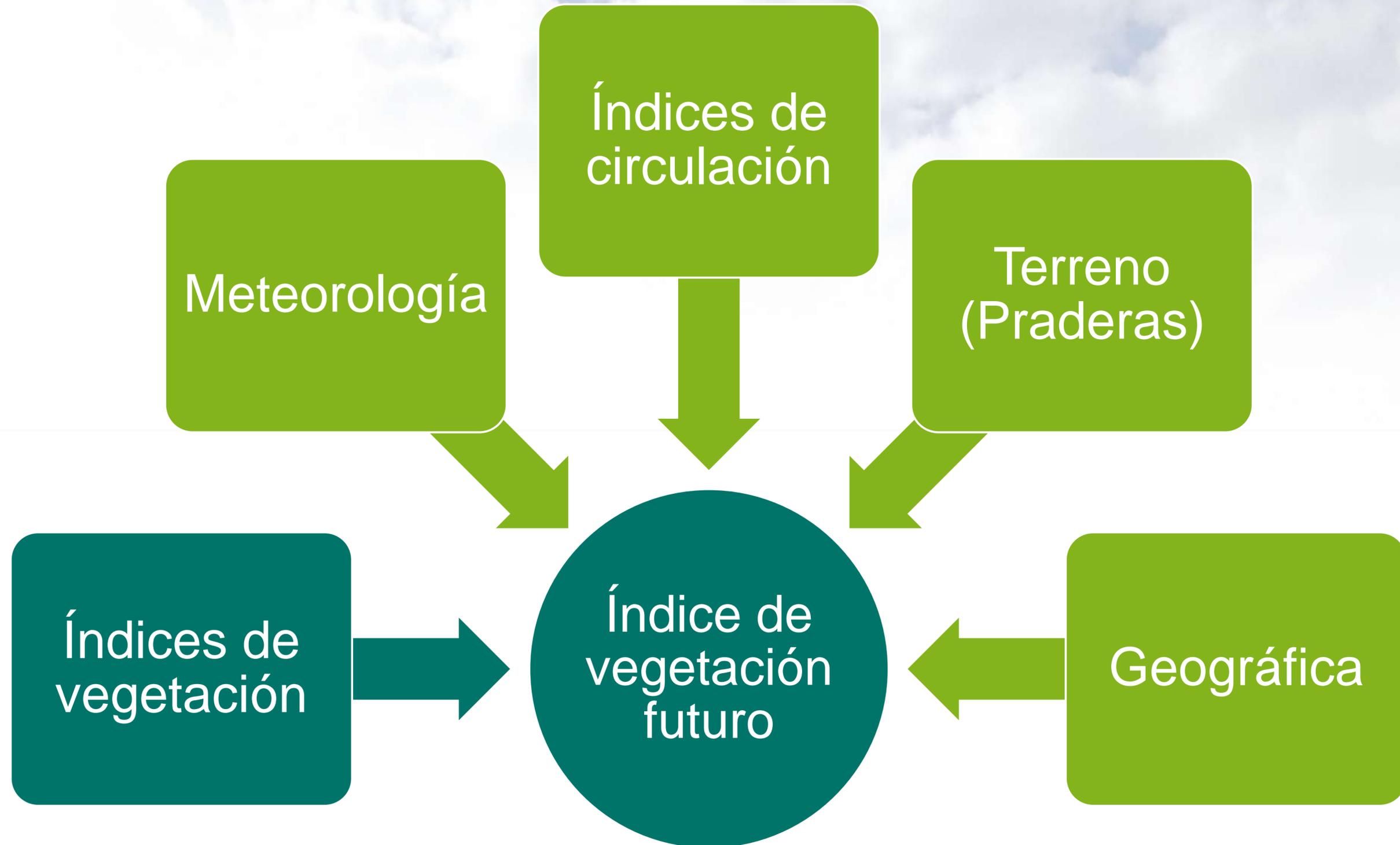


Respuesta de la vegetación a la sequía

Índice de sequía (ejemplo)



Modelo de predicción de sequía





Meteorológicas

Agrometeorología | INIA

agrometeorologia.cl

Inicio > Resumen Diario y Pronóstico

AGROMETEOROLOGÍA
RED AGROMETEOROLÓGICA DE INIA

Menú ☰

Macro Zona ▶
Región ▶

CON CONSULTAR DATOS

Estaciones Visibles

Human, Los Ángeles INIA

Fecha	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
jun. 18	~10	~45
jun. 20	~10	~15
jun. 22	~10	~5
jun. 24	~10	~5

Liceo Agrícola El Huertón, Los Ángeles DMC

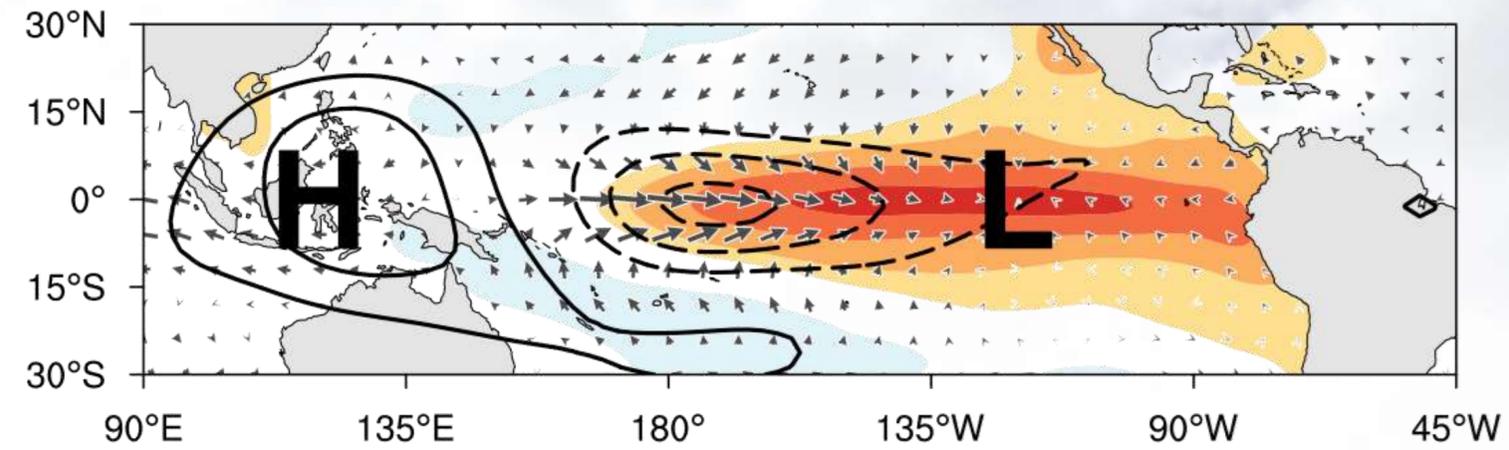
Fecha	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
jun. 18	~10	~65
jun. 20	~10	~15
jun. 22	~10	~5
jun. 24	~10	~5

Yungay, Yungay INIA

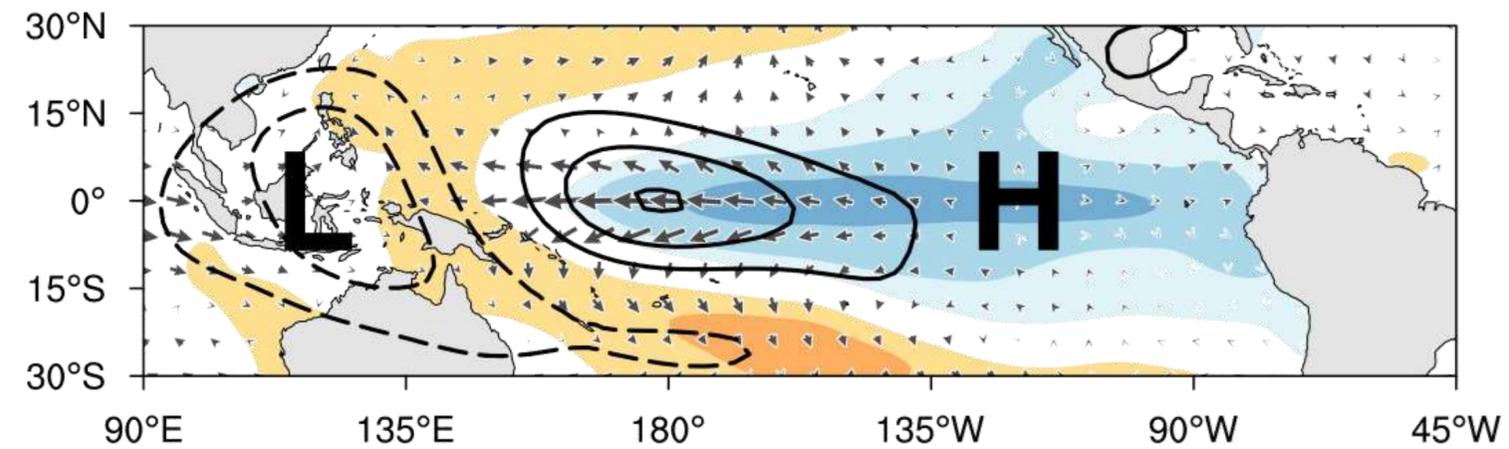
Fecha	Temperatura (°C)	Precipitación (mm)
jun. 18	~10	~40
jun. 20	~10	~15
jun. 22	~10	~5
jun. 24	~10	~5

