



Universidad Nacional del Nordeste



Facultad de Ciencias Agrarias

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN  
MODALIDAD DE TESINA

**AJUSTE DE MODELOS DE CRECIMIENTO DE FRUTOS DE  
LIMONERO “EUREKA” EN LA PROVINCIA DE CORRIENTES**

**Alumno:** Jorge Alexis Emanuel Casañas

**Asesora:** EE. (Dra.) Laura I. Giménez

**Tribunal Evaluador:** Ing. Agr. (Mgter.) Celsa Noemí Balbi

Ing. Agr. (Dr.) Carlos Acuña

Ing. Agr. (Dra.) Laura Vidoz

-Año 2016-

## **Índice de Contenidos**

	<b>PAG.</b>
RESUMEN	3
INTRODUCCIÓN	4
OBJETIVOS	6
ANTECEDENTES	6
MATERIALES Y MÉTODOS	7
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	10
CONCLUSIONES	14
BIBLIOGRAFIA	15

## **Resumen**

En este trabajo se propone modelar: a) el crecimiento del fruto desde los días después de plena floración hasta la cosecha y b) la relación del peso en función del diámetro, en plantaciones comerciales de limonero Eureka, de la provincia de Corrientes. La información de campo se obtuvo durante la campaña 2011/2012, en dos lotes comerciales de limonero 'Eureka' (*Citrus limon* (L.) Burm.F.), injertados sobre Lima Rangpur (*Citrus limonia* Osb.) y Limón Rugoso (*Citrus jambhiri* Lush.) ubicados en los departamentos de Bella Vista y Saladas, Corrientes, Argentina. En cada lote, se marcaron 10 árboles elegidos por muestreo sistemático con arranque aleatorio y luego 30 frutos de cada árbol distribuidos en la copa. Posteriormente se registró el diámetro ecuatorial cada 7 días a partir de los 54 días después de plena floración (DDPF) hasta los 175 DDPF. Luego, al momento de la cosecha, además de los 30 frutos, se agregaron 20 frutos más por árbol y se determinó el peso y el diámetro de cada uno. Para modelar las curvas de crecimiento se probaron los modelos Logístico, Gompertz y Monomolecular y para modelar la relación peso-diámetro se probaron los modelos Exponencial y Potencial. Para la selección de modelos se utilizó el criterio del mínimo Cuadrado Medio del Error. El modelo Monomolecular presentó el mejor ajuste para el crecimiento del fruto y el modelo Potencial resultó el que mejor representó la relación entre el peso y el diámetro.

## **Introducción**

Se le da el nombre de cítricos a todas las especies de los géneros *Citrus*, *Fortunella* y *Poncirus*, pertenecientes a las familias de las Rutáceas (Agusti, 2003). Dentro del género *Citrus* podemos encontrar: los limones (*Citrus limon* (L.) Burm.F.), las naranjas (*Citrus sinensis* (L) Osb.), las naranjas amargas (*Citrus aurantium* (L.)), los pomelos (*Citrus paradisi* (M.)), y las mandarinas (*Citrus reticulata* (B.)) y algunas especies más sin tanta significación (Beñatena, 1972.).

La producción mundial de los cítricos en el año 2015 fue alrededor de 90 millones de toneladas, estando dentro de los mayores productores La República Popular China, le siguen Brasil y Estados Unidos, en menor escala se encuentran los demás países productores como: Australia, Argentina, Egipto, España, Israel, Italia, Japón, Marruecos, México, Turquía, Sudáfrica; en muchos de estos países las cosechas son destinadas al consumo en fresco, en otros como los grandes productores ya nombrados venden sus productos para la industria de jugos concentrados, ya que ellos obtienen grandes volúmenes con poca calidad de fruta (Federicitrus, 2016).

La región de producción en la Argentina se extiende a dos zonas del territorio nacional: el Noroeste donde se producen naranjas, pomelos y limones, principalmente en la provincia de Tucumán y el Nordeste (Formosa, Chaco, Corrientes y Misiones) que concentra aproximadamente el 43% de la producción total, donde predominan los cultivos de naranjas y mandarinas; el número de productores nacionales asciende a 5.300, que emplean directamente unas 100.000 personas. Argentina exporta cerca de 185.000 toneladas de limones, de las cuales el principal destino de dicha fruta fresca es Holanda con 41.278 toneladas, seguido por Rusia con 29.194 toneladas, España con 28.289 toneladas, luego vienen países como Italia, Grecia, Francia y Canadá concentrando entre los cuatro 46.927 toneladas exportadas (Federicitrus, 2016).

