



DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

Dr. Gustavo
Gimenez

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

DESARROLLO, EVOLUCIÓN METODOLÓGICA Y APLICACIONES DE CURVAS DE CRECIMIENTO EN FRUTALES

Desde la regresión lineal simple y los modelos no lineales y mixtos,
hasta algoritmos de aprendizaje estadístico.

Dr. Gustavo Gimenez
Facultad de Economía
Departamento de Estadística
Universidad Nacional del Comahue

1 de octubre de 2025

Tabla de Contenido

Marco Geográfico

Producción frutícola

DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Tabla de Contenido

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a Curvas de Crecimiento

DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Tabla de Contenido

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a Curvas de Crecimiento

Evolución de curvas crecimiento

Primeras curvas 1968-1990

Año 1995

DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Tabla de Contenido

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a Curvas de Crecimiento

Evolución de curvas crecimiento

Primeras curvas 1968-1990

Año 1995

Proyecto 1996-1998

DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Tabla de Contenido

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a Curvas de Crecimiento

Evolución de curvas crecimiento

Primeras curvas 1968-1990

Año 1995

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Tabla de Contenido

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a Curvas de Crecimiento

Evolución de curvas crecimiento

Primeras curvas 1968-1990

Año 1995

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de raleo

Año 2008

Año 2012

Año 2016-2018

Año 2020

Año 2022

**DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES**

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Tabla de Contenido

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a Curvas de Crecimiento

Evolución de curvas crecimiento

Primeras curvas 1968-1990

Año 1995

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de raleo

Año 2008

Año 2012

Año 2016-2018

Año 2020

Año 2022

Sistematización de la información

Año 2019-2022

DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Tabla de Contenido

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a Curvas de Crecimiento

Evolución de curvas crecimiento

Primeras curvas 1968-1990

Año 1995

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de raleo

Año 2008

Año 2012

Año 2016-2018

Año 2020

Año 2022

Sistematización de la información

Año 2019-2022

Años 2024 - actualidad

**DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES**

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Tabla de Contenido

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a Curvas de Crecimiento

Evolución de curvas crecimiento

Primeras curvas 1968-1990

Año 1995

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de raleo

Año 2008

Año 2012

Año 2016-2018

Año 2020

Año 2022

Sistematización de la información

Año 2019-2022

Años 2024 - actualidad

Bibliografía

DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Tabla de Contenido

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a Curvas de Crecimiento

Evolución de curvas crecimiento

Primeras curvas 1968-1990

Año 1995

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de raleo

Año 2008

Año 2012

Año 2016-2018

Año 2020

Año 2022

Sistematización de la información

Año 2019-2022

Años 2024 - actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Regiones productivas por excelencia

La Patagonia Norte aloja los principales valles irrigados del país con un clima templado y semiárido donde las características de los valles lo hacen especial para la producción frutícola.



DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Región de importancia productiva

Con un total de 30,000 *ha* implantadas de frutales de pepita y carozo. (SENASA, 2022)



DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

Dr. Gustavo
Gimenez

Marco Geográfico

Producción frutícola

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

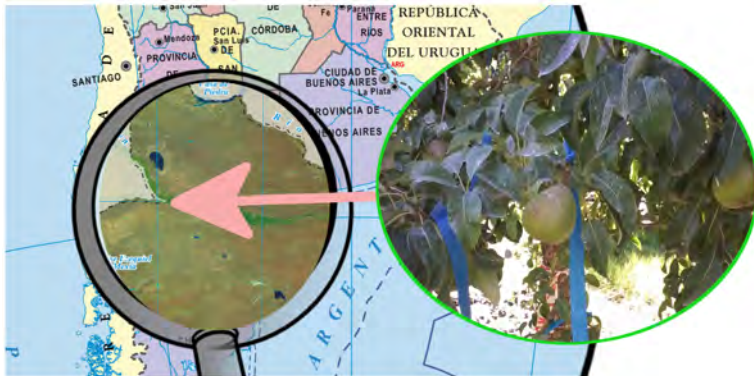
Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Importancia de los valles

Los valles irrigados de Río Negro y Neuquén concentran casi el 90 % de la producción de frutas de pepita del país.



DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

**Dr. Gustavo
Gimenez**

Marco Geográfico
Producción frutícola

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Primeras Curvas de Crecimiento

Primeras Curvas 1968

Se inicia ajustando una regresión lineal a los patrones de crecimiento, en un principio de manzanas a partir de los primeros registros del crecimiento en los años 1968/1969 (Castro y Tiscornia, 1968)

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

**Primeras curvas
1968-1990**

Año 1995

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Primeras Curvas de Crecimiento

Primeras Curvas 1968

Se inicia ajustando una regresión lineal a los patrones de crecimiento, en un principio de manzanas a partir de los primeros registros del crecimiento en los años 1968/1969 (Castro y Tiscornia, 1968)

COEFICIENTE DE REGRESIÓN LINEAL (b) ENTRE LOS DIAMETROS DE FRUTOS Y LOS CORRESPONDIENTES PERIODOS DESPUÉS DE PLENA FLOREACIÓN

Variedad	Período	LUGAR DE MEDICIÓN			
		Cilco Salas	Cipalint	General Escó	Villa Regina
Red Delicious	1964-65	0,049	—	0,044	0,041
	1965-66	0,044	0,037	0,035	0,042
	1966-67	0,036	0,032	0,025	0,031
	1967-68	0,053	0,048	0,049	0,044
Black Winesap	1964-65	0,042	—	0,041	0,019
	1965-66	0,027	0,029	0,028	0,029
	1966-67	0,011	0,017	0,011	0,017
	1967-68	0,039	0,035	0,032	0,032
Granny Smith	1964-65	0,031	—	0,030	0,030
	1965-66	0,027	0,026	0,024	0,023
	1966-67	0,020	0,025	0,023	0,024
	1967-68	0,037	0,034	0,031	0,033

Otros antecedentes en los comienzos

Década del 1980

Garriz (1988), propone un modelo sigmoideo en manzanas del cultivar Granny Smith.

Otros antecedentes en los comienzos

Década del 1980

Garriz (1988), propone un modelo sigmoideo en manzanas del cultivar Granny Smith.

Década de 1990

Garriz et al. (1991) Estudia el crecimiento estacional en Granny Smith.

Garriz et al. (1993) ya menciona al modelo logístico como el más apropiado.

Año 1995

Modelos de predicción de tamaño de frutos a la cosecha en base al método de mediciones sucesivas durante el período de crecimiento (Bramardi, 1995).



- ▶ Modelos no-lineales.
- ▶ Medidas de no-linealidad.
- ▶ Sesgos en los estimadores.
- ▶ Errores autocorrelacionados

El mejor modelo no-lineal para describir el crecimiento de frutos en perales de las variedades Packhams Triumph y Williams a lo largo de todo su período de desarrollo es el Logístico con la siguiente parametrización:

$$y = \frac{1}{\alpha + \beta\gamma^x} \quad (1)$$

L3 de la familia logística

El mejor modelo no-lineal para describir el crecimiento de frutos en perales de las variedades Packhams Triumph y Williams a lo largo de todo su período de desarrollo es el Logístico con la siguiente parametrización:

$$y = \frac{1}{\alpha + \beta\gamma^x} \quad (1)$$

✓: se estimó la relación peso-diámetro de las peras estudiadas para la logística de empaque.

El mejor modelo no-lineal para describir el crecimiento de frutos en perales de las variedades Packhams Triumph y Williams a lo largo de todo su período de desarrollo es el Logístico con la siguiente parametrización:

$$y = \frac{1}{\alpha + \beta\gamma^x}$$

- ✓: se estimó la relación peso-diámetro de las peras estudiadas para la logística de empaque.
- ✓: se evaluó la influencia de varios factores en la variabilidad del diámetro de los frutos lo cual abre la posibilidad de diseñar esquemas de muestreo para el futuro.

