

# CURVAS EN S, APLICACIÓN EN PRODUCTOS INNOVADORES DEL SECTOR AGROINDUSTRIAL Y QUÍMICO COLOMBIANO

## CURVAS EM S, APLICAÇÃO EM PRODUTOS INNOVADORES DO SETOR AGROINDUSTRIAL E QUIMICO COLOMBIANO

### S CURVE, APPLICATION OF INNOVATIVE PRODUCTS OF AGROINDUSTRIAL AND CHEMICAL SECTOR OF COLOMBIA

JHON WILDER ZARTHA SOSSA<sup>1</sup>, ANDRÉS FELIPES AVALOS PATIÑO<sup>2</sup>, SERGIO AGUILAR URREA<sup>3</sup>

#### PALABRAS CLAVE:

Innovación tecnológica, Puntos de inflexión, Estrategias de negociación, Estrategias de mercadeo.

#### KEYWORDS:

Technological innovation, Inflection points, Negotiating strategies, Marketing strategies.

#### PALAVRAS-CHAVE:

Inovação tecnológica, Ponto de inflexão, Estratégias de negociação, Estratégias de marketing

#### RESUMEN

*En este artículo se analiza la difusión de innovaciones tecnológicas de tres productos innovadores de la industria química y agroindustrial colombiana a través de regresiones no lineales. Se partió de la elección de un modelo de crecimiento logístico como herramienta de medición y de series que describieran el comportamiento del producto en el tiempo. Los parámetros de desempeño empleados fueron: ventas en dinero y cantidad producida del producto químico, y ventas en unidades de los productos agroindustriales. Después de efectuar las regresiones se realizó el análisis estadístico. Con este trabajo se comprobó que la difusión de las innovaciones tecnológicas y los ciclos de vida de los productos tienen un comportamiento análogo al del crecimiento poblacional, formando una curva en S, lo cual es concordante con los planteamientos teóricos. Adicionalmente se obtuvieron los puntos de inflexión de cada una de las curvas. Los puntos de inflexión podrán ser usados como herramienta para la toma de decisiones estratégicas en cuanto a la determinación de momentos claves para el lanzamiento de innovaciones tecnológicas, realización de inversiones, y ejecución de estrategias de negociación y de mercadotecnia.*

---

**Recibido para evaluación:** 10 de febrero de 2010. **Aprobado para publicación:** 16 de abril 2010

- 1 Jhon Wilder Zartha Sossa. Ingeniero Agroindustrial. Msc. Gestión Tecnológica. Director del grupo de investigación en Política y Gestión Tecnológica. Universidad Pontificia Bolivariana.
- 2 Andrés Felipe Avalos Patiño. Ingeniero Agroindustrial. Msc (c) Gestión Tecnológica. Pasante investigador grupo de investigación en Política y Gestión Tecnológica. Universidad Pontificia Bolivariana.
- 3 Sergio Aguilar Urrea. Ingeniero Agroindustrial. Msc (c) Gestión Tecnológica. Pasante investigador grupo de investigación en Política y Gestión Tecnológica. Universidad Pontificia Bolivariana.

**Correspondencia:** jhon.zartha@upb.edu.co

## ABSTRACT

*In this article, the diffusion of technological innovations of three innovative products from the chemical and agribusiness Colombian company through non linear regressions are analyzed. In doing this, the starting point was a model of logistic growing as a tool of measurement and series which describe the behavior of the product in time. The parameters of performance implemented were: sales in money and quantity of production of the chemical product, and sales in units of the agribusiness products. After doing the regressions, a statistical analysis was done. With this work, it was proved that the diffusion of the technological innovations and the life cycles of products have a similar behavior compared to the growing of the population, forming a curve in S, which agree with the theoretical proposals. Additionally, the inflexion points of each curve were obtained. The inflexion points could be used as a tool for the strategic decisions making when determining the key moments to launch technological innovations, when making investments and also when executing business and marketing strategies.*