Las plantaciones comerciales de limonero, en la provincia de Corrientes, ocupan el tercer lugar, siguiendo a naranjo y mandarino (Federicitrus, 2016). El porcentaje de quintas de limonero de menos de 5 años han aumentado debido al Plan Proicitrus Limón del Ministerio de la Producción de Corrientes, este fue creado para sostener entre otros aspectos el de “Reconversión de Viveros”, que arrancó en el año 2011 y mediante el cual se facilitaron los insumos necesarios por convenio entre los viveristas y el Ministerio. Los viveristas deberán devolver lo aportado en plantas cítricas certificadas para abastecer a la producción y siguiendo los protocolos de propagación establecidos para la prevención de la enfermedad Huanglongbing (HLB), que indicaría un potencial importante para esta actividad (Ministerio de Producción, Trabajo y Turismo de Corrientes, 2016).

HLB es una enfermedad destructiva de los cítricos, causada por bacterias endógenas que son transmitidas de árbol en árbol por los vectores: *Diaphorina citri* en Asia y América y *Trioza Erytreae* en África y que representa una amenaza importante para la industria mundial de cítricos (Bové, 2006).

La fruticultura, al igual que toda actividad agrícola, es de alto riesgo climático, lo que unido a la gran interdependencia de los mercados, genera la necesidad de contar con información anticipada y confiable sobre la producción a obtener en cada temporada. Para poder competir en los mercados nacionales e internacionales, una de las herramientas necesarias es la predicción de los volúmenes a producir.

Las especies frutales y en particular los cítricos, presentan características especiales que dificultan las tareas de estimación de cosecha, como ser la gran heterogeneidad en las plantaciones en cuanto a variedad, tamaño, edad, sanidad y por lo tanto rendimientos (Palacios, 2005). Es necesario incrementar la base de información para mejorar la precisión de los pronósticos de cosecha de frutas, los cuales mejoran la toma de decisiones de empresas frutícolas y de organismos relacionados a la actividad; conocer la calidad y cantidad de fruta a ofertar, con varios meses de anticipación, nos permitirá –como sucede habitualmente en el negocio citrícola- colocar la mayor cantidad de fruta disponible, adecuando la calidad a las exigencias de cada mercado particular (Otero, 2005).

Las curvas de crecimiento se utilizan, entre otras cosas, para describir la evolución de una variable a través del tiempo, bajo las condiciones climáticas de la zona en estudio y para estimar el valor de la misma al momento de cosecha. La evaluación del diámetro tiene la ventaja de ser de fácil determinación, no destructiva y permite el seguimiento a lo largo de una temporada (Coombe, 1976; Hunt, 1979).

La Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue realiza pronósticos anuales de producción, con un método objetivo que se fundamenta en curvas de crecimiento (Avanza, 2010). El crecimiento del tamaño de los frutos hasta la cosecha, es una componente importante para realizar predicciones del volumen de producción. A través de un convenio con los gobiernos provinciales de Río Negro y Neuquén, la mencionada facultad ha realizado trabajos de relevamientos de información, procesamiento y elaboración del pronóstico de las principales variedades de frutos de pepita existentes en la región desde el año 1992.

En este trabajo se propone evaluar y ajustar modelos matemáticos que describan con precisión el crecimiento del fruto después de plena floración hasta la

cosecha y la relación del peso con el diámetro en plantaciones comerciales de limonero Eureka, de la provincia de Corrientes.

## Objetivos

Ajustar funciones matemáticas que describan: a) el incremento del diámetro del fruto en función de los días después de plena floración y b) la relación del peso en función del diámetro de frutos de limonero Eureka en la provincia de Corrientes.

## Antecedentes

El método estadístico que permite encontrar una expresión matemática para representar la relación entre dos o más variables donde una de las cuales está explicada por las restantes es el Análisis de Regresión (Steel y Torrie, 1992). Las experiencias en las que se ha aplicado este método para el ajuste de modelos de crecimiento de frutos en nuestro país han arrojado, en general, buenos resultados, utilizando modelos no lineales y modelos polinómicos de tercer grado (Bramardi, 1995). La metodología se basó en el criterio de mínimos cuadrados, ya sea a través de ecuaciones normales o procesos iterativos.

