Desarrollo de un Modelo dinámico: nuevas metodologías estadísticas

Andrés Hirigoyen
Ing. Agr.

INIA
Jornada Técnica
Noviembre 2016

OBJETIVOS

General:

- Desarrollar un modelo dinámico de rodal para *Eucalyptus globulus* con énfasis en diferencias entre metodologías estadísticas

Específicos:

- Seleccionar modelos de transición para **altura total**, área basal y mortalidad según el mejor **método de ajuste**.
- Ajustar, evaluar y caracterizar el comportamiento de los modelos seleccionados mediante **ajuste simultáneo**.

METODOLOGÍA

1) Ajuste de ecuaciones dinámicas individuales

2) Estructura de los datos

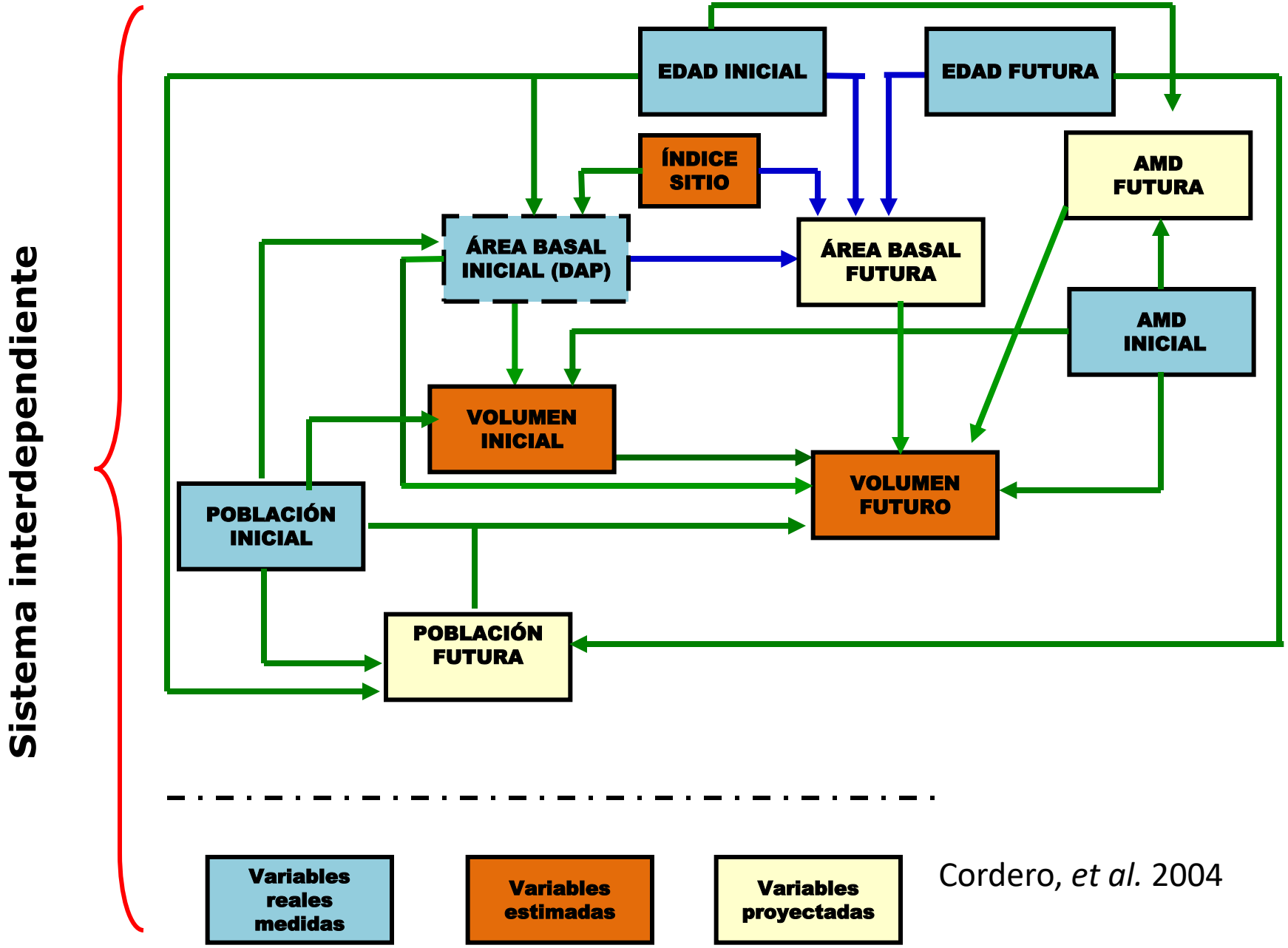
3) Enfoque de sistemas ecuaciones

MODELO DE CRECIMIENTO

Abstracción o simplificación de la realidad, donde una única relación o un conjunto de **relaciones matemáticas** entre atributos se utilizan para describir el estado y la dinámica de los componentes de un sistema.

Modelo forestal de crecimiento integra varios sub-modelos:

Altura media dominante(AMD- m)- IS
Área basal (G- m^2/ha)
Densidad (N- árb/ha)
Volumen (VOL- m^3/ha)



Cordero, *et al.* 2004

AJUSTE DE ECUACIONES

MODELOS FORESTALES

Teoría del espacio de estado (o de Sistemas)

- Vector de estado:

$$x = (h, G, N, Vol)$$

- Tasa de cambio del sistema:

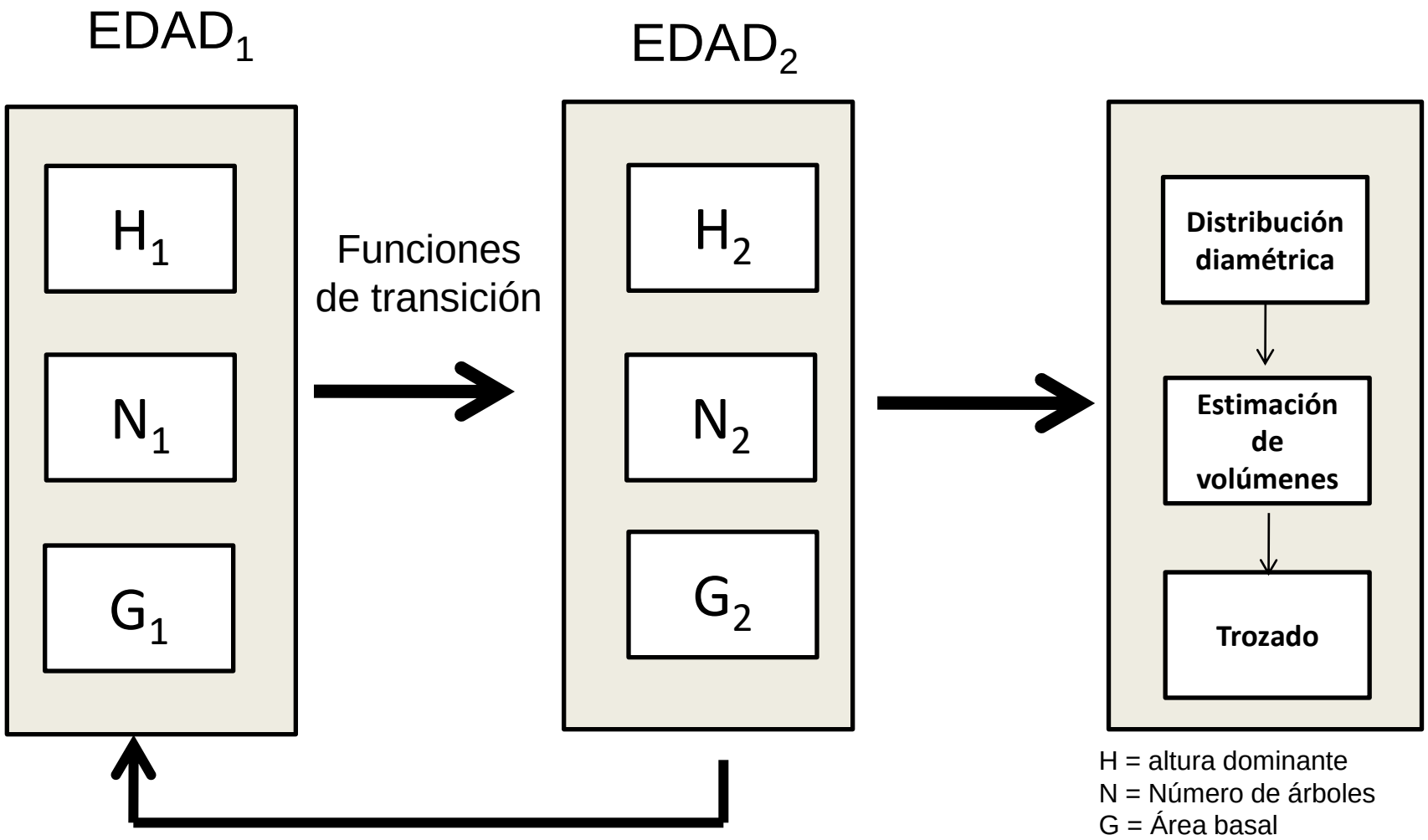
Funciones de transición

$$y_2 = f(y_1, t_1, t_2)$$

$$h_2 = f(h_1, t_1, t_2)$$

(García, 1988)

FUNCIONES DE TRANSICIÓN



H = altura dominante
N = Número de árboles
G = Área basal

MODELOS DE CRECIMIENTO

Metodologías :

- ***Algebraic Difference Approach (ADA)*** **Bailey y Clutter (1974)**
- ***Generalizad Algebraic Difference Approach (GADA)*** **Cieszewski y Bailey (2000)**

MODELOS FORESTALES

Ecuaciones dinámicas:

- Invariantes con respecto a la edad de referencia
- Invariantes con respecto al intervalo de proyección
- Polimorfismo y múltiples asíntotas
- Pauta de crecimiento sigmoideo
- Comportamiento lógico

Estructura de los datos

ESTRUCTURA DE DATOS

Ecuaciones de proyección

$$h_2 = f(h_1, t_1, t_2)$$

t	*h*
2	8
3	9
5	12
7	15

Todos los intervalos posibles (*TIP*) :

Aumento de Obs.

t_1	t_2	h_1	h_2
2	3	8	9
3	5	9	12
5	7	12	15
2	7	8	15
3	2	10	8

ESTRUCTURA DE DATOS

Dummy

$$h_2 = f(h_1, t_1, t_2)$$

t	h
2	8
3	9
5	12

SELECCIÓN DE MODELOS

- Convergencia: métodos, valores iniciales
- Selección de modelos:
  - Calidad de ajuste: E , CME, R^2_{aju}
  - Parsimonia, Generalizable: AIC BIC
  - Distribución de los residuos : MR, homogeneidad de varianza, normalidad
- Validación del sistema

SISTEMA DE ECUACIONES

SISTEMA DE ECUACIONES

Ecuaciones finales:

$$H_2 = f(H_1, t_1, t_2)$$
$$N_2 = f(N_1, t_1, t_2, IS)$$
$$G_2 = f(G_1, t_1, t_2, N_1, IS)$$

Pyndyck and Rubinfeld (1981):

- Ecuaciones aparentemente no relacionadas
- Ecuaciones simultáneas
- Ecuaciones recursivas