De circulación general

(a) El Niño



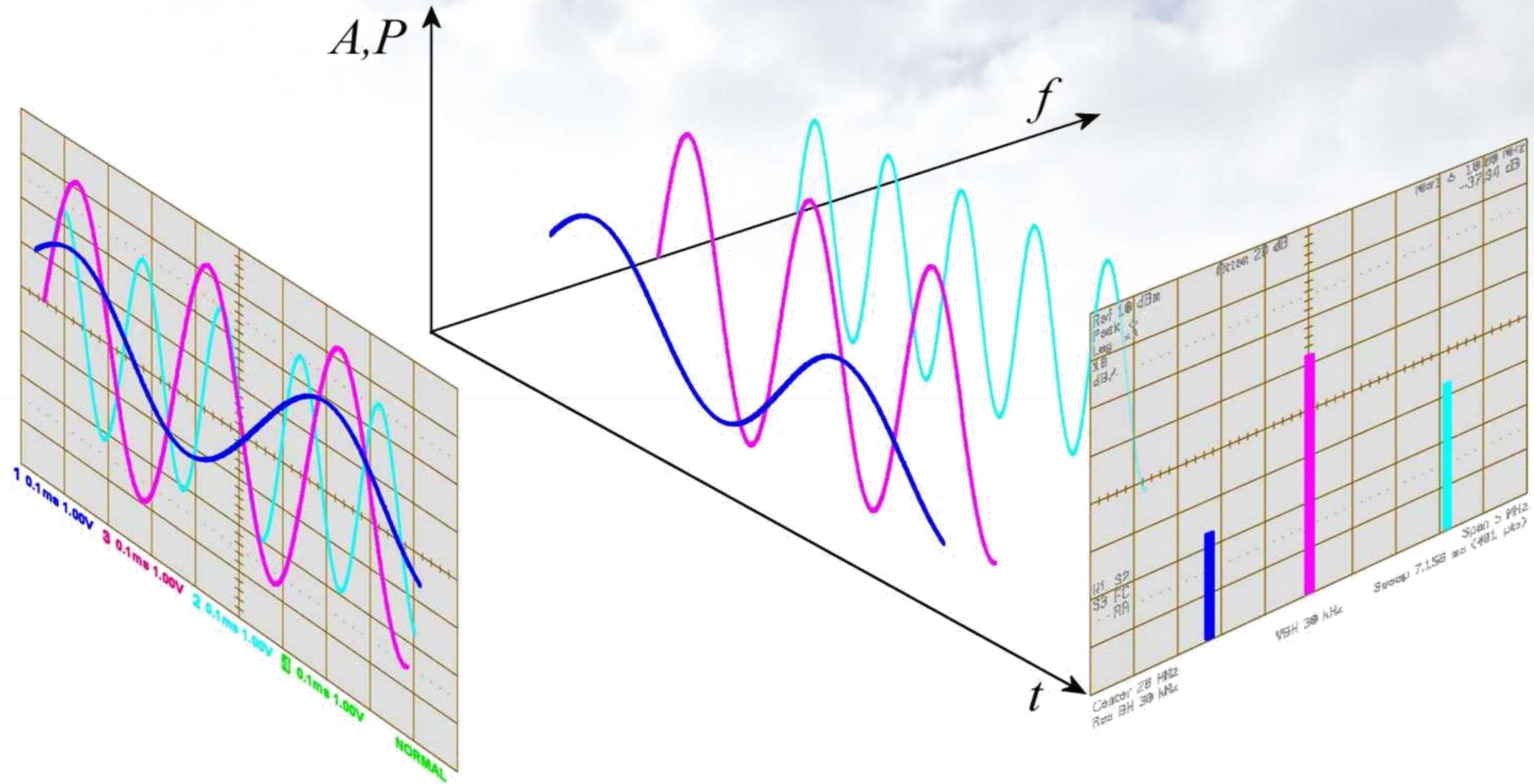
(b) La Niña



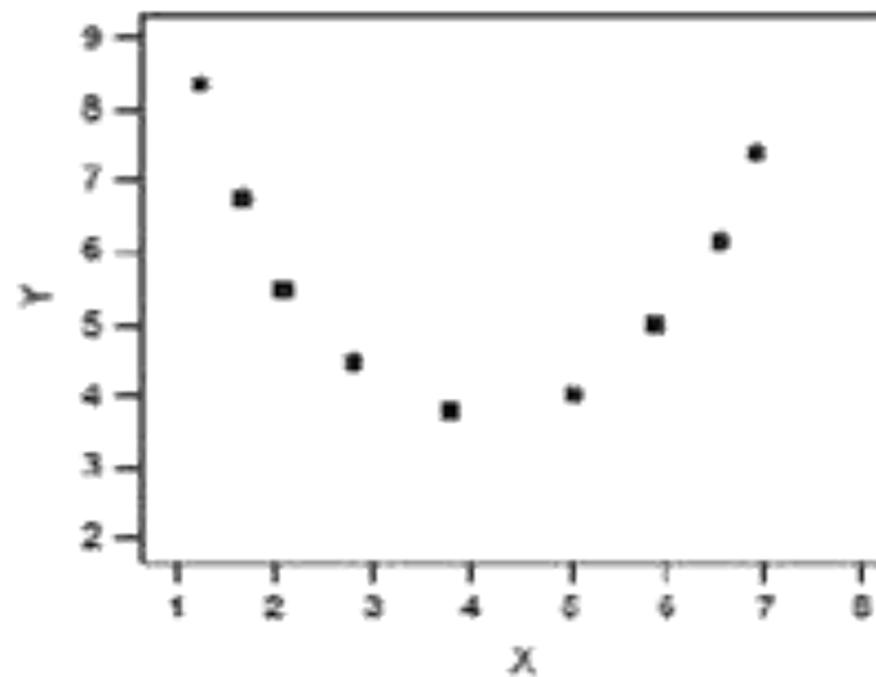
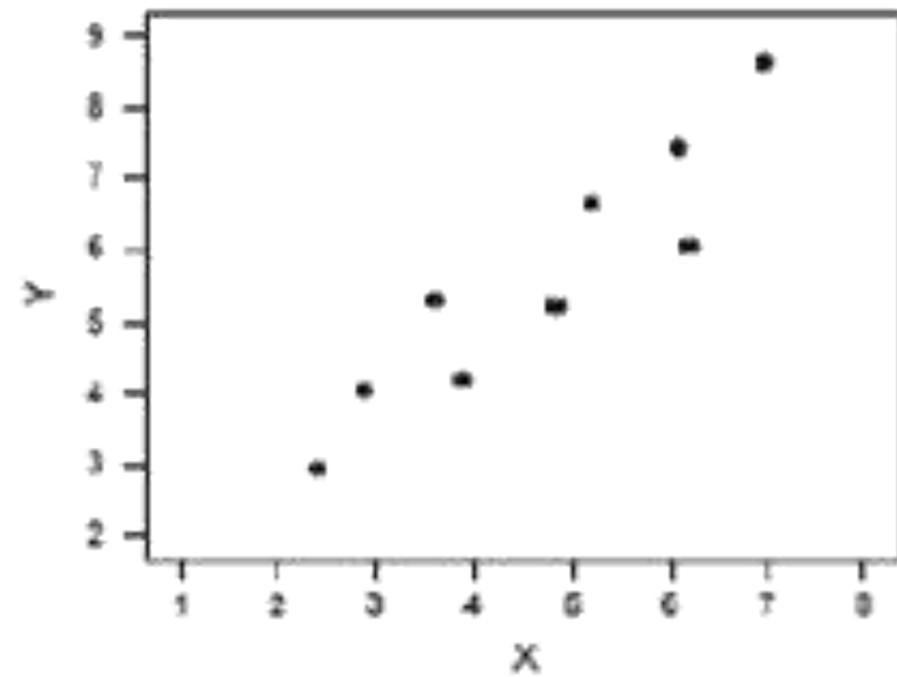
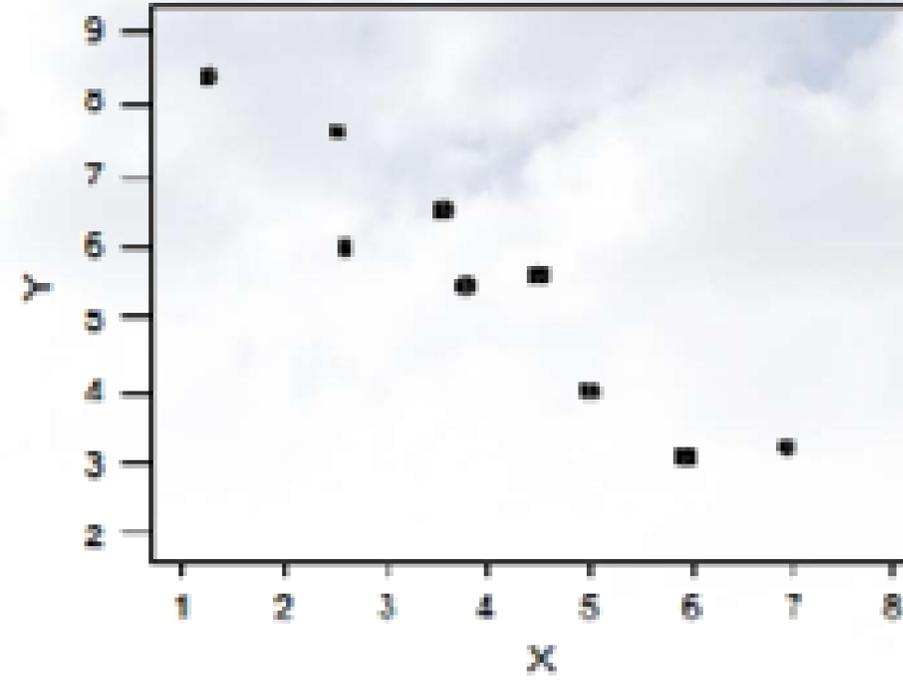
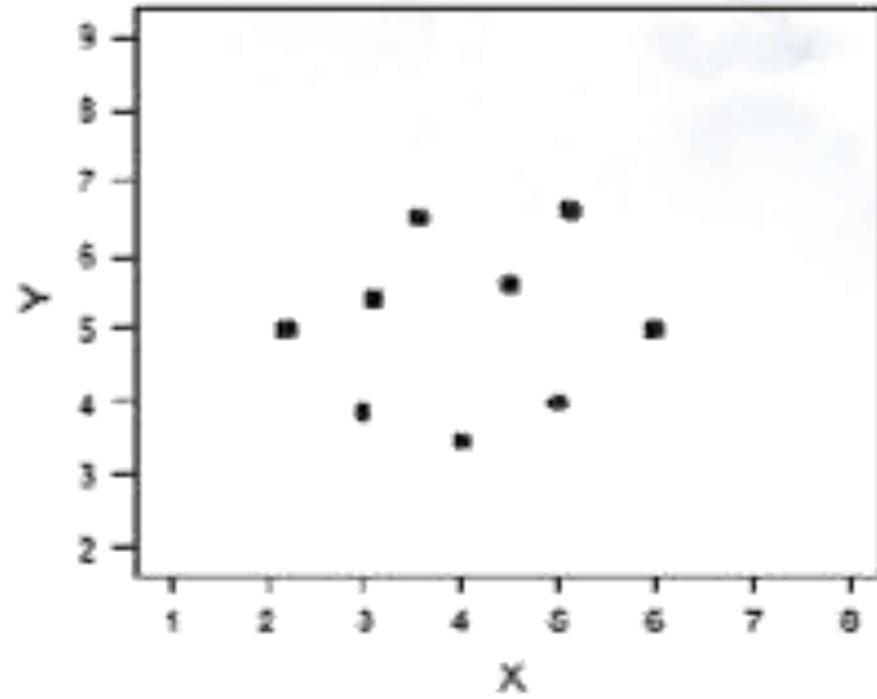
Sea Surface Temperature Anomaly