Los modelos de regresión no lineal son aquellos que se denominan no lineales en sus parámetros, ya que no pueden ser linealizados por medio de una transformación. Un ejemplo de esto es el modelo de regresión exponencial con término de error aditivo:  $y_i = \theta_0 e^{\theta_1 x_i} + \varepsilon_i$ , en esta expresión  $y$  y  $x$  son variables aleatorias donde el subíndice indica que corresponde a la observación  $i$ ,  $\theta_0$  y  $\theta_1$  son los parámetros del modelo,  $e$  es una constante numérica cuyo valor es 2,71828 y  $\varepsilon_i$  es el término de error. Estos modelos son intrínsecamente no lineales porque no existe una transformación que los lleve a un modelo lineal (Draper & Smith, 1981, Montgomery *et al.*, 2004).

## Modelos de Crecimiento

Avanza *et al.* (2004) evaluaron el comportamiento de distintos modelos de regresión no lineal para describir el patrón de crecimiento de frutos de naranjo dulce var. Valencia Late. Los modelos evaluados fueron de tipo sigmoideo, en forma de S, referenciado con respecto al tiempo, obteniéndose como resultado el modelo Monomolecular. Bóbeda *et al.* (2014) encontraron que los modelos Logísticos y

Gompertz son los que mejor describen el patrón de crecimiento de los frutos en mandarino.

Casierra Posada *et al.* (2007) evaluaron modelos de crecimiento de frutos en función del tiempo de tres cultivares de tomate, en plantas cultivadas bajo condiciones de invernadero. Los modelos cúbico y exponencial ajustaron con los mayores coeficientes de regresión.

## **Relación peso-diámetro**

Bramardi (1995) ajustó modelos potenciales a la relación peso-diámetro de frutos de pera 'William's' y 'Packham's Triumph'. Para frutos de mandarino 'Poncã' (*Citrus reticulata*, Blanco), en Viçosa – Minas Gerais, Esposti *et al.* (2008) estimaron el peso a cosecha en función al diámetro, aplicando una ecuación de regresión lineal. La cuantificación, por medio de un modelo, de la relación de diámetro ecuatorial con el peso de frutos permite transformar el diámetro a la cosecha en peso para categorizar cada tamaño de fruto en relación al peso de los envases comerciales utilizados en el mercado externo (Arzani *et al.*, 1999).

Avanza (2011) ajustó modelos potenciales a la relación peso-diámetro en naranja 'Valencia late', con bajos errores estándares de estimación (EE).

Bóbeda *et al.* (2013) trabajaron en estimar la función que mejor ajuste la relación entre el peso y el diámetro de frutos de mandarino y limón. Encontrando que el modelo potencial fue el que mejor ajustó la relación peso-diámetro.

El incremento del tamaño de los frutos hasta la cosecha y la relación del peso con el diámetro ecuatorial son componentes importantes para realizar predicciones del volumen de producción, ya que los modelos de pronóstico para un área específica utilizan tres componentes: número de árboles, número de frutos por árbol (carga) y peso promedio del fruto (Avanza, 2011).

## **Materiales y Métodos**

Los datos fueron recolectados durante la campaña 2011/2012, en dos lotes comerciales de limonero 'Eureka' (*Citrus limón* (L.) Burm.f), injertados sobre Lima Rangpur (*Citrus limonia* Osb) y Limón Rugoso (*Citrus jambhiri* Lush.) ubicados en los departamentos de Bella Vista y Saladas, Corrientes, Argentina, en adelante denominados LOTE 1 y

LOTE 2 respectivamente. El LOTE 1, está situado en el Paraje Lomas Este 1<sup>era</sup>. Sección, 28° 30.665'S; 58° 59.468'W. El marco de plantación fue de 7 x 5 m con un total de 366 plantas. El LOTE 2 está ubicado en la localidad de “Pago de los Deseos” del Departamento de Saladas, en la posición 28°13.581'S; 58°15.183'W, el marco de plantación fue 7 x 4 m, con un total de 403 plantas. En ambos lotes el tipo de suelo es arenoso, con baja retención de agua y bajos niveles de fertilización; el manejo fue con riego por goteo subterráneo.

### Muestreo

Para la determinación del incremento del diámetro se identificaron 10 árboles en cada lote, elegidos por muestreo sistemático con arranque aleatorio y luego 30 frutos por árbol (distribuidos en la copa). Este tipo de muestreo consiste en elegir al azar un punto de arranque y a partir del mismo se eligen en forma sistemática (siguiendo una figura de zig – zag) hasta completar la muestra. Posteriormente con una frecuencia de 7 días a partir de los 60 días después de plena floración (DDPF) hasta los 175 DDPF, se registró el diámetro ecuatorial (mm) con calibre digital. Las fechas evaluadas fueron 12, comprendidas entre noviembre de 2011 y abril del 2012. Luego al momento de la cosecha (abril/2012 en el LOTE 1 y junio/2012 en el LOTE 2), se agregaron 20 frutos más por árbol, a los 30 frutos elegidos aleatoriamente a los cuales se les hizo la determinación del diámetro y del peso (g) de cada uno. El peso se midió con balanza digital.