Ajuste de modelos no lineales

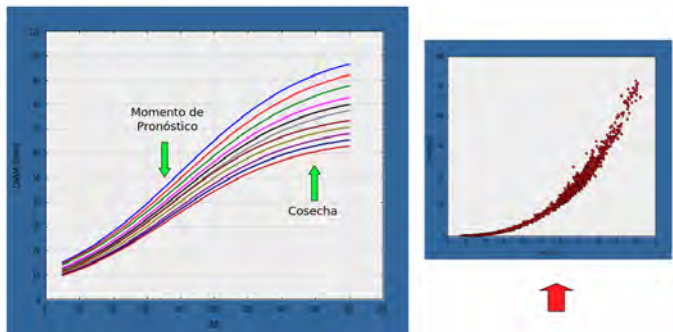
El mejor modelo no-lineal para describir el crecimiento de frutos en perales de las variedades Packhams Triumph y Williams a lo largo de todo su período de desarrollo es el Logístico con la siguiente parametrización:

$$y = \frac{1}{\alpha + \beta\gamma^x}$$

- ✓: se estimó la relación peso-diámetro de las peras estudiadas para la logística de empaque.
- ✓: se evaluó la influencia de varios factores en la variabilidad del diámetro de los frutos lo cual abre la posibilidad de diseñar esquemas de muestreo para el futuro.
- ✓: se construyeron tablas de crecimiento de frutos para las dos variedades en estudio y los distintos tamaños comerciales de pera.

Estudio de la relación peso diámetro

Curvas de crecimiento para distintos tamaños comerciales.



Relación peso diámetro.

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez

 Modelo Logístico (Manzana)

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez


 Modelo Logístico (Manzana)

 *Red Delicious*

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez

 Modelo Logístico (Manzana)

 *Red Delicious*

 *Granny Smith*

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez

- ✎ Modelo Logístico (Manzana)
 - ✎ *Red Delicious*
 - ✎ *Granny Smith*
- ✎ Modelo Doble sigmoideo(Carozo)

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez

- ✎ Modelo Logístico (Manzana)
 - ✎ *Red Delicious*
 - ✎ *Granny Smith*
- ✎ Modelo Doble sigmoideo(Carozo)
 - ✎ *Nectarines*

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez

- ✎ Modelo Logístico (Manzana)
 - ✎ *Red Delicious*
 - ✎ *Granny Smith*
- ✎ Modelo Doble sigmoideo(Carozo)
 - ✎ *Nectarines*
 - ✎ *Ciruelas*

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez

- ✎ Modelo Logístico (Manzana)
 - ✎ *Red Delicious*
 - ✎ *Granny Smith*
- ✎ Modelo Doble sigmoideo(Carozo)
 - ✎ *Nectarines*
 - ✎ *Ciruelas*
- ✎ Polinómico(Uva de mesa)

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez

- ✎ Modelo Logístico (Manzana)
 - ✎ *Red Delicious*
 - ✎ *Granny Smith*
- ✎ Modelo Doble sigmoideo(Carozo)
 - ✎ *Nectarines*
 - ✎ *Ciruelas*
- ✎ Polinómico(Uva de mesa)
 - ✎ *Moscatel*

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez

- ✎ Modelo Logístico (Manzana)
 - ✎ *Red Delicious*
 - ✎ *Granny Smith*
- ✎ Modelo Doble sigmoideo(Carozo)
 - ✎ *Nectarines*
 - ✎ *Ciruelas*
- ✎ Polinómico(Uva de mesa)
 - ✎ *Moscatel*
 - ✎ *Red Globe*

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez

- ✎ Modelo Logístico (Manzana)
 - ✎ *Red Delicious*
 - ✎ *Granny Smith*
- ✎ Modelo Doble sigmoideo(Carozo)
 - ✎ *Nectarines*
 - ✎ *Ciruelas*
- ✎ Polinómico(Uva de mesa)
 - ✎ *Moscatel*
 - ✎ *Red Globe*
 - ✎ *Alba*

Proyecto de Investigación 04/A031 'Análisis y generación de modelos de crecimiento en frutos de pepita, carozo y baya' (1996-1998) dirigido por el Prof. Omar Álvarez