## RESUMO

*Neste trabalho se analisa a difusão de inovações tecnológicas de três produtos inovadores da indústria química e agroindustrial Colombiana a través de regressões não lineais. Para isto, se partiu da eleição de um modelo de crescimento logístico como ferramenta de medição e de series que descrevem o comportamento do produto no tempo. Os parâmetros de desempenho empregados foram: vendas à vista e a quantidade de produção do produto químico, e vendas em unidades dos produtos agroindustriais. Logo de efetuar as regressões se fez o análises estatístico. Com este trabalho, se constatou que a difusão das inovações tecnológicas e os ciclos de vida dos produtos têm um comportamento semelhante ao do crescimento da população, formando uma curva em S, o que é consistente com a teoria. Além disso, se determinaram os pontos de inflexão de cada uma das curvas. Os pontos de inflexão poderão ser utilizados como ferramenta para tomada de decisões estratégicas relativas à determinação de momentos chaves para o lançamento de inovações tecnológicas, investimentos e implementação de estratégias de negociação e marketing.*

## INTRODUCCIÓN

Las curvas en S se han convertido en una importante herramienta para el análisis de la difusión de innovaciones tecnológicas y la adopción de las mismas. Tidd y Bessant [1] reportan su aplicación en el análisis de la difusión de los televisores a color en el Reino Unido, Schilling [2] estudió las mejoras en la densidad de transistores de los microprocesadores de Intel a lo largo del tiempo, de igual manera Schilling y Esmundo [3] analizaron las alternativas en energía renovable por medio de las Curvas en S, en este caso las autoras graficaron los KWh producidos por millón invertido en actividades I+D... Zartha y colaboradores [4,5] han trabajado esta metodología en diferentes productos de sectores productivos colombianos desde 2007, entre los cuales se incluyen el agroindustrial, financiero y el químico.

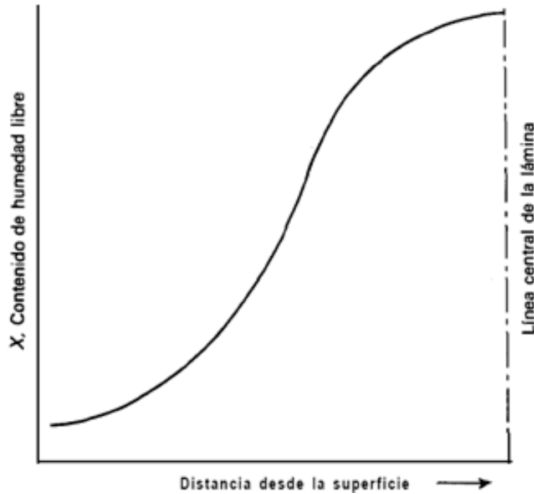
El estudio matemático de estas curvas parte de los similares realizados desde otras Ciencias, por ejemplo, desde

el punto de vista Biológico si se grafica el diámetro de un árbol –eje y – en función del tiempo –eje x–, se obtiene una curva en S, si se grafica el número de microorganismos termófilos de un Yogurt o los mesófilos de un Kumis en el tiempo se obtiene una curva en S, un caso similar se puede apreciar en el crecimiento de una población, si se grafica el crecimiento de está en función del tiempo, se puede observar una curva en S[6].

Las curvas en S también están presentes en diversas operaciones unitarias de la química e incluso de las Ingenierías Agroindustrial y de Alimentos. Tal es el caso del proceso de secado de sólidos, cuando se grafica la distribución de la humedad en una lamina porosa que se seca por ambas caras se observa un comportamiento sigmoideal [7] (Ver Fig. 1).

En la separación mecánica cuando se grafica en un tamiz la fracción acumulativa de masa en función del diámetro de partícula se obtiene un comportamiento de curva en S [7] (Ver Fig. 2).

**Figura 1.** Distribución de la humedad en una lamina porosa que se seca por ambas caras



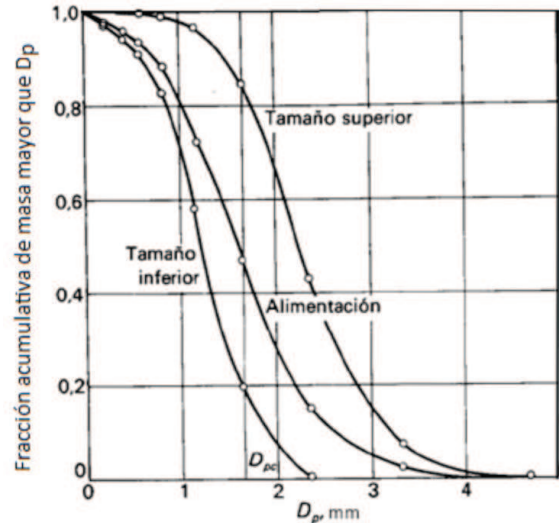
Fuente: McCabe W.1998

Otro ejemplo de las operaciones unitarias de la química donde se evidencia el comportamiento de sigmoide, es en la adsorción en lecho fijo, donde las concentraciones en la fase fluida y en la fase sólida varían con el tiempo y la posición en el lecho [7] (Ver Fig. 3).