Se calculó la media y el error estándar del diámetro del fruto. El error estándar corresponde al desvío estándar dividido por raíz de n y el desvío estándar es la raíz cuadrada de la varianza muestral calculada como la suma de los cuadrados de las diferencias de cada dato con respecto a la media muestral, dividida por (n–1) (Balzarini, *et al*, 2008).

### Modelos de Crecimiento

Los modelos propuestos para modelar el crecimiento del diámetro del fruto fueron los que se describen en la Tabla 1:

Tabla 1. Expresiones matemáticas de los modelos de crecimiento Logístico, Gompertz y Monomolecular. El *Diámetro* representa el diámetro del fruto (mm);  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ : son los parámetros de los modelos, *DDPF*: son los días después de plena floración.

Logístico	Gompertz	Monomolecular
Diámetro = $\alpha / (1 + \beta * e^{(-\gamma * DDPF)})$	Diámetro = $\alpha * e^{-e^{(\beta - \gamma DDPF)}}$	Diámetro = $\alpha * (1 - \beta * e^{(-\gamma * DDPF)})$

## Modelos para evaluar la relación Peso-Diámetro

Los modelos propuestos para cuantificar la relación peso-diámetro se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Expresiones matemáticas de los modelos que relacionan el peso y el diámetro ecuatorial de frutos de limonero 'Eureka'. *Peso*: el peso del fruto (g);  $\alpha$  y  $\beta$  = son los parámetros de los modelos, *DE*: diámetro ecuatorial del fruto (mm) y  $\varepsilon$ : error aleatorio.

Modelo Exponencial	Modelo Potencial
$Peso = \alpha * \exp(\beta * DE) + \varepsilon$	$Peso = \alpha * DE^\beta + \varepsilon$

## Ajuste y Selección del Modelo no lineal

Se realizó un análisis de regresión no lineal el cual permitió obtener los estimadores por mínimos cuadrados de los parámetros propuestos. Este método consiste en una técnica encuadrada dentro de la optimización matemática; encuentra los valores de los parámetros desconocidos con el criterio de mínimo error cuadrático, minimizando el cuadrado de las diferencias entre los datos observados y los puntos obtenidos a partir de la función estimada. Una de las propiedades que presenta este método en regresión lineal, es que los errores se distribuyen normales con media 0 y varianza constante (Draper & Smith, 1981). Sin embargo los estimadores mínimos cuadrados de un modelo de regresión no lineal, no tienen las mismas propiedades que los estimadores correspondientes a un modelo lineal. Sólo asintóticamente, es decir, cuando el tamaño de la muestra es grande, las propiedades de los estimadores de modelos no lineales se aproximan a las de los estimadores de modelos de regresión lineal (Draper & Smith, 1981).

Las estimaciones de los parámetros se realizaron con el paquete estadístico InfoStat ver. 2015 (Di Rienzo *et al.*, 2015).

## Determinación de los valores iniciales

Para ajustar un modelo no lineal de regresión se requiere dar valores iniciales o de arranque a los parámetros del modelo. Estos valores serían cercanos a los valores reales de los parámetros y minimizarán las dificultades de convergencia. Una mala elección de los mismos podría causar la convergencia hacia un mínimo local de la función y pasaría completamente desapercibido el que se haya obtenido una solución sub óptima. El

programa InfoStat determina automáticamente los valores iniciales de los parámetros ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ) a partir de un gráfico de  $Y$  versus  $X$ .

Luego de realizar las estimaciones de los parámetros de regresión no lineal, se seleccionó el mejor modelo teniendo en cuenta la significación de parámetros (Prueba t), magnitud de Cuadrado Medio del Error (CME).

## **Resultados y Discusión**

El análisis de los datos del LOTE 1 y el LOTE 2 se realizó en forma separada asumiendo que las diferentes condiciones ambientales sugieren modelos diferentes.

### **Estadísticas descriptivas**

Se calcularon los diámetros promedios y errores estándares, en las fechas iniciales y finales de la toma de datos, en la Tabla 3 podemos observar los resultados para los lotes 1 y 2.