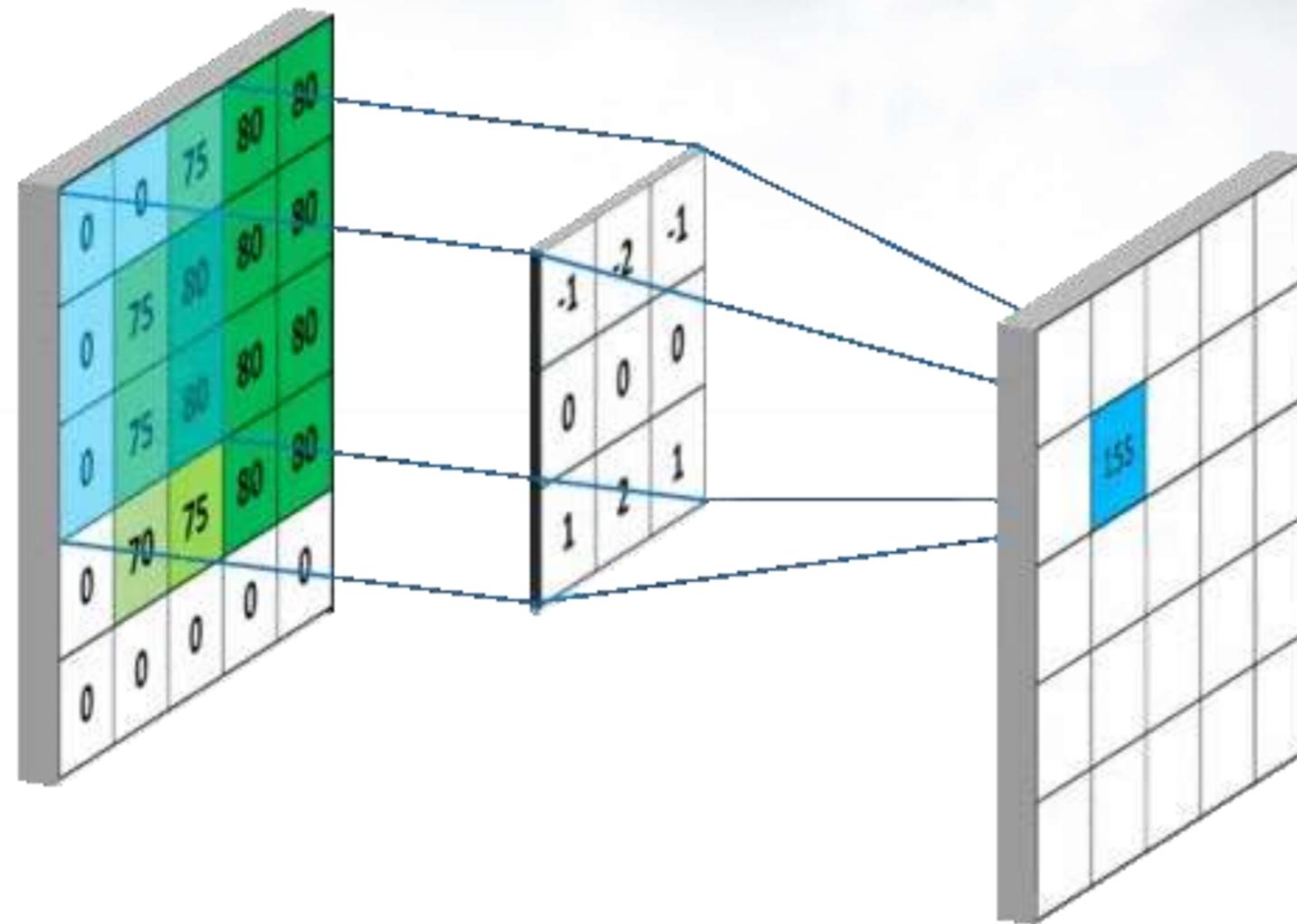
Componente geográfica



Correlación lineal



Producto convolución





CONSTRUYENDO EL MODELO

Desarrollo de un modelo: Método clásico

Encontrar una fórmula que genere la secuencia

$$y(n) = y(n - 1) + y(n - 2)$$

- La serie es autorregresiva lineal de orden 2: AR(2).



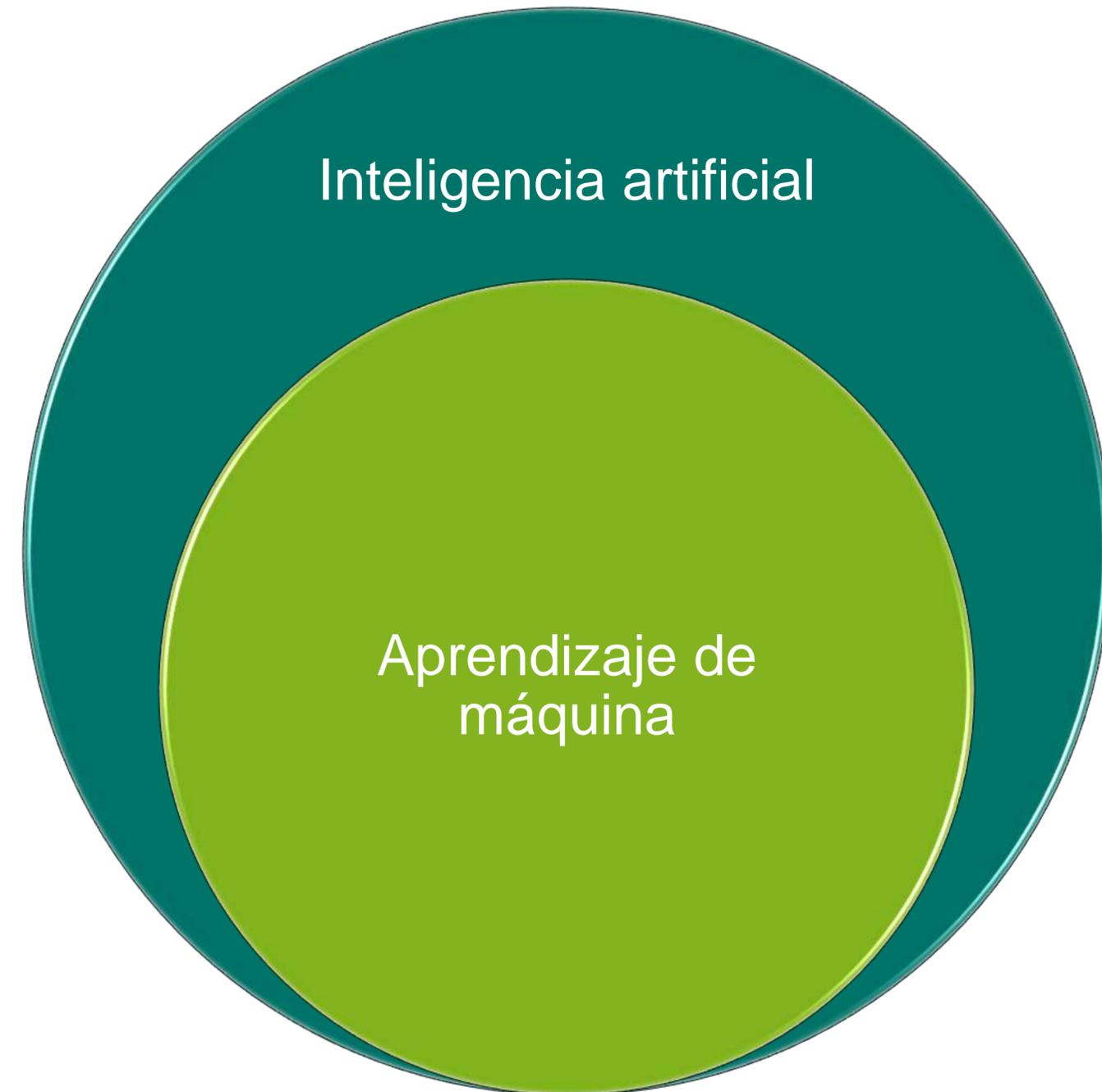
Desarrollo de un modelo: Inteligencia artificial