- ✎ Modelo Logístico (Manzana)
 - ✎ *Red Delicious*
 - ✎ *Granny Smith*
- ✎ Modelo Doble sigmoideo(Carozo)
 - ✎ *Nectarines*
 - ✎ *Ciruelas*
- ✎ Polinómico(Uva de mesa)
 - ✎ *Moscatel*
 - ✎ *Red Globe*
 - ✎ *Alba*
 - ✎ *Perlon*

Ajuste de los primeros modelos mixtos

Los primeros modelos no-lineales mixtos con incertidumbre en sus parámetros (Tassile, 1999).

$$Diam = \frac{1}{(\beta_1 * 0,01) + (\beta_2 * 0,01)(\beta_3 * 0,1)^{DDPF}}$$

Ajuste de los primeros modelos mixtos

Los primeros modelos no-lineales mixtos con incertidumbre en sus parámetros (Tassile, 1999). Write error term

$$Diam = \frac{1}{(\beta_1 * 0,01) + (\beta_2 * 0,01)(\beta_3 * 0,1)^{DDPF}} + \varepsilon_{jklm}$$

Los primeros modelos no-lineales mixtos con incertidumbre en sus parámetros (Tassile, 1999). Efectos fijos

$$Diam = \frac{1}{(\beta_{1,size_k} * 0,01) + (\beta_{2,size_k} * 0,01)(\beta_{3,size_k} * 0,1)^{DDPF}} + \varepsilon_{jklm} \quad (2)$$

Ajuste de los primeros modelos mixtos

Los primeros modelos no-lineales mixtos con incertidumbre en sus parámetros (Tassile, 1999). Efectos Aleatorios

$$Diam = \frac{1}{\varepsilon_{jklm} ((\beta_{1,size_k} + b_{1,jklm}) * 0,01) + ((\beta_{2,size_k} + b_{2,jklm}) * 0,01)((\beta_{3,size_k} + b_{3,jklm}) * 0,1)^{DDPF}} +$$

Where: $b_{i,jklm} = b_{i,plot_j} + b_{i,size(plot)_{k(j)}} + b_{i,tree(plot)_{l(j)}} + b_{i,size*tree(plot)_{kl(j)}} + b_{i,fruit_m(jkl)}$

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Utilización de las tablas de raleo ejemplo I

Se desea realizar un raleo manual en Williams para retener en la planta frutos solo con un tamaño mayor al tamaño comercial 110 .

1. Ingresar por la fila del tamaño comercial 110, el límite de fruto que deseamos conservar en la planta.
2. Ingresar por la columna de los DPPF del momento de raleo en esa temporada. En nuestro caso 55 DPPF, al contar los días que se suceden entre el 27 de septiembre y el 20 de noviembre.
3. Obtenemos el diámetro ecuatorial que debe poseer un fruto medio el 20 de noviembre para llegar a un tamaño comercial 110: 35,7 milímetros.



Utilización de las tablas de raleo ejemplo II

Se planifica la cosecha con frutos de 66 mm. La última recolección se llevará a cabo a los 120 DDPF. .

1. Ingresar por la columna del momento de última recolección 120 .
2. Determinar el diámetro mínimo que se desea cosechar 65 – 8 mm.
3. Buscar el día en que se va ejecutar el raleo, ver el diámetro 31,6 mm.

TC	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	
60																		
70																		
80																		
90																		
100																		
110																		
120																		
135																		
150																		
165																		

Diagram illustrating the use of the thinning table. The table shows the relationship between the time of last harvest (TC) and the diameter of the fruit. The table is divided into two main sections: A (top) and B (bottom). The values in the table are: 35.7 (at TC 110), 65.7 (at TC 105), 31.6 (at TC 150), and 65.8 (at TC 120). Arrows indicate the path: 1. From TC 120 down to TC 110. 2. From TC 110 left to 35.7. 3. From TC 120 down to TC 150. 4. From TC 150 left to 31.6.

Utilización de las tablas de raleo ejemplo II

Se planifica la cosecha con frutos de 66 mm. La última recolección se llevará a cabo a los 120 DDPF. .