Tabla 3. DDPF (días después de plena floración), diámetros promedios y errores estándares de frutos de limonero Eureka en los lotes 1 y 2.

	Momento de la Toma de Datos	DDPF (días)	Diámetro Promedio(mm)	Error Estándar(mm)
LOTE 1	INICIO	56	19,52	3,70
	FINAL	171	51,52	4,80
LOTE 2	INICIO	60	25,23	3,69
	FINAL	175	50,36	4,76

### **Modelos de crecimiento**

La tabla 4 presenta los resultados obtenidos por el análisis de regresión no lineal en cada uno de los lotes 1 y 2.

Tabla 4. Modelos evaluados, N: número de datos, CME: Cuadrado medio del error, Estimación de los parámetros, EE: Error Estándar de Estimación y p-valor correspondiente a los lotes 1 y 2.

	Modelos	N	CME	Parámetros	Estimación	EE	p-valor
LOTE 1	Logístico	2820	14,32	$\alpha$	52,15	0,32	<0,0001
				$\beta$	8,34	0,31	<0,0001
				$\gamma$	0,03	0,00	<0,0001
	Gompertz	2820	14,07	$\alpha$	53,99	0,42	<0,0001
				$\beta$	3,45	0,11	<0,0001
				$\gamma$	0,02	0,00	<0,0001
	Monomolecular	2820	13,9	$\alpha$	57,75	0,67	<0,0001
				$\beta$	1,47	0,04	<0,0001
				$\gamma$	0,01	0,00	<0,0001
LOTE 2	Logístico	2557	15,09	$\alpha$	51,85	0,35	<0,0001
				$\beta$	5,7	0,27	<0,0001
				$\gamma$	0,03	0,00	<0,0001
	Gompertz	2557	14,99	$\alpha$	53,1	0,44	<0,0001
				$\beta$	2,81	0,12	<0,0001
				$\gamma$	0,02	0,00	<0,0001
	Monomolecular	2557	14,94	$\alpha$	55,26	0,62	<0,0001
				$\beta$	1,41	0,05	<0,0001
				$\gamma$	0,02	0,00	<0,0001

Se puede observar que en ambos lotes los tres modelos evaluados presentan los coeficientes  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  con altos valores de significancia. Sin embargo el modelo Monomolecular fue el que presentó menor Cuadrado Medio del Error (CME). Con este resultado se decidió ajustar un único modelo Monomolecular a la serie de datos resultantes de fusionar los lotes 1 y 2. Los resultados se presentan en la tabla 7.

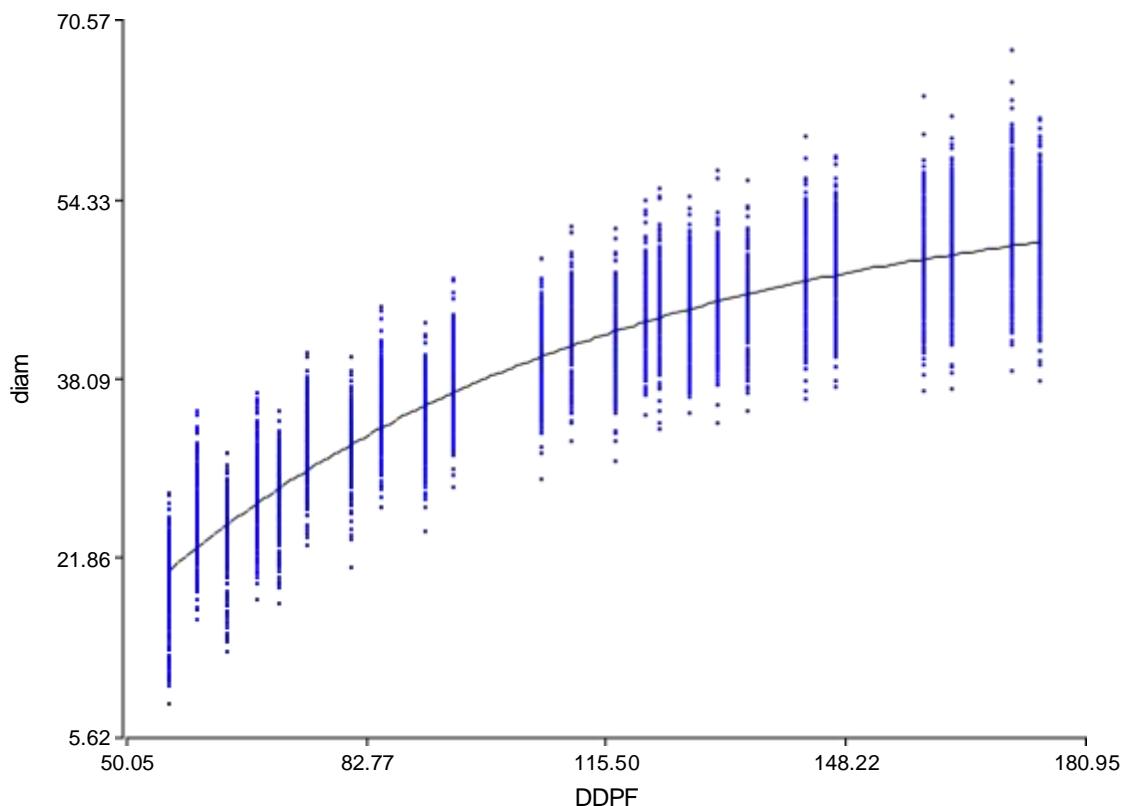
Tabla 5. Modelo Monomolecular estimado con los datos de los lotes 1 y 2. N: número de datos CME: Cuadrado medio del error, Estimación de los parámetros, EE: Error Estándar de Estimación y p-valor.