Ajuste de ecuaciones dinámicas individuales

Altura media dominante

DATOS

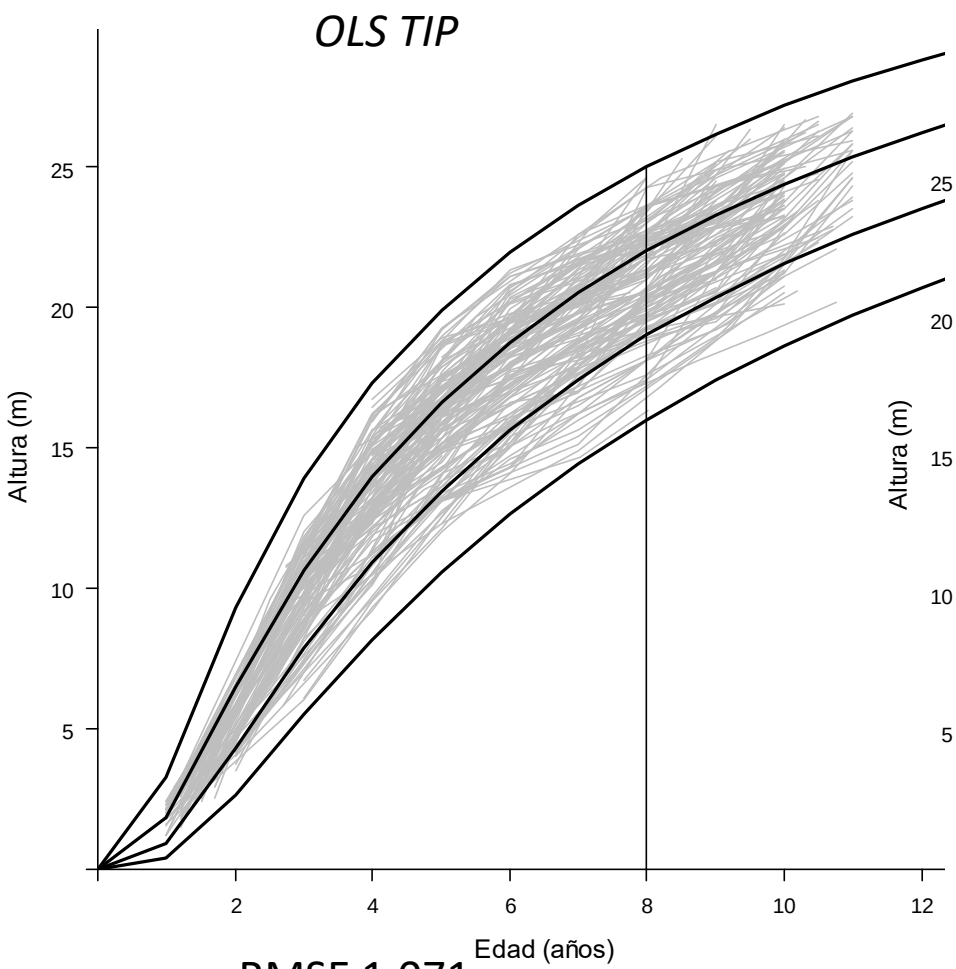
Set de datos

Variable	Media	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
Edad **(años)**	**6,1**	**1**	**11**	**2,7**
AMD **(m)**	**16,3**	**1,2**	**26,9**	**6,1**
N **(árb/ha)**	**1022**	**500**	**1700**	**237,4**
Dg **(cm)**	**13,5**	**2,6**	**22,4**	**3,9**
G **(m^2)**	**15,1**	**0,8**	**34,6**	**7,1**