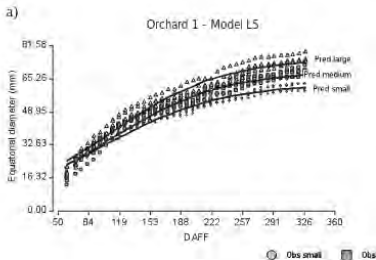
1. Ingresar por la columna del momento de última recolección 120 .
2. Determinar el diámetro mínimo que se desea cosechar 65 – 8 mm.
3. Buscar el día en que se va ejecutar el raleo, ver el diámetro 31,6 mm.

TC	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120
60																	
70																	
80																	
90																	
100																	
110				35.7										65.7			
120																	
135																	
150																	
165																	

Diagram illustrating the use of the thinning table. The table shows the relationship between the number of days after full bloom (DDPF) and the diameter of the fruit (mm). The table is divided into two main sections: A (top) and B (bottom). The columns represent DDPF (40 to 120) and the rows represent fruit diameter (60 to 165 mm). The table is shaded in alternating light and dark gray. A vertical arrow labeled '2' points down from the 55 DDPF column to the 110 mm row, where the value 35.7 is circled. A horizontal arrow labeled '1' points right from the 110 mm row to the 55 DDPF column. A vertical arrow labeled 'A' points down from the 120 DDPF column to the 150 mm row. A horizontal arrow labeled 'B' points left from the 150 mm row to the 55 DDPF column, where the value 31.6 is circled. The value 65.7 is also present in the 110 mm row, 105 DDPF column.

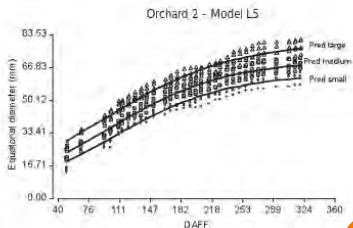
Cítricos

Se implementa la metodología de frutos de pepita en naranjo dulce (*Citrus sinensis* var. Valencia Late) en la Provincia de Corrientes (Avanza et al., 2008).



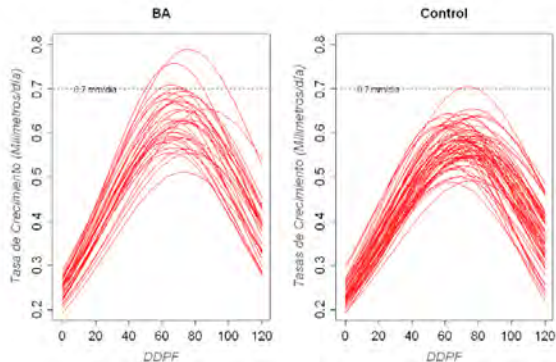
El modelo que mejor ajusta es el de la familia logística pero de 5 parametrización o L5.

$$y_i = \frac{1}{\alpha + \exp(\beta) \gamma^{x_i}}, \quad (2)$$



Construcción de curvas para raleo químico

Curvas de crecimiento para comparación de frutos con aplicación de fitorreguladores y testigo(Gimenez et al,2008) Se obtienen la primera derivada para conocer la velocidad de crecimiento.



Además encontrar cuál era la tasa de crecimiento máxima de los frutos y si implica una diferencia.

Reedición de las tablas de raleo

Se reeditan las tablas y se agregan otros cultivares como Gala y clones, y en Peras Beurre D'Anjou. Más información disponible en:

El raleo manual de frutos en manzano y pera es una práctica muy difundida en el área valle de los ríos Negro y Neuquén. Es una práctica selectiva entre el tamaño de fruto al momento de la instalación de crecimiento y el tamaño en cosecha. Por lo tanto, es posible dejar en la planta sólo los frutos que se estima alcanzarán los tamaños deseados comenzando al final de la temporada. Las tablas de crecimiento de frutos permiten estimar el tamaño final de los frutos considerando los tamaños en primavera.

Proyecto de Extensión: "Aporte a la planificación de tareas culturales en manzanos de peras y manzanas, utilizando curvas de crecimiento de frutos en Río Negro y Neuquén".