N	CM Error	Parámetros	Estimación	EE	p
5377	15,12	$\alpha$	55,84	0,43	<0,0001
		$\beta$	1,51	0,03	<0,0001
		$\gamma$	0,02	0,00	<0,0001

Por lo tanto, la expresión final del modelo seleccionado es la siguiente:

$$\text{Diámetro} = 55.84 * (1 - 1.51 * e^{-0.02 * \text{DDPF}})$$

Figura 1. Curva de crecimiento para los datos fusionados de los lotes 1 y 2, ajustados al modelo monomolecular, donde **diam**: es el diámetro ecuatorial de los frutos y **DDPF**: días después de plena floración.



El valor de  $\alpha$ : está relacionado a la asymptota superior de la curva, es decir el valor estimado del diámetro promedio al momento de la cosecha es 55.84;  $\beta$ : es el parámetro relacionado con la ordenada al origen de la curva, es decir que está en relación al valor del diámetro a los 56 días y  $\gamma$  : que es parámetro relacionado con la velocidad de crecimiento del diámetro cada 10 o 15 días.

### Modelos de relación Peso-Diámetro

La tabla 6 presenta los resultados obtenidos por el análisis de regresión no lineal en cada uno de los lotes.

Tabla 6. Valores correspondiente para cada uno de los modelos evaluados, CME: Cuadrado medio del error, Estimación de los parámetros, EE: Error Estándar de la Estimación y p-valor, lotes 1 y 2.

Lote	Modelo	CM Error	Parámetros	Estimación	EE	P
LOTE 1	Potencial	38,35	$\alpha$	0,0017	0,0003	<0,0001
			$\beta$	2,73	0,0422	<0,0001
	Exponencial	39,88	$\alpha$	6,74	0,29	<0,0001
			$\beta$	0,05	0,00075	<0,0001
LOTE 2	Potencial	154,6	$\alpha$	0,0025	0,0005	<0,0001
			$\beta$	2,658	0,00081	<0,0001
	Exponencial	162,41	$\alpha$	10,64	0,29	<0,0001
			$\beta$	0,04	0,00075	<0,0001

Se puede observar que en ambos lotes los tres modelos evaluados presentan los coeficientes Alfa y Beta con altos valores de significancia. Sin embargo el modelo potencial fue el que presentó menor Cuadrado Medio del Error (CME). Con este resultado se decidió ajustar un único modelo potencial a la serie de datos resultantes de fusionar los lotes 1 y 2. Los resultados se presentan en la tabla 7.