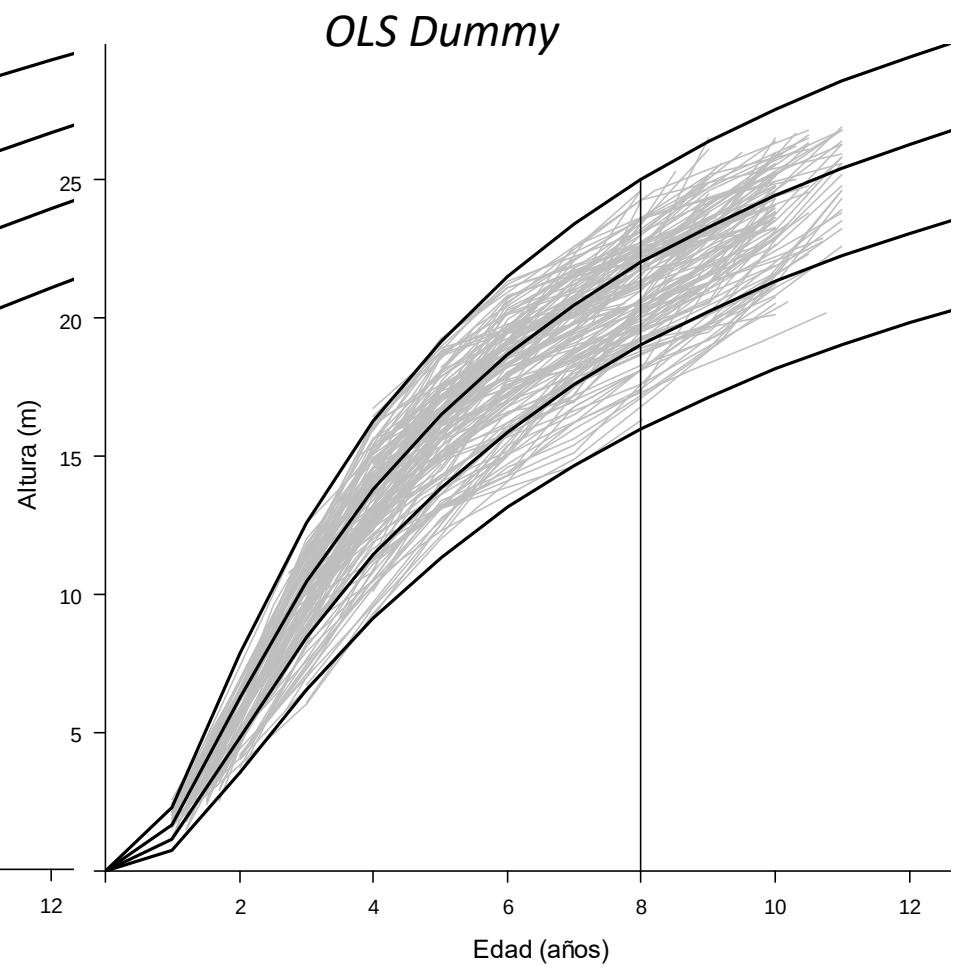
N=168

ALTURA MEDIA DOMINANTE

(Korf, GADAI)