Autores:
Fausto D. Rivelli
Sergio J. Bramante
Valentin Tapia
Gustavo Gimenez
Mariana Cuervo
Hugo Alvarez

DEA Departamento de Estadística

Manzano
Royal Gala

Tabla
de crecimiento
de frutos
2018

DEA Departamento de Estadística

Tablas de Raleo 2018

Se retoman la totalidad de Curvas de crecimiento en peras “William’s”

¿Qué se hizo?

- ▶ Perales “William’s” en el Alto Valle de Río Negro y Neuquén.
- ▶ 16 temporadas de seguimiento.
- ▶ Medición semanal del diámetro de frutos.
- ▶ Incorporación de índices termoacumulativos (INTA).

Hallazgos

- ▶ La curva logística describe bien el crecimiento.
- ▶ Se detecta variabilidad entre temporadas y plantas.
- ▶ Los índices térmicos mejoran la predicción.

Tassile (2020)

Sistematización de datos y curvas

- ▶ El pronóstico de producción de peras y manzanas fue realizado a lo largo de los valles de de Río Negro y Neuquén desde el año 1992 hasta el año 2015.
- ▶ Los registros se realizaban sobre los principales cultivares de peras y manzanas.

Fuentes de datos, tablas y registros del pronóstico de producción.

Fuente	Tabla	Registro	Descripción
Carga de árboles	Carga	10,485	Registros pronósticos
	Crec. Fruto	117,902	Curvas de crecimiento
Tamaño a cosecha	Peso Diametro	5,488	Rel. peso y diámetro
	Floracion	434	Eventos fenológicos
Cantidad/estrato	Superficie Parcelas	15,362	Superficie y plantas
Clima	Datos climaticos	23,840	Variables climáticas

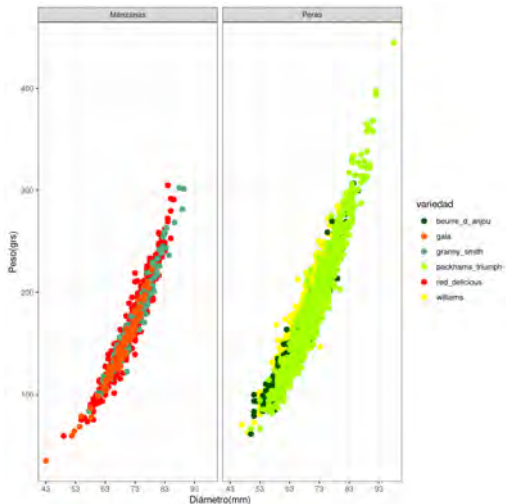
Evaluación de errores en curvas de crecimiento de los distintos cultivares. Tabla de registros procesados y detectados con errores luego de aplicar los algoritmos de preprocesamiento.

Cultivar	Registros Totales	Registros retenidos	% Registros detectados	Curvas
Royal Gala	7,690	6,126	20,33	1,021
Red Delicious	20,649	20,205	2,15	1,347
Granny Smith	18,555	16,711	9,93	983
Williams	15,748	14,202	9,82	1,578
Beurre D'Anjou	13,084	9,702	25,85	1,386
Packhams Triumph	22,293	18,293	17,94	1,663

Los cultivares **Beurre D'Anjou** y **Royal Gala** poseen mayores registros con errores.

Estudio de la relación peso diámetro

Estudio de la relación peso-diámetro de todos los cultivares registrados hasta el momento.



DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

Dr. Gustavo
Gimenez

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

**Sistematización de la
información**

Año 2019-2022

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos

Proyecto de Extensión “Aplicaciones Digitales para Planificar la Producción de Frutos de Perales y Manzanos en la Nordpatagonia”

Aplicaciones Digitales para Planificar la Producción de Frutos de Perales y Manzanos en la Nord Patagonia Tablas de Raleo

Las Tablas de Raleo permiten seleccionar la medida correcta del fruto a ralear. Puede consultar la página mediante el siguiente botón:

[Tablas Raleo](#)

Mediciones de frutos

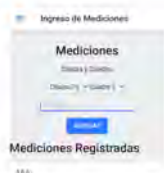
Las mediciones de frutos se recolectan por medio de una aplicación para dispositivos móviles Android. Luego de iniciada la sesión, puede ser utilizada sin conexión a Internet.