Diferentes autores que han estudiado la curva en S aplicada al análisis de la difusión de innovaciones tecnológicas la dividen en cuatro etapas y proponen estrategias a implementar en cada una de ellas [8, 9,10]. Carlota Pérez [8] describe cuatro fases de la curva con sus respectivas características (ver Fig. 4). La fase uno es la difusión inicial, donde los conocimientos están libremente disponibles, la fase dos se caracteriza por ser de rápido crecimiento o crecimiento temprano, en el momento de inicio de esta etapa es necesario proteger la innovación. La fase 3 se conoce como la etapa de crecimiento tardío, en estas dos fases se debe hacer énfasis en ejercer los derechos de propiedad sobre una innovación tecnológica, con el fin de levantar barreras que impidan el ingreso de nuevos participantes al mercado. Al finalizar la fase 3 estos mecanismos no serían efectivos, debido a que el conocimiento quedaría libremente disponible en el momento en el cual comienza la fase 4 o de madurez.

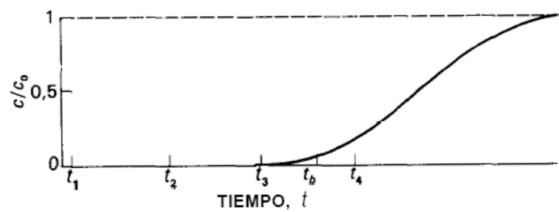
El objetivo de este trabajo es aplicar esta herramienta a 4 productos innovadores del sector Químico y Agroindustrial Colombiano con el fin de determinar el punto de inflexión de cada uno de ellos y así poder proponer diferentes estrategias de innovación.

**Figura 2.** Fracción acumulativa real de un Tamiz



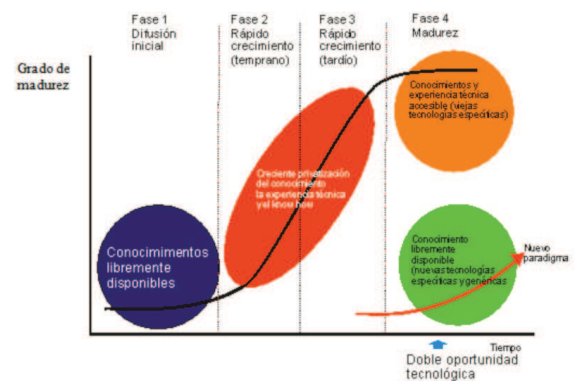
Fuente: McCabe W. 1998

**Figura 3.** Curva de ruptura para la adsorción en un lecho fijo



Fuente: McCabe W.1998

**Figura 4.** Oportunidades tecnológicas cambiantes



Fuente: (Pérez, 1992)

## METODOLOGÍA

En el desarrollo de este análisis se ejecutaron dos fases. En la primera se eligieron las series de datos adecuadas para el estudio, en la segunda se seleccionaron seis modelos matemáticos, se realizaron las regresiones no lineales. A continuación se describe cada una de las fases.

### Fase I

En la primera fase se trabajó en la consecución de series de datos de productos del sector químico y agroindustrial, dichas series debían describir el desempeño del producto en el tiempo, estas podían ser: ventas en dinero o en cantidad, producción o usuarios en el tiempo. Después de la recolección de los datos se realizó una selección de los que se ajustaron a una curva en S o a una secuencia de ellas, los productos trabajados aparecen en la tabla 1.

### Fase II

La segunda fase radicó en la elección de seis modelos matemáticos que se ajustaran a los datos obtenidos, esto se realizó mediante una revisión bibliográfica en la cual se encontró una gran cantidad de opciones [11,12]. Los modelos seleccionados fueron los siguientes:  
Modelo Logístico de 4 parámetros

$$y(t) = a + \frac{b}{1 + e^{-(1/c)(t-d)}} \quad 1)$$

donde:

$y(t)$  = Desempeño en función del tiempo.

$a + b$  = Asintota superior de la curva.

$c$  = Parámetro de crecimiento.