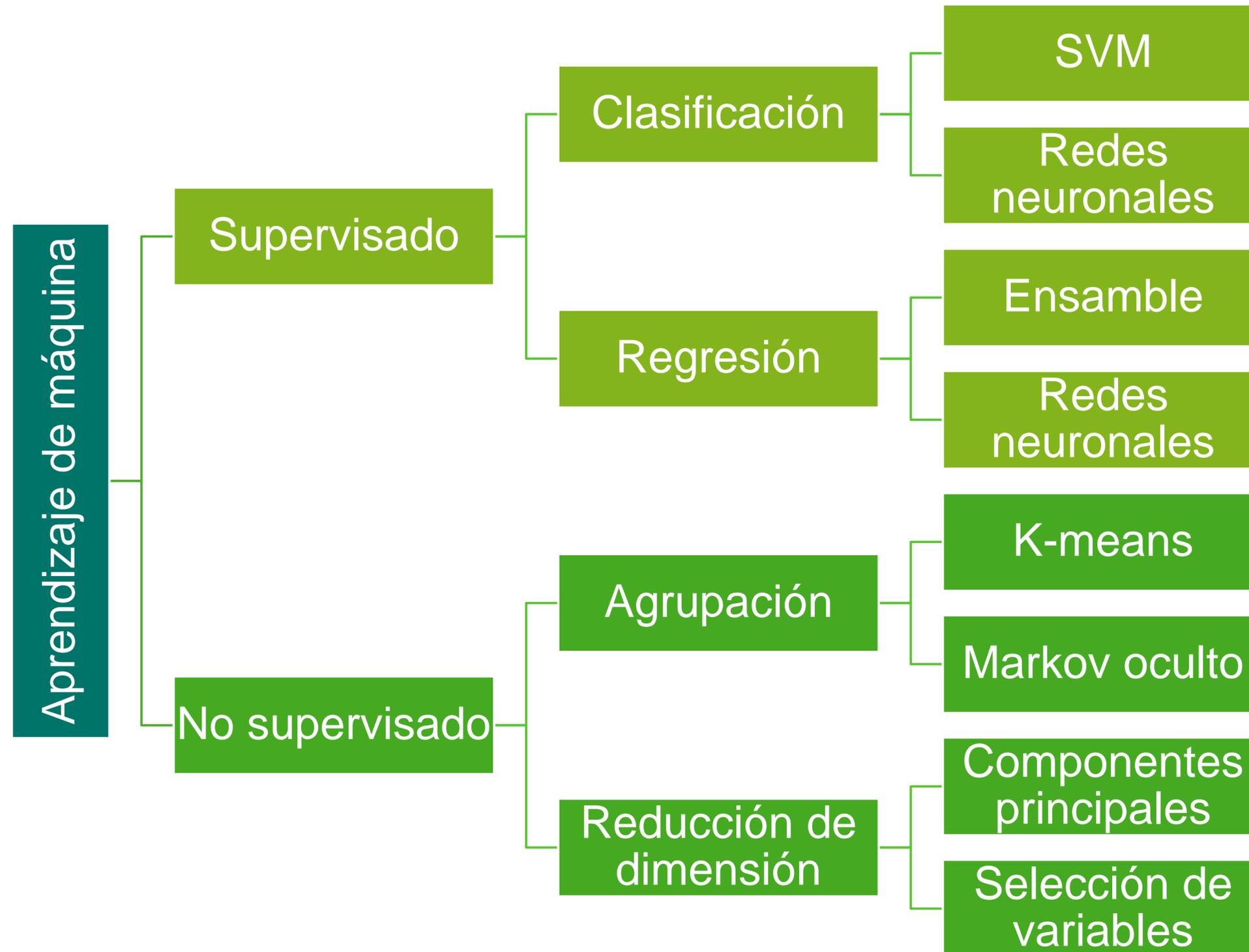
La respuesta es
21

Inteligencia artificial

- No conocemos la relación entre las variables.
- Que la máquina aprenda a resolver el problema sin conocer la fórmula.



Aprendizaje de máquina





Predicción de sequía

Google Scholar drought forecasting

Artículos Aproximadamente 5.670 resultados (0,04 s) Mi perfil Mi biblioteca

Cualquier momento
Desde 2020
Desde 2019
Desde 2016
Intervalo específico...

Ordenar por relevancia
Ordenar por fecha

Cualquier idioma
Buscar sólo páginas en español

incluir patentes
 incluir citas

Crear alerta

[HTML] Application of penalized linear regression and **ensemble methods** for **drought forecasting** in Northeast China [HTML] springer.com
Z Li, T Chen, Q Wu, G Xia, D Chi - Meteorology and Atmospheric Physics, 2020 - Springer
Effective **drought** prediction can be conducive to mitigating some of the effects of **drought**. Machine learning algorithms are increasingly used for developing **drought** prediction models due to their high efficiency and accuracy. This study explored the ability of several ...
☆ Citado por 1 Artículos relacionados Las 2 versiones

Short-Term Hydrological **Drought Forecasting** Based on Different Nature-Inspired Optimization Algorithms Hybridized With **Artificial Neural Networks** [PDF] ieee.org
N Nabipour, M Dehghani, A Mosavi... - IEEE ..., 2020 - ieeexplore.ieee.org
Hydrological **drought forecasting** plays a substantial role in water resources management. Hydrological **drought** highly affects the water allocation and hydropower generation. In this research, short term hydrological **drought** forecasted based on the hybridized of novel ...
☆ Citado por 3 Artículos relacionados Las 2 versiones

[PDF] Hydrological **drought** assessment through streamflow **forecasting** using wavelet enabled **artificial neural networks** [PDF] springer.com
J Drisya, DS Kumar, T Roshni - ... Approach to the Theory and Practice of ..., 2020 - Springer
In semi-arid watersheds, hydrological **drought** is manifested by reasonably low streamflow conditions. This makes streamflow **forecasting** as an inevitable component for implementing **drought** management practices. Data-driven modelling techniques are often applied for ...
☆ Artículos relacionados Las 4 versiones

Improved **Hidden Markov Model** Incorporated with Copula for Probabilistic Seasonal **Drought Forecasting**
S Zhu, X Luo, S Chen, Z Xu, H Zhang... - Journal of Hydrologic ..., 2020 - ascelibrary.org
Drought is a natural hazard driven by extreme macroclimatic variability, and generally resulting in serious damage to the environment over a sizable area. Accurate, reliable, and timely **forecasting** of **drought** behavior plays a key role in early warning of **drought** ...
☆ Artículos relacionados

Short-Term and Medium-Term **Drought Forecasting** Using **Generalized Additive Models** [PDF] mdpi.com
F Mathivha, C Sigauke, H Chikoore, J Odiyo - Sustainability, 2020 - mdpi.com
Forecasting extreme hydrological events is critical for drought risk and efficient water



Predicción de sequía

... **drought** forecasts. We developed a probabilistic hydrological **drought forecasting** method using Bayesian networks that incorporate dynamic model predictions and a **drought** propagation relationship. The resulting model, Bayesian networks-based **drought forecasting** ...

☆ Citado por 1 Artículos relacionados Las 3 versiones

Forecasting of droughts and tree mortality under global warming: a review of causative mechanisms and modeling methods

J Han, VP Singh - Journal of Water and Climate Change, 2020 - iwaponline.com

... Mukherjee et al. Scheff **Drought forecasting** has its foundation on the understanding of how **drought** indicators interact in oceanic- atmospheric-land circulation and how initial hydrological conditions affect the development of **drought** (Kavvas & ...

☆ Artículos relacionados

[PDF] iwaponline.com

[HTML] Comment on “Comparison of the ability of ARIMA, WNN and SVM models for **drought forecasting** in the Sanjiang Plain, China” by Yuhu Zhang, Huirong Yang ...

EE Başakin, Ö Ekmekcioğlu - Natural Resources Research, 2020 - Springer

We thank Zhang et al. (Nat Resour Res, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11053-019-09512-6>) for investigating the accuracy of artificial intelligence techniques in the prediction of **drought** in China. In the paper by Zhang et al. (2019), two data-driven models, namely artificial neural ...