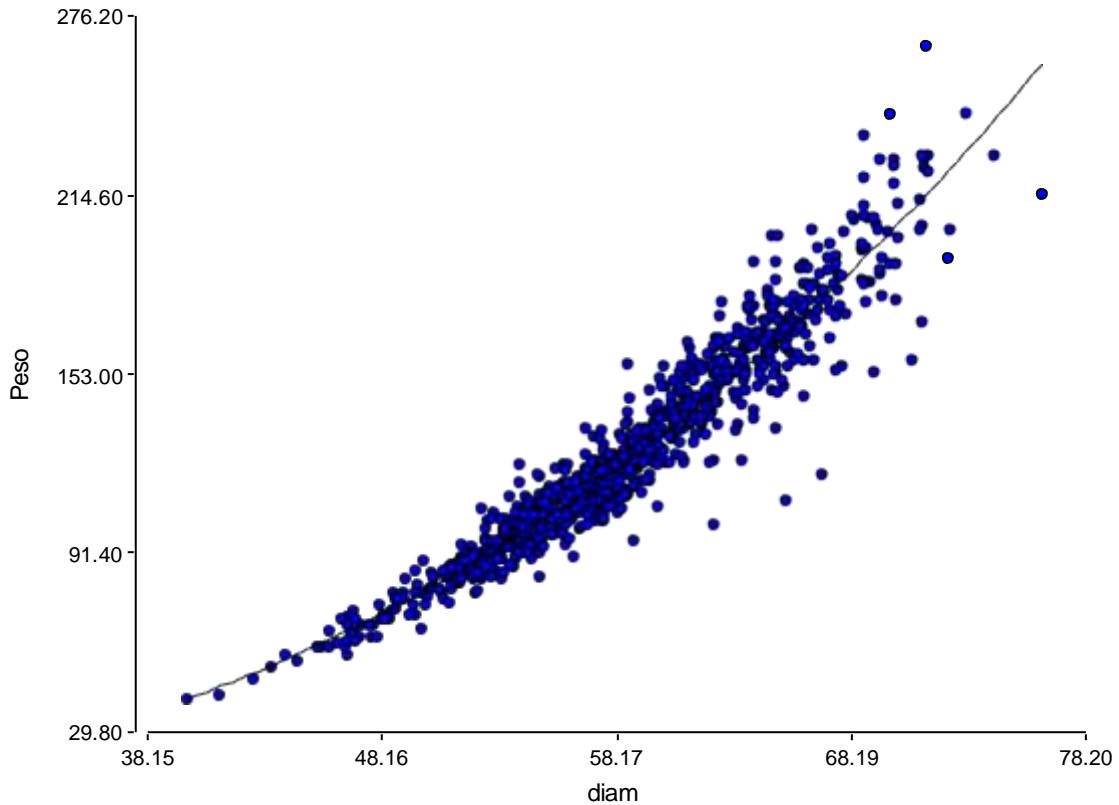
Tabla 7. Valores correspondientes al modelo potencial evaluado con datos de los lotes 1 y 2, CME: Cuadrado medio del error, Estimación de los parámetros, EE: Error Estándar de la Estimación y p- valor.

Modelo	CM Error	Parámetros	Estimación	EE	P-valor
Potencial	101,05	$\alpha$	0,0017	0,00014	<0,0001
		$\beta$	2,82	0,027	<0,0001

Por lo tanto, la expresión final del modelo seleccionado es la siguiente:

$$\text{Peso} = 0,0017 * (\text{DE}^{2,82})$$

Figura 2. Curva de crecimiento para los datos fusionados de los lotes 1 y 2, ajustados al modelo potencial; donde **Peso**: es el peso de los frutos al momento de cosecha, y **diam**: es el diámetro ecuatorial de dichos frutos.-



Avanza (2011) en naranjo Valencia Late obtuvo también el modelo potencial para representar la relación peso–diámetro, el modelo obtenido tuvo un valor de  $\beta$  igual a 2,67, siendo un valor inferior al  $\beta$  obtenido en limón Eureka. Naturalmente son frutos con formas diferentes, sin embargo nos permite interpretar que un aumento en diámetro en limón es más significativo en el peso y en consecuencia en la producción.

### **Conclusiones**

El modelo Monomolecular fue el que mejor representó el crecimiento del fruto a través del tiempo en ambos lotes evaluados:

$$\text{Diámetro} = 55.84 * (1 - 1.51 * e^{-0.02 * \text{DDPF}})$$

El modelo Potencial fue el que mejor representó la relación del peso con el diámetro ecuatorial del fruto en ambos lotes:

$$\text{Peso} = 0,0017 * (\text{DE}^{2,82})$$

## **Bibliografía**

- \*Agusti, M. 2003. Citricultura. 2º Edición. Editorial Mundi Prensa. Cap. 8.
- \*Arzani, K.; Lawes, S.; Wood, D. 1999. Estimation of Sun drop apricot fruit volume and fresh weight from diameter. *Acta Horticuture*, 488:321-326.
- \*Avanza, M. 2010. Desarrollo de una propuesta metodológica para la predicción de cosecha de naranjo dulce (*Citrus sinensis* L. Osbeck) var. Valencia late en la provincia de Corrientes, Argentina. Tesis Doctoral de la Universidad Nacional del Nordeste, Área Recursos Naturales.
- \*Avanza, M. 2011. Desarrollo de una propuesta metodologica para la predicción de cosecha de naranjo dulce ( *Citrus sinensis* L. Osbeck) var. Valencia Late en la provincia de Corrientes, Argentina. Doctorado en el Area de Recursos Naturales. UNNE. 227 pp.
- \*Avanza, M.; Giménez, L.; Mazza, S.; Rodriguez, V. 2004. Descripción del crecimiento de frutos de naranjo dulce mediante el uso de modelos no lineales. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones científicas. Res: A-018.
- \* Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Casanoves F., Di Rienzo J.A., Robledo C.W. (2008). Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina
- \*Beñatena, H. 1972. Variedades cítricas cultivadas. Boletín Técnico N° 4. EEA INTA Concordia. 6 pp.
- \*Bóbeda, G.; Giménez, L.; Montoya, A.; Mazza, S. 2013. Relación peso-diámetro de frutos en variedades de mandarina y limón de la Provincia de Corrientes. IV Encuentro Iberoamericano de Biometría y XVIII Reunión Científica del GAB.
- \*Bóbeda, G.; Gimenez, L.; Gaiad, J.; Montoya, N.; Mazza, S. 2014. Ajuste de modelos de crecimiento según calibre comercial en mandarino Tangor Murcott. XIX Reunión del Grupo Argentino de Biometría.
- \*Bové, J.M. 2006. Huanglongbing: A destructive, Newly-Emerging, Century-Old Disease of citrus. *Journal of Plant Pathology*. Edizioni ETS Pisa . 88 (1), p 7-37.
- \*Bramardi, S. 1995. “Modelos de predicción de tamaño de frutos a la cosecha en base a mediciones sucesivas durante el período de crecimiento. Peras cvs. William`s y Packham`s Triumph en la región del Alto Valle de Río Negro y Neuquén “. Tesis para optar al grado de Magíster Scientiae-Area Biometría. Escuela para graduados Convenio Facultad de Agronomía- UBA e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

\*Casierra Posada, F.; Cardozo, M.; Cárdenas-Hernández, J. 2007. Análisis de crecimiento en frutos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados bajo invernadero. Agr. Col. 25: 299-305.

\*Coombe, B. 1976. The development of fleshy fruits. Annu. Rev. Plant Physiol. 27: 207-228.

\*Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. 2015. InfoStat versión 2015. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>

\*Draper, N. & Smith, H. 1981. Applied regression analysis. (2nd Ed.) New York: Wiley. 709 pp.

\*Estopi, M.; Lopez Squeira, D.; Ceco, P. 2008. Crescimento de frutos de tangerineira 'Poncã' (*Citrus reticulata*, Blanco). Revista Brasileira de Fruticultura, 30 (3):657-661.

\*Federicitrus, boletín 2014. {Consulta: 14/08/2014}

<http://www.federcitrus.org/noticias/upload/informes/Act%20Citricola%202014.pdf>

\*Folwell, R. J.; Santos D. E.; Spayd S. E.; Porter, L. H.; Wells, D. S. 1994. Statistical technique for forecasting Concord grape production. Amer. J. Enol. Viticult. 45: 63-70.

\*Hunt, R. 1979. Plant growth analysis: The rationale behind the use of the fitted mathematical function. Ann. Bot. 43: 245-249.

\*Montgomery, D.G., Peck, EA, Vining, G.G. 2004. Introducción al análisis de regresión lineal. Compañía Editorial Continental. México. 567 pp.

\*Organización Mundial de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma 2004. Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas. {Consulta: 14/07/2014}

<http://www.fao.org/docrep/007/y5143s/y5143s0z.htm#TopOfPage>

\*Otero, Álvaro; Goñi, Carmen; Carrau, Fernando; Zefferino, Elina; Brennan, Michael. 2005. Previsión de productividad y calidad en citrus: herramientas para una gestión sustentable. Revista INIA. Uruguay. 21 pp.

\*Palacios, J. 2005. Citricultura. Tucumán. Argentina. 518 pp.

\*Ratkowsky, D.A. 1983. Nonlinear Regression Modeling: A Unifield Practical Approach, New York and Basel: Marcel Dekker, INC. 273 pp.

\*Ratkowsky, D.A. 1989. Handbook of Nonlinear Regression Models, New York and Basel: Marcel Dekker, INC. 237 pp.

\*Steel, R.; Torrie, J. (1992). Bioestadística: Principios y Procedimientos Mc Graw Hill. México. 622 pp.