Descargue el archivo APK con el siguiente botón:

[Aplicación APK](#)

El APK es un archivo que contiene todo lo necesario para instalar la aplicación. Luego, siga las instrucciones para iniciar sesión en el sistema Web y realizar la captura de datos.

Facultad de Economía y Administración, Universidad Nacional del Comahue, Argentina.



Sitio de Tablas y Curvas

Curvas actuales

Se estudian nuevos cultivares de manzana de ciclo largo como Pink Lady y RosyGlow para estos cultivares el modelo logístico L1 mejoró aún más (Castro et al.,2025).

$$Y(x) = \frac{\phi_1}{1 + \exp\left[\frac{(\phi_2 - x)}{\phi_3}\right]} \quad (3)$$

Beneficios de la parametrización L1

- ▶ Mayor “interpretabilidad”.
- ▶ Mejora en las medidas de no linealidad.
- ▶ Similar Bondad de ajuste.

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

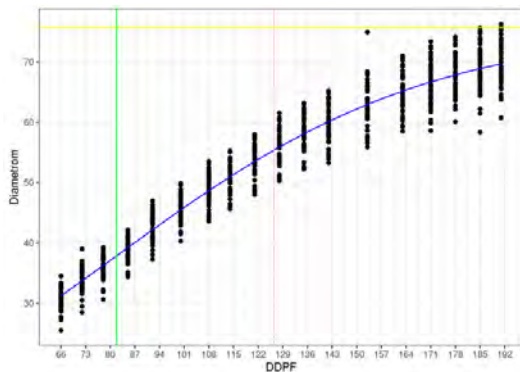
**Años 2024 -
actualidad**

Bibliografía

Agradecimientos

Qué significa interpretabilidad?

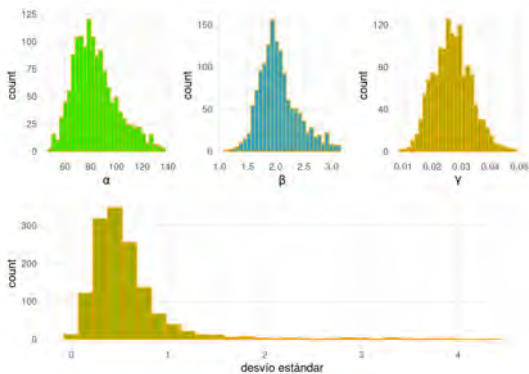
En el modelo logístico la parametrización L1:



- ▶ $\phi_1 = 75,71$ Asíntota superior (Color Amarillo).
- ▶ $\phi_2 = 81,79$ valor de x en el punto de inflexión de la curva. Donde la curva alcanza la mitad de su valor máximo. (Color Verde).
- ▶ $\phi_3 = 42,44$ Es un parámetro de escala que controla qué tan rápido crece la curva alrededor de ϕ_2

Pensar las curvas desde inferencia Bayesiana

A partir de todas las curvas ajustadas cv Beurre D'Anjou, se construyeron las distribuciones de los parámetros.



Aprovechar en futura inferencia bayesiana y clasificador a partir de ello.

Conclusiones

1. Las curvas de crecimiento constituyen una herramienta agronómica clave para la planificación de tareas y la estimación de la producción.
2. Es necesario seguir desarrollando y adaptando modelos frente a nuevos cultivares y condiciones ambientales.
3. Representan una fuente continua de información útil para pronósticos y simulaciones.
4. Tienen potencial como clasificadores de alta precisión en el ámbito productivo.
5. Ofrecen una interpretación agronómica insustituible, que los algoritmos actuales aún no logran reemplazar.

Conclusiones

1. Las curvas de crecimiento constituyen una herramienta agronómica clave para la planificación de tareas y la estimación de la producción.
2. **Es necesario seguir desarrollando y adaptando modelos frente a nuevos cultivares y condiciones ambientales.**
3. Representan una fuente continua de información útil para pronósticos y simulaciones.
4. Tienen potencial como clasificadores de alta precisión en el ámbito productivo.
5. Ofrecen una interpretación agronómica insustituible, que los algoritmos actuales aún no logran reemplazar.