☆ Citado por 2 Artículos relacionados

[HTML] springer.com

Búsquedas relacionadas

drought forecasting **stochastic models**

drought forecasting **mishra**

drought forecasting **precipitation index**

drought forecasting **arima**

drought forecasting **neural network**

drought forecasting **artificial neural**

hydrological drought forecasting

drought forecasting **spi**

seasonal drought forecasting

drought forecasting **wavelet**

drought forecasting **river basin**

drought forecasting **enso**

drought forecasting **ann**

monthly drought forecasting

flood drought forecasting

streamflow drought forecasting



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Siguiente

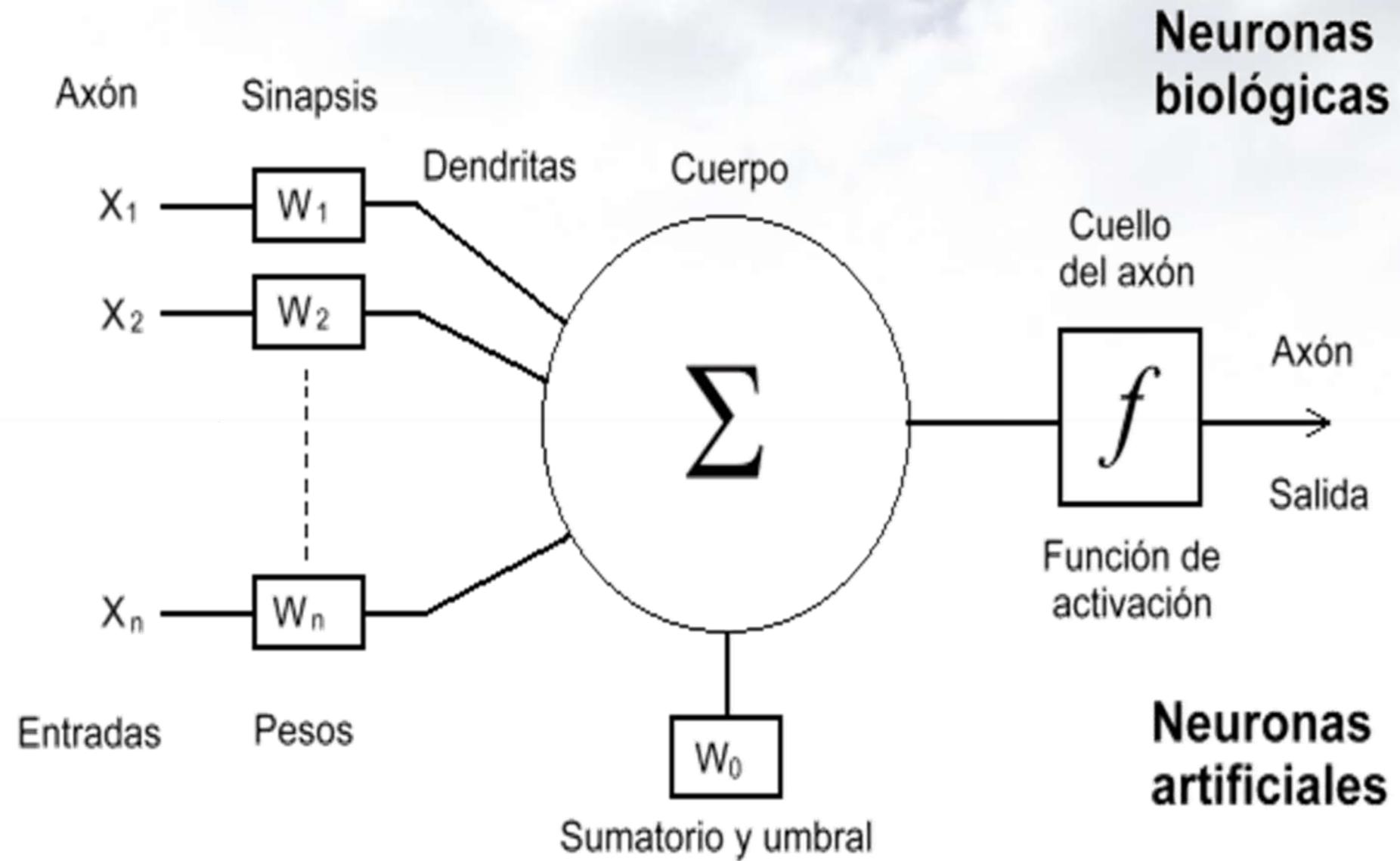


REDES NEURONALES ARTIFICIALES