RMSE 1.071

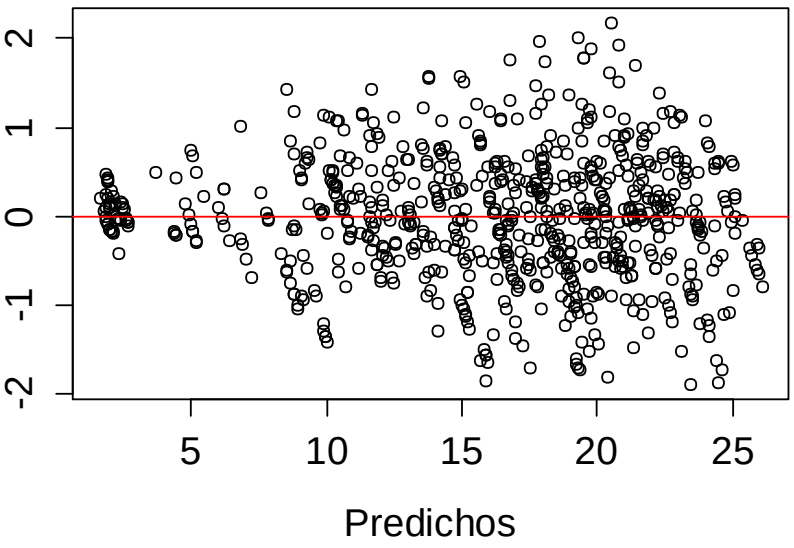


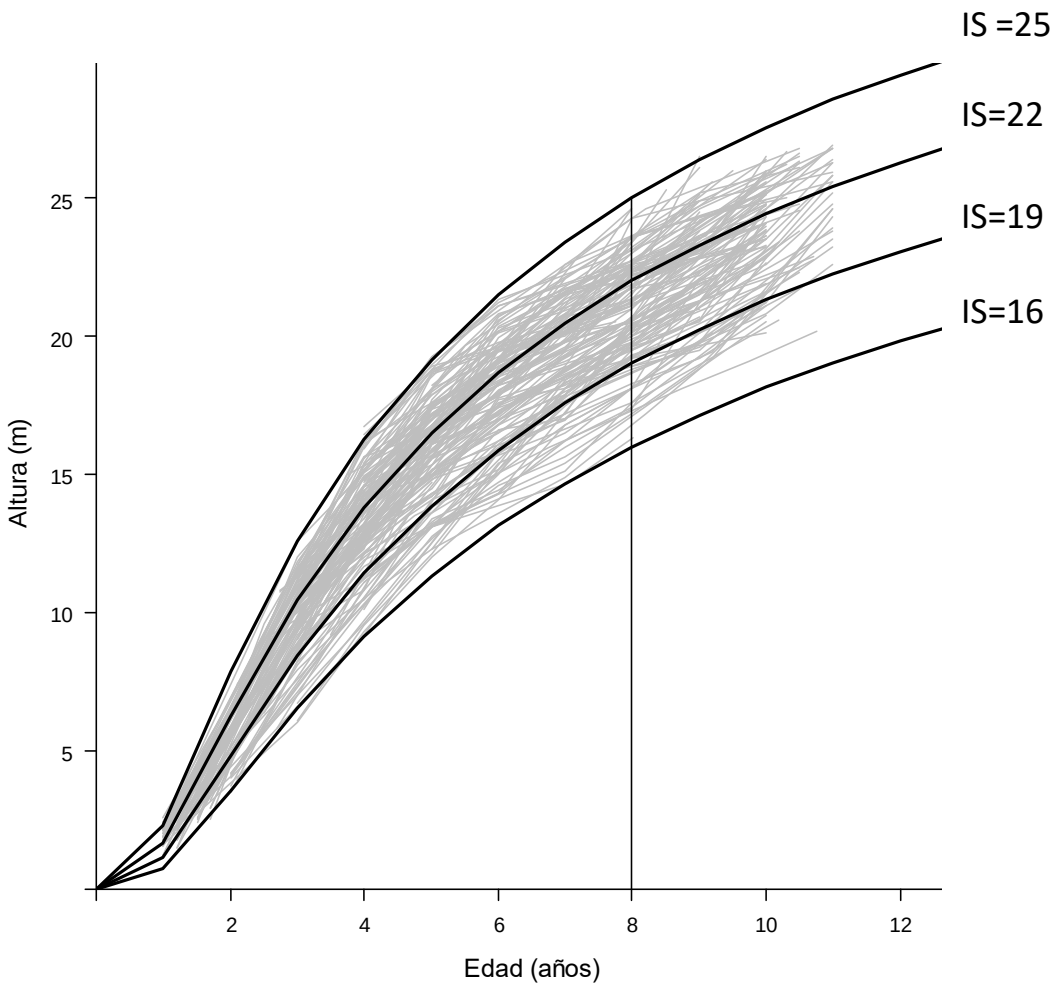
RMSE 0.953 11% de ganancia en precisión

Validación del modelo

ALTURA MEDIA DOMINANTE

VALIDACIÓN		
EF	$M.press$	$\overline{E}$
0,986	**0,704**	**-0,007**





Sistema de ecuaciones simultáneas

ECUACIONES SIMULTÁNEAS

Residuos correlacionados: ineficiencia en pruebas de significancia

Estadísticos de bondad de ajuste y precisión *SUR y (OLS).*

ECUACIÓN	TIPO	VARIABLE	R^2 aj	RMSE
Korf	GADA	AMD	97,7 (97,8)	0,951 (0,953)
Levakovic	ADA	G	97,1 (97,4)	1,213 (1,217)
Pienaar y Shiver	-	N	92,6 (92,6)	63,52 (63,7)

RESUMEN

- 1_ Ajuste individual variables de estado
  - 1.1 Metodología ecuaciones dinámicas.
  - 1.2 Empleo de variables *dummy*.
- 2_ Ajuste SUR de ecuaciones anteriores
  - 2.1 Metodología *dummy* en el sistema.
  - 2.2 Control de la autocorrelación y verificación de pruebas de significancia.
- 3 _ Validación
  - 3.1 Validación cruzada.

Gracias