Conclusiones

1. Las curvas de crecimiento constituyen una herramienta agronómica clave para la planificación de tareas y la estimación de la producción.
2. Es necesario seguir desarrollando y adaptando modelos frente a nuevos cultivares y condiciones ambientales.
3. Representan una fuente continua de información útil para pronósticos y simulaciones.
4. Tienen potencial como clasificadores de alta precisión en el ámbito productivo.
5. Ofrecen una interpretación agronómica insustituible, que los algoritmos actuales aún no logran reemplazar.

Conclusiones

1. Las curvas de crecimiento constituyen una herramienta agronómica clave para la planificación de tareas y la estimación de la producción.
2. Es necesario seguir desarrollando y adaptando modelos frente a nuevos cultivares y condiciones ambientales.
3. Representan una fuente continua de información útil para pronósticos y simulaciones.
4. Tienen potencial como clasificadores de alta precisión en el ámbito productivo.
5. Ofrecen una interpretación agronómica insustituible, que los algoritmos actuales aún no logran reemplazar.

Conclusiones

1. Las curvas de crecimiento constituyen una herramienta agronómica clave para la planificación de tareas y la estimación de la producción.
2. Es necesario seguir desarrollando y adaptando modelos frente a nuevos cultivares y condiciones ambientales.
3. Representan una fuente continua de información útil para pronósticos y simulaciones.
4. Tienen potencial como clasificadores de alta precisión en el ámbito productivo.
5. Ofrecen una interpretación agronómica insustituible, que los algoritmos actuales aún no logran reemplazar.

Bibliografía consultada II

-  BRAMARDI, S.J.; ZANELLI, M.L.; CASTRO, H.R. (1997). *Aplicación de medidas de no-linealidad para selección de modelos de crecimiento*. Revista de la Sociedad Argentina de Estadística, 1(1): 39-52. ISSN 0329-5583
-  BRAMARDI, S. J.; CASTRO, H.; ZANELLI, M. L. (1998). *Fruit growth pattern of pear cv. Bartlett and Packhams Triumph to improve hand thinning*. Acta Horticulturae (ISHS), 475 : 283-293.
-  AVANZA, M.M.; BRAMARDI, S.J.; MAZZA, S.M. (2008). *Statistical models to describe the fruit growth pattern in sweet orange 'Valencia late'*. Spanish Journal of Agricultural Research. 6(4): 577-585.
-  Giménez, G., Dussi, M. C., Reeb, P., Zon, K., Nyeki, J., Szabó, Z., and Racsko, J. (2010a). *Fruit Growth and Abscission Pattern of 'Williams' Pear Treated With Benzyladenine*. Acta Horticulturae, 884:481-490.

DESARROLLO,
EVOLUCIÓN
METODOLÓGICA
Y APLICACIONES
DE CURVAS DE
CRECIMIENTO EN
FRUTALES

Dr. Gustavo
Gimenez

Marco Geográfico

Introducción a
Curvas de
Crecimiento

Evolución de curvas
crecimiento

Proyecto 1996-1998

Año 1999-2001

Año 2006: tablas de
raleo

Sistematización de la
información

Años 2024 -
actualidad

Bibliografía

Agradecimientos



Gimenez, G.; Tassile, V. (2015). Using Non-linear mixed models and artificial neural network in the fitting growth pattern in pears cv. "Williams" to predict final sizes at harvest. In Proceedings of the XV Conferencia Española y V Encuentro Iberoamericano de Biometría.

Agradezco profundamente la colaboración y el apoyo de:

- ▶ Dr. Sergio Bramardi
- ▶ Mg. Valentín Tassile
- ▶ Ing. Héctor Castro
- ▶ PhD. Pablo Reeb
- ▶ Ing. Agr. Andrea Castro
- ▶ Dra. Dolores del Brío

Muy especialmente al Prof. Mg. Omar Álvarez

FIN

PRESENTACIÓN

CURVAS DE CRECIMIENTO