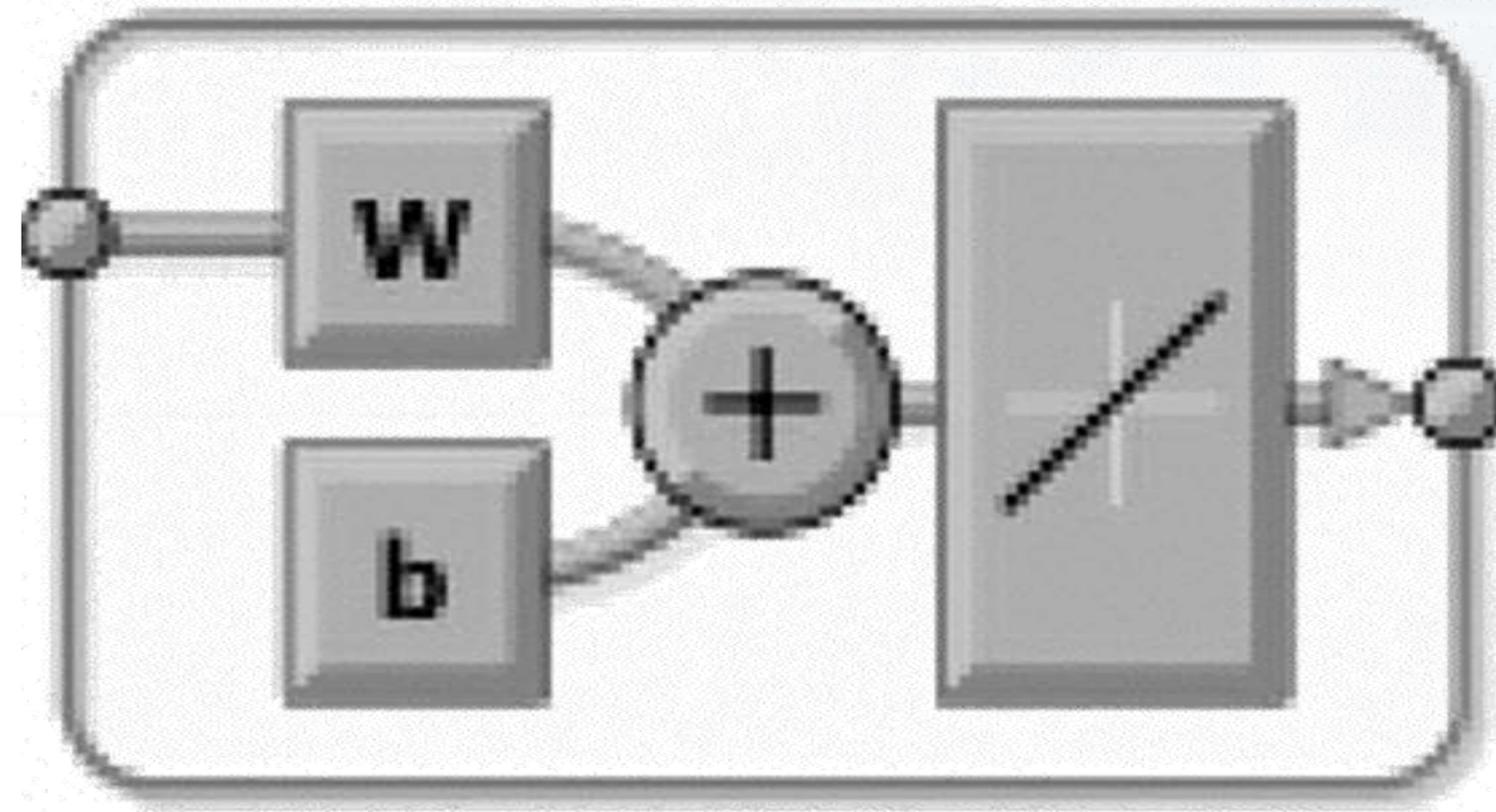
Neurona biológica



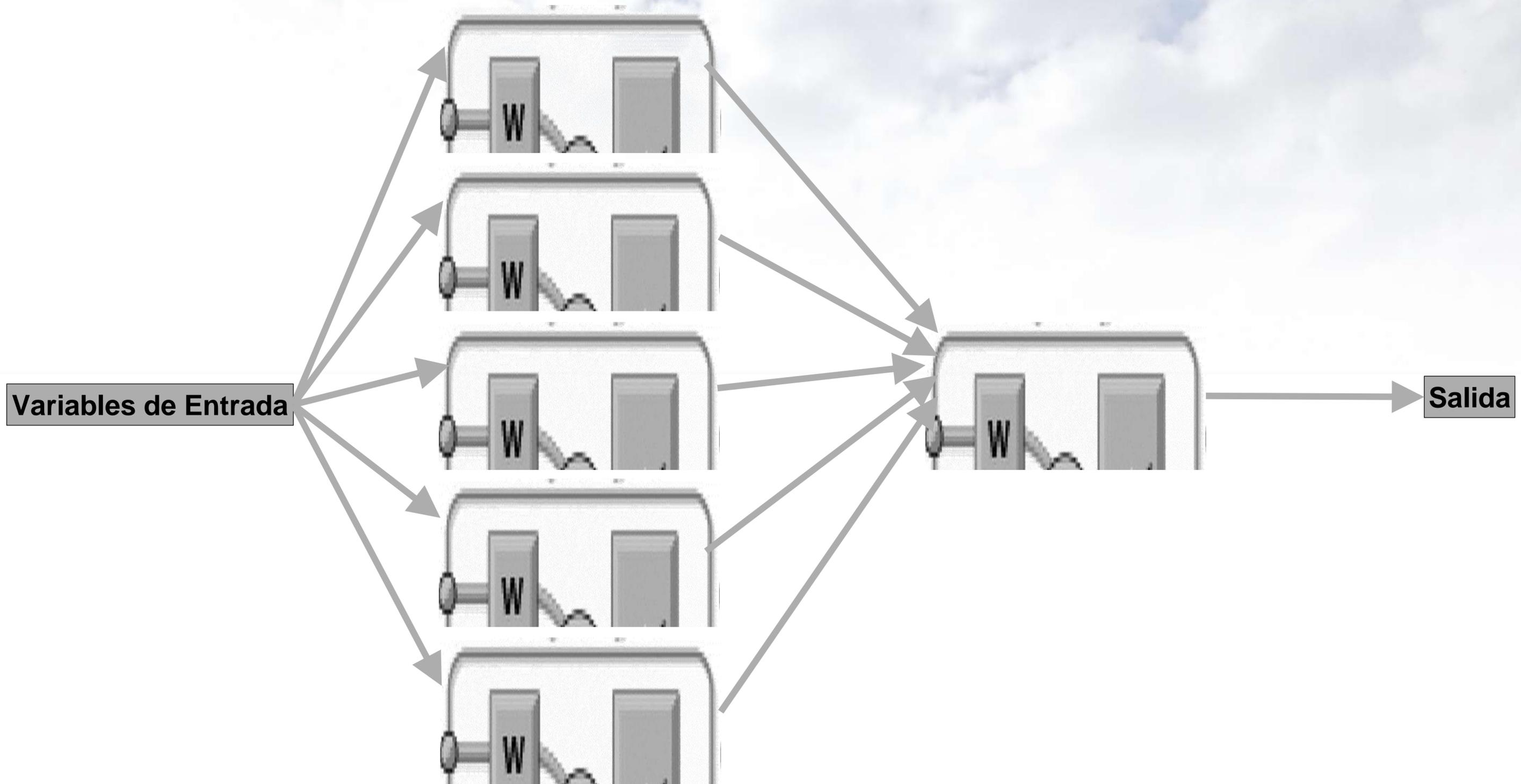
Neurona artificial



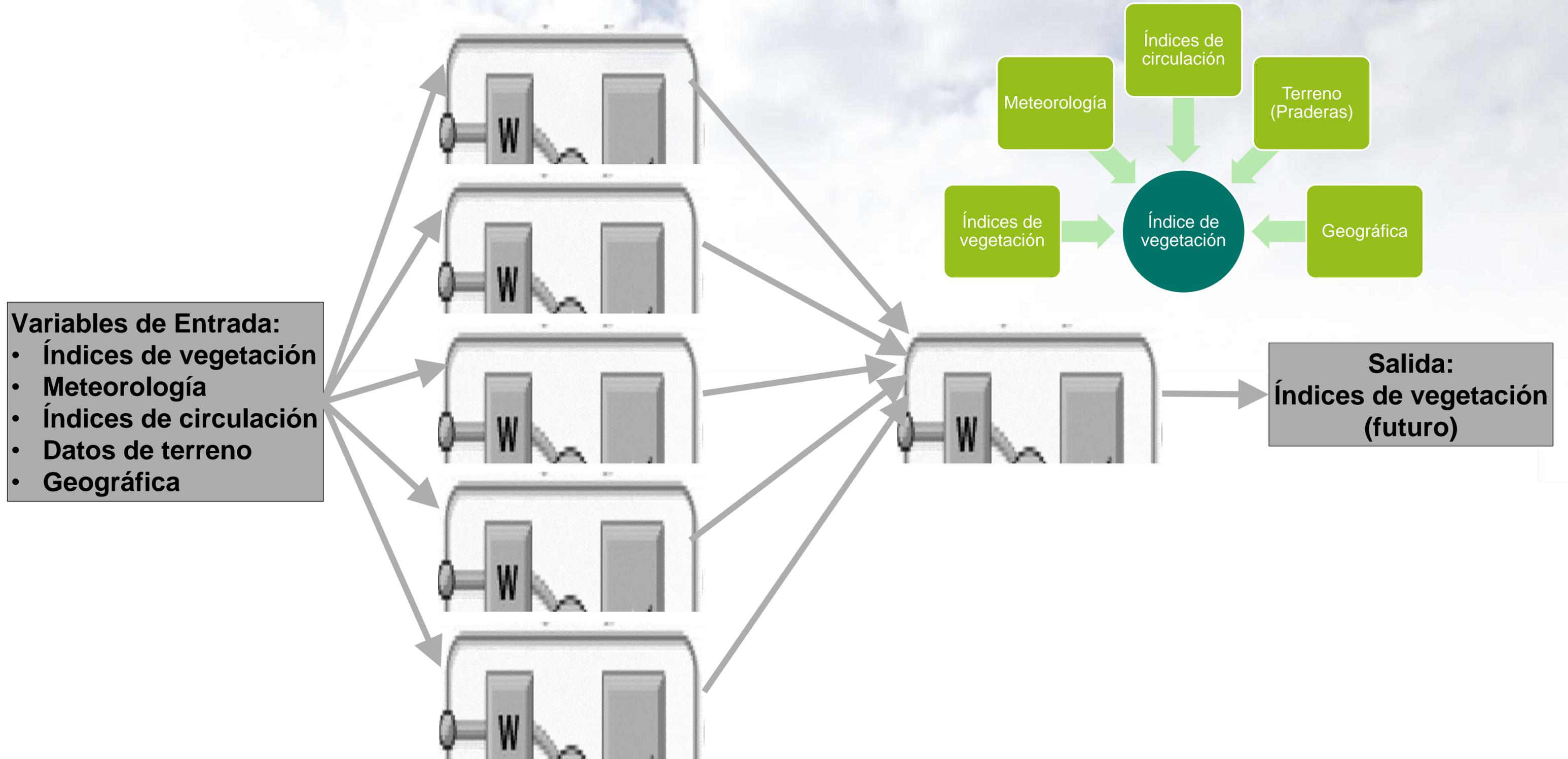
Abstracción de una neurona artificial



Red neuronal artificial



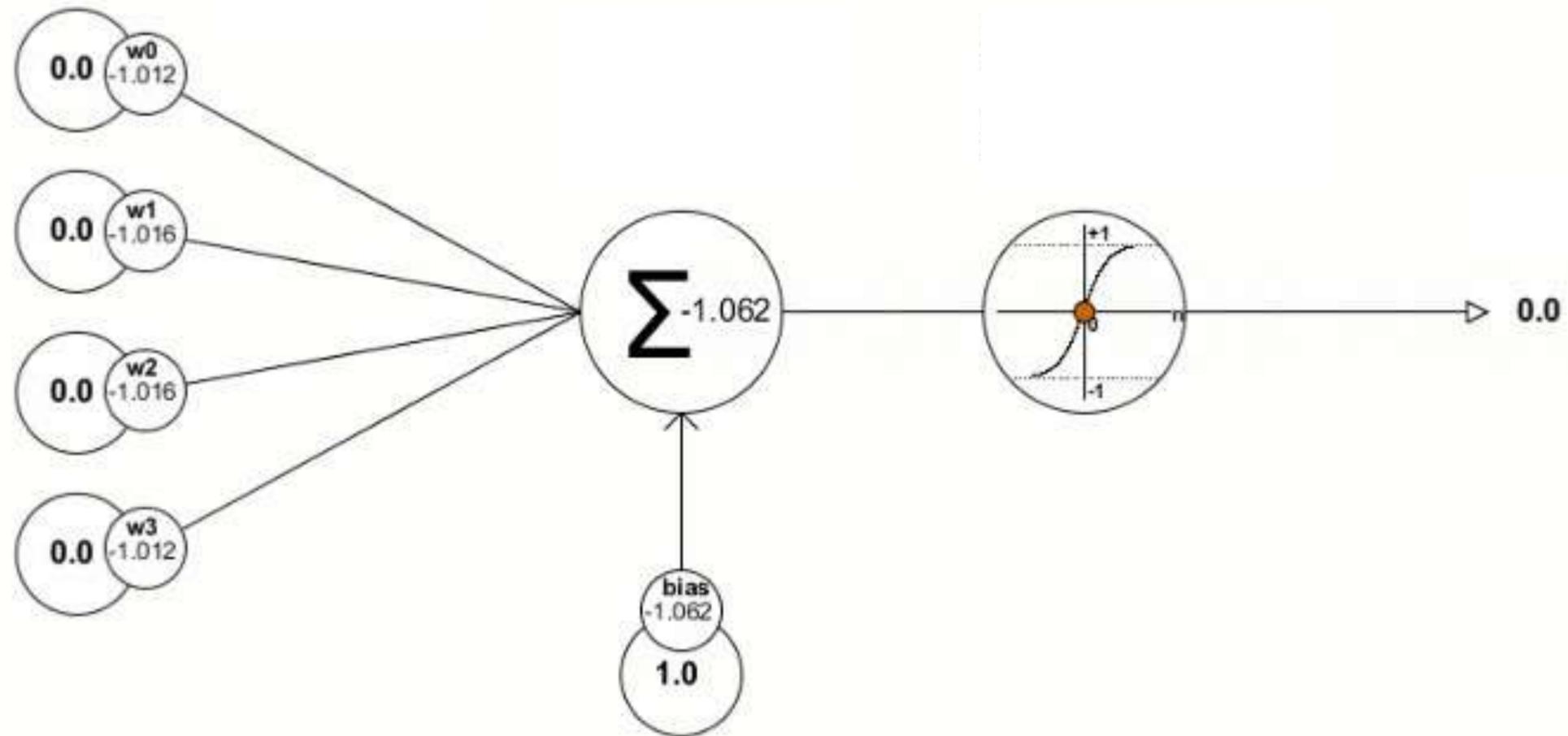
Red neuronal artificial autorregresiva con entrada exógena





ENTRENAMIENTO – VALIDACIÓN – TESTEO

Entrenamiento





Validación y testeo

Conjunto de datos

Entrenamiento

- Entrenamiento de distintos modelos

Validación

- Elección del mejor modelo

Testeo

- Evaluación del modelo basado en métricas

Validación en terreno

- Datos de producción de praderas de secano

$$\left(1 - \frac{Y_a}{Y_m}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET_{c \text{ real}}}{ET_{c \text{ std}}}\right)$$

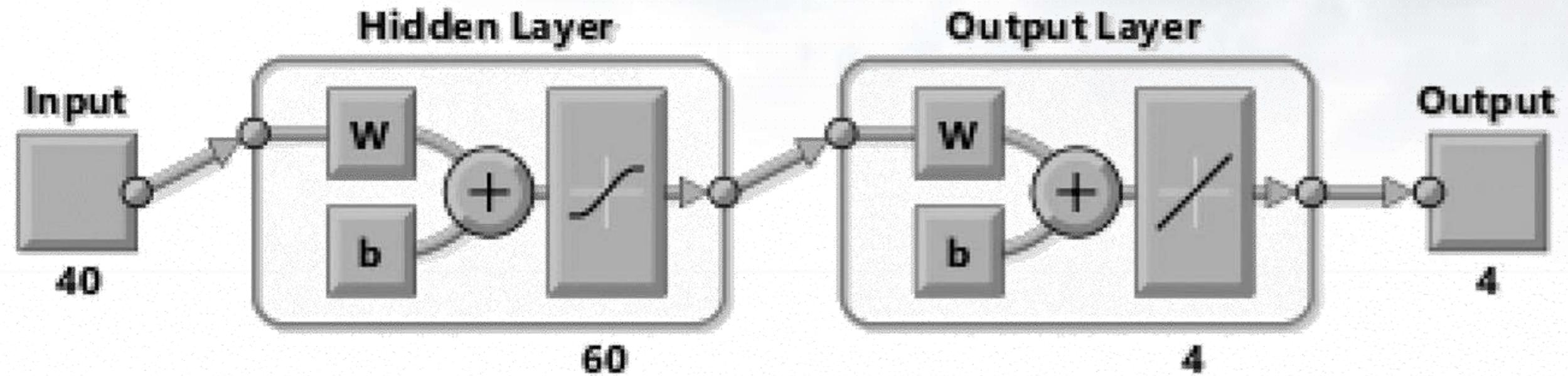
- Índice de severidad de sequía



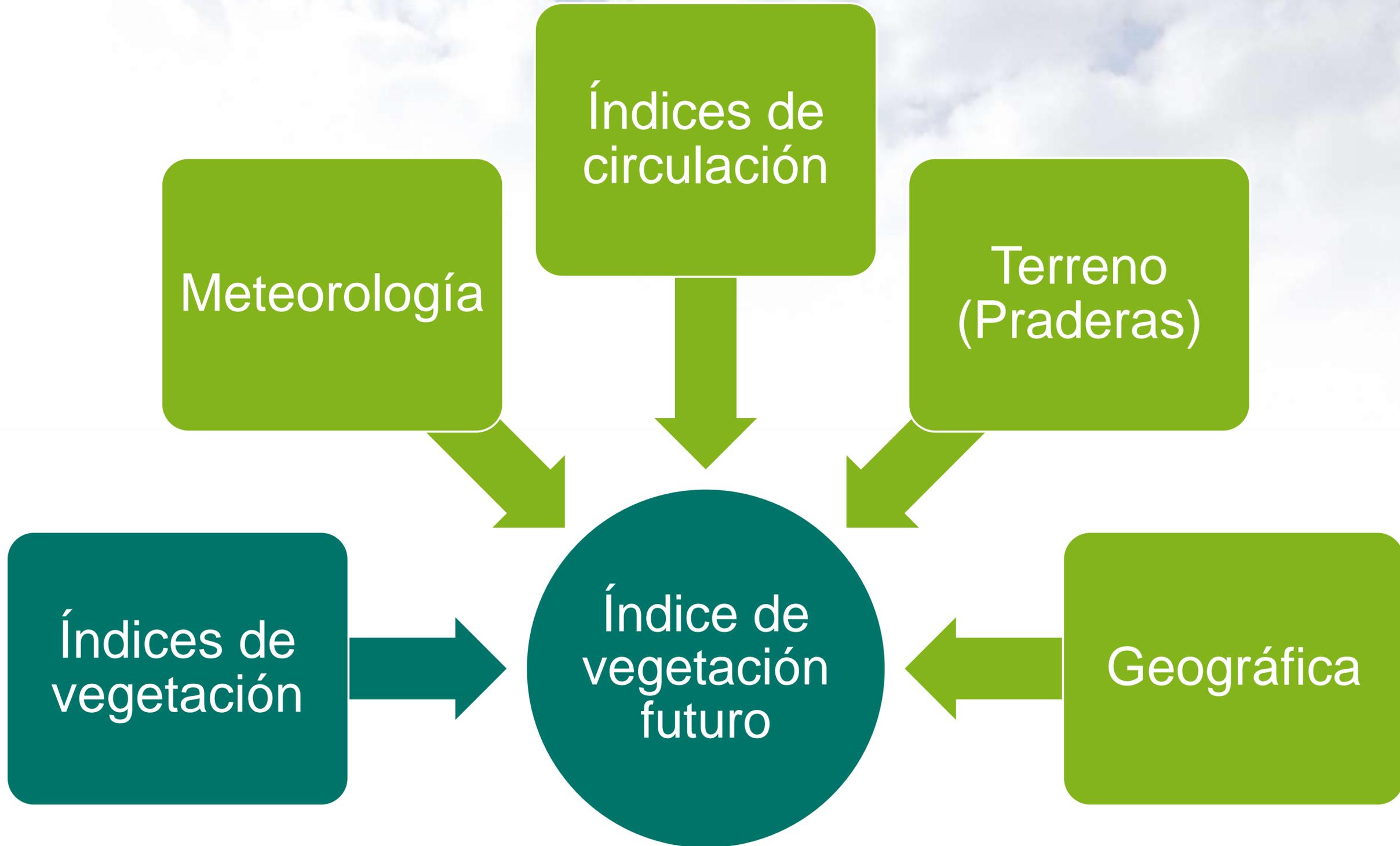


RECAPITULANDO

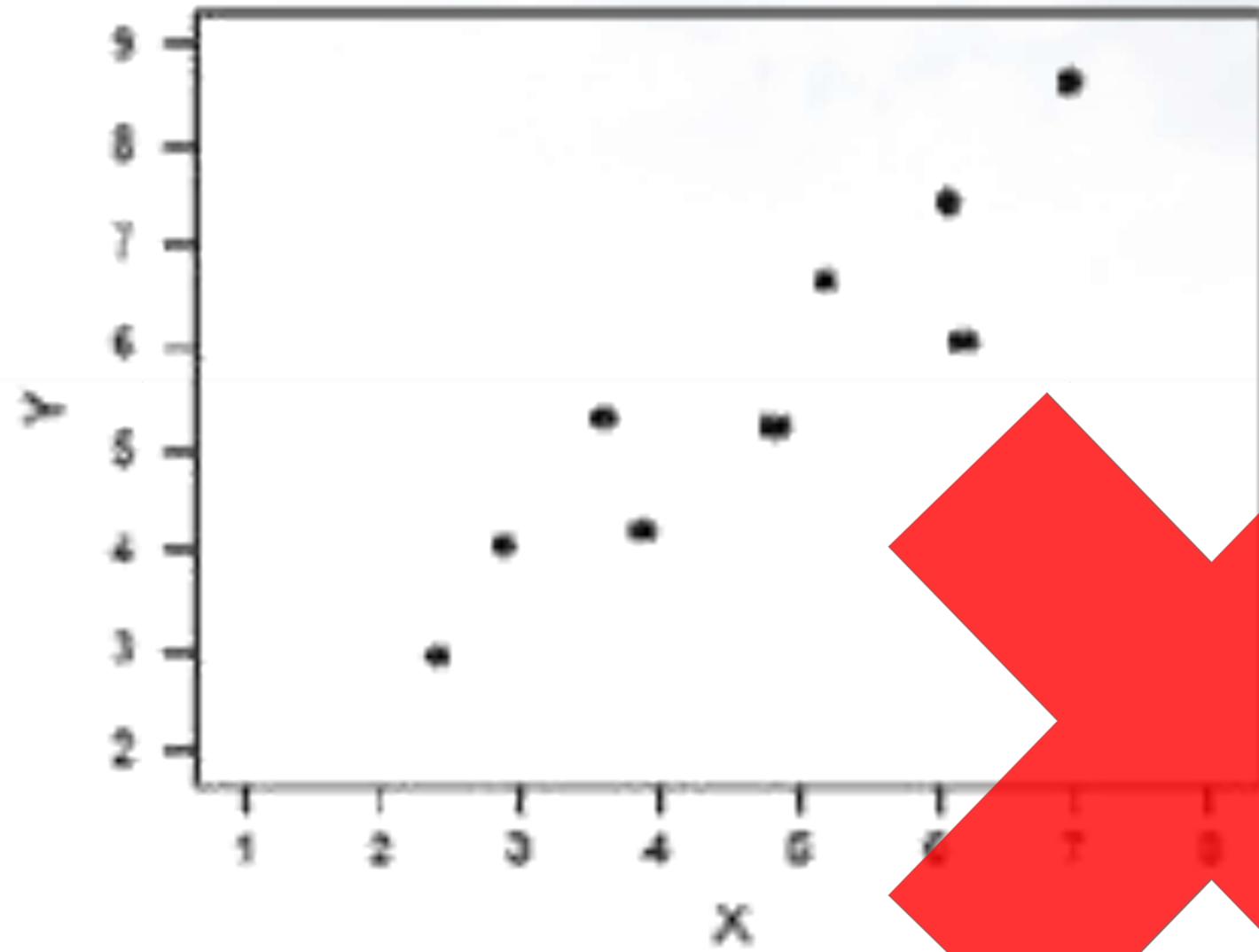
Red neuronal artificial



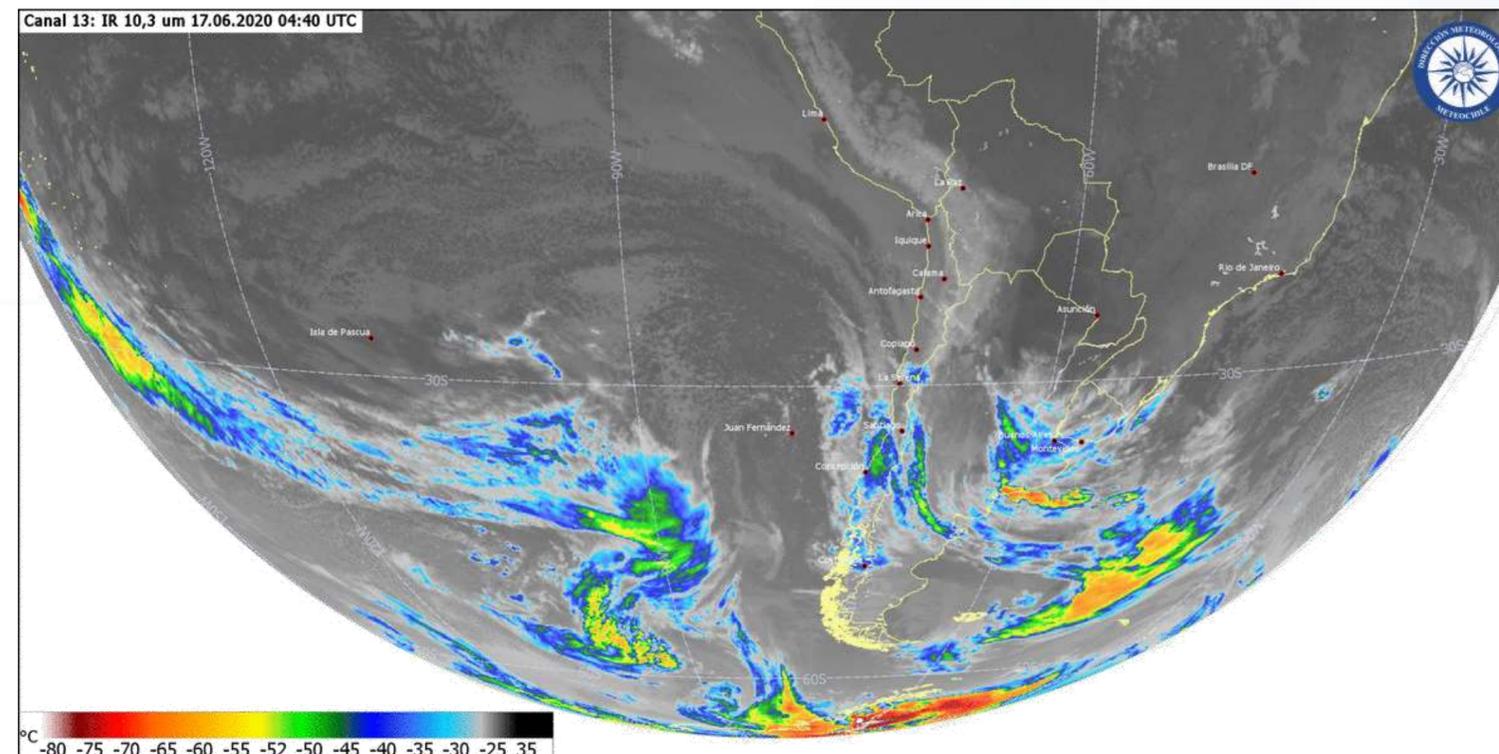
Autorregresiva



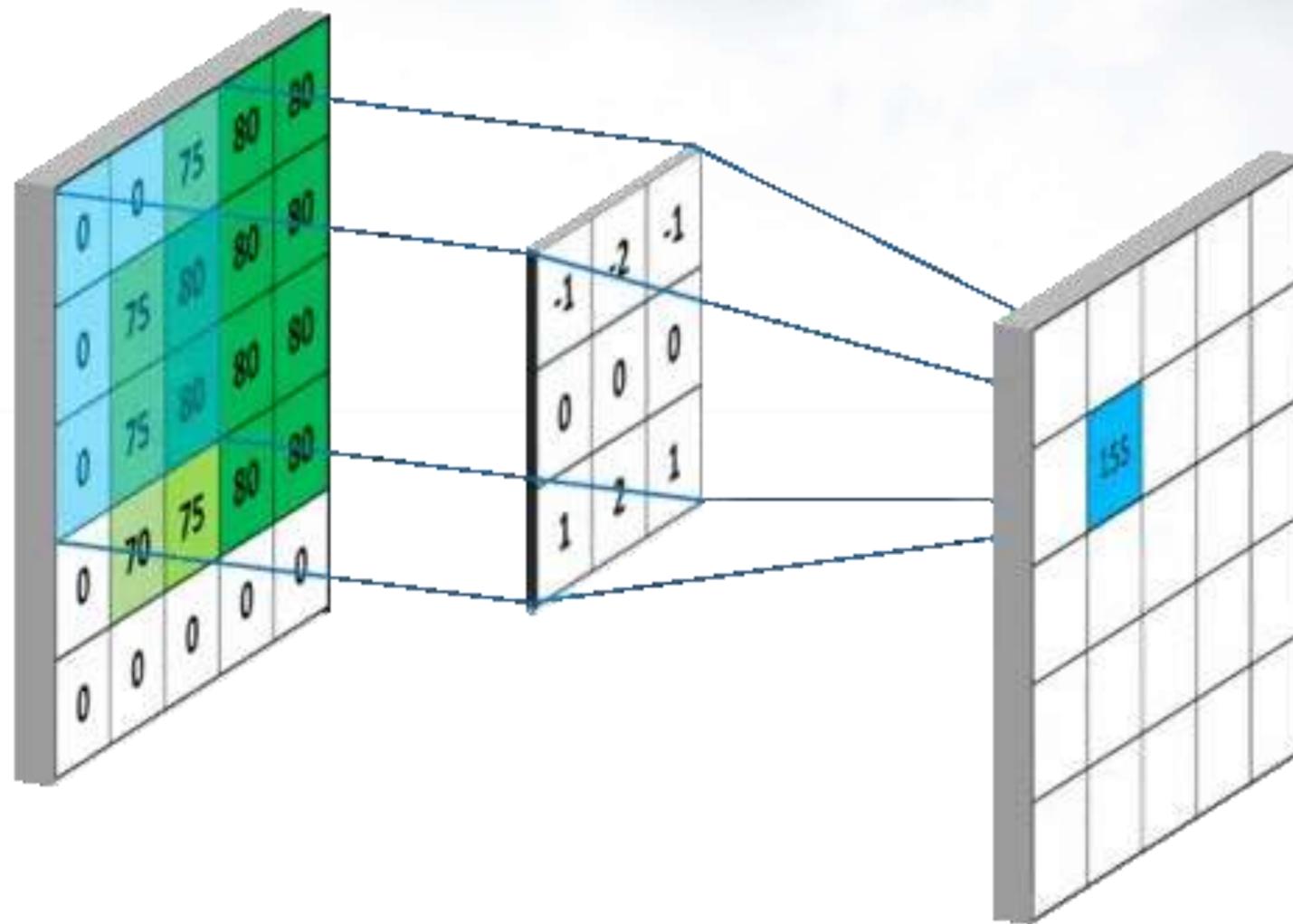
No lineal



Variables exógenas: meteorológicas

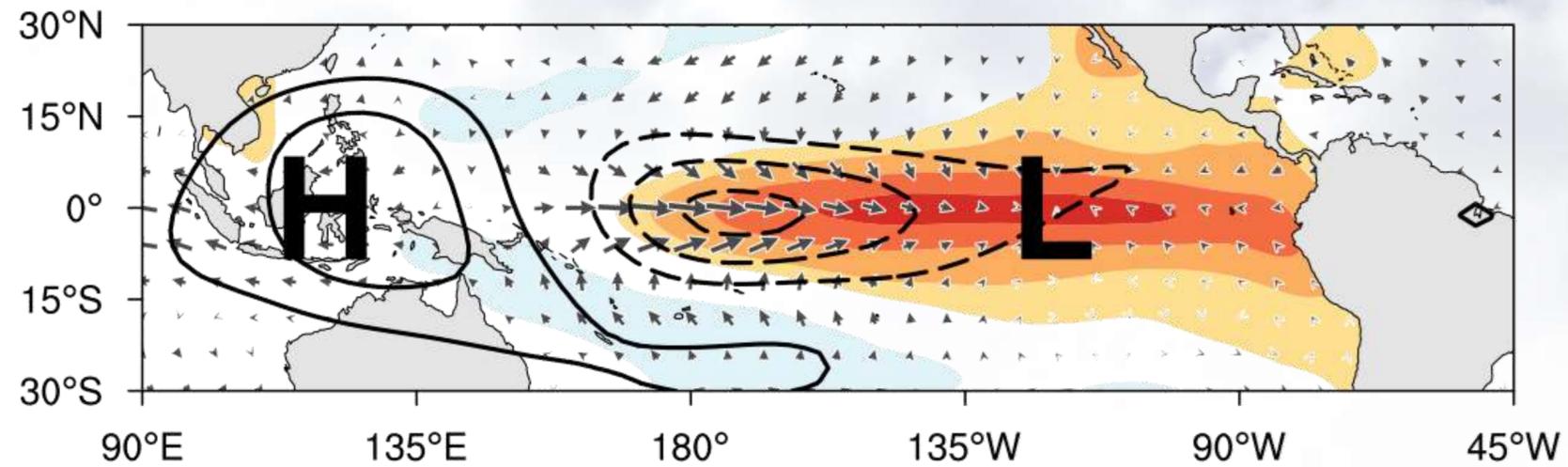


Variables exógenas: Geográficas

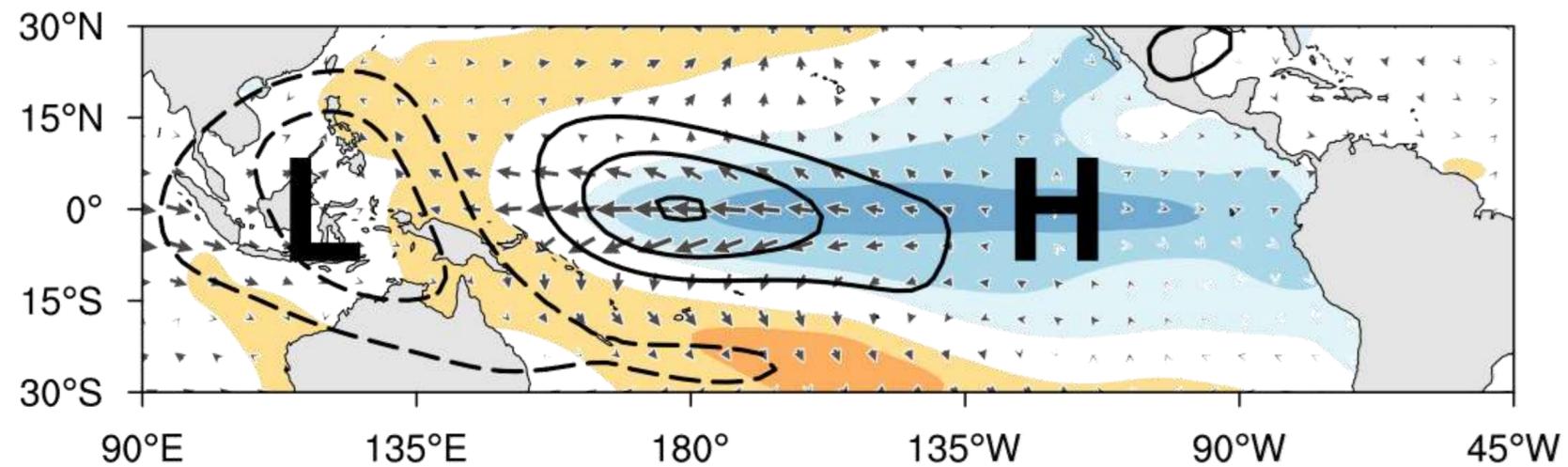


Variables exógenas: Circulación atmosférica

(a) El Niño



(b) La Niña



Sea Surface Temperature Anomaly



Conjunto de datos

Entrenamiento

- Entrenamiento de distintos modelos

Validación

- Elección del mejor modelo

Testeo

- Evaluación del modelo basado en métricas

En praderas naturales





MODELO DE PREDICCIÓN DE SEQUÍA

USANDO REDES NEURONALES AUTORREGRESIVAS NO LINEALES
CON VARIABLES EXÓGENAS METEOROLÓGICAS, GEOGRÁFICAS
Y DE CIRCULACIÓN ATMOSFÉRICA Y VALIDACIÓN EN PRADERAS NATURALES

Cristóbal Campos Muñoz
cristobal.campos@inia.cl