$d$  = Punto de de inflexión.

Modelo Logístico de 3 parámetros

$$y(t) = \frac{a}{1 + e^{-(1/b)(t-d)}} \quad 2)$$

donde:

$y(t)$  = Desempeño en función del tiempo.

$a$  = Asintota superior de la curva.

$b$  = Parámetro de crecimiento.

$d$  = Punto de de inflexión.

Modelo Chapman de 3 parámetros

$$y(t) = a(1 - e^{(-b*t)^c})^c \quad 3)$$

Modelo Chapman de 4 parámetros

$$y(t) = l + a(1 - e^{(-b*t)^c})^c \quad 4)$$

Modelo Gompertz de 3 parámetros

$$y(t) = ae^{-e^{-\frac{t-d}{b}}} \quad 5)$$

Modelo Gompertz de 4 parámetros

$$y(t) = c + ae^{-e^{-\frac{t-d}{b}}} \quad 6)$$

Para poder obtener los valores de las constantes fue necesario realizar una regresión no lineal, la cual fue ejecutada en el software Sigmaplot, este programa entrega como resultados: la figura de la curva en S, el valor de cada una de las constantes, el valor de R2, el error estándar, el valor t, el valor p, el valor del estadístico Durbin-Watson (DW) y los residuos. Posteriormente se realizó el análisis estadístico de los resultados [13]. Para poder encontrar el punto de inflexión se recurrió al concepto de la segunda derivada, las funciones trabajadas son diferenciables en todo su dominio, por lo que se puede encontrar el punto de inflexión garantizando que existe un intervalo abierto que contiene a  $t$ , entonces  $(t, f(t))$  es un punto de inflexión de la gráfica de  $f$  si  $f''(t)$  existe y  $f''(t) = 0$  [14].

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos después de realizar las regresiones no lineales a cada una de las series se muestran en las tablas 2, 3, 4, 5, 6, 7.

Tabla 1. Productos trabajados

Producto	Sector	Parámetros de desempeño	Meses analizados
Condimento X	Saborizantes	Unidades vendidas	54
Condimento Y	Saborizantes	Unidades vendidas	54
Químico en toneladas producidas	Químico	Toneladas producidas	30
Químico venta en pesos	Químico	Ventas	30

**Tabla 2.** Resultados obtenidos con el modelo Logístico de 4 parámetros

Parámetro	Condimento X			Condimento Y			Químico toneladas producidas			Químico venta en pesos		
	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p
a	-128602,36	-3,936	0,0003	-288761,6	-4,885	<0,0001	-11576,241	-8,648	<0,0001	-82219,578	-1,778	0,087
b	758163,717	16,99	<0,0001	993062,684	13,967	<0,0001	42316,957	15,153	<0,0001	213339,007	2,452	0,021
c	12,146	12,799	<0,0001	14,487	13,631	<0,0001	16,571	14,038	<0,0001	28,274	2,39	0,024
d	20,299	22,203	<0,0001	14,005	9,148	<0,0001	16,423	44,291	<0,0001	13,791	5,497	<0,0001
Punto de inflexión	20,299			14,005			16,423			13,791		
R <sup>2</sup> %	99,489			99,716			99,986			99,937		
DW	0,506			0,61			1,676			0,573		
F	3244,0874			5871,1727			63091,9604			13691,3447		

**Tabla 3.** Resultados obtenidos con el modelo Logístico de 3 parámetros

Parámetro	Condimento X			Condimento Y			Químico toneladas producidas			Químico venta en pesos		
	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p
a	585303,24	70,614	<0,0001	637810,727	75,484	<0,0001	19431,998	32,75	<0,0001	58929,424	27,629	<0,0001
b	8,446	26,393	<0,0001	8,578	26,178	<0,0001	6,504	21,36	<0,0001	6,555	17,913	<0,0001
d	23,473	57,518	<0,0001	21,32	53,793	<0,0001	16,703	31,739	<0,0001	16,561	26,35	<0,0001
Punto de inflexión	23,273			21,32			16,703			16,561		
R <sup>2</sup> %	0,9909			0,9902			0,9937			0,991		
DW	0,297			0,195			0,147			0,147		
F	2790,869			2584,776			2119,777			2119,777		

**Tabla 4.** Resultados obtenidos con el modelo Chapman de 3 parámetros

Parámetro	Condimento X			Condimento Y			Químico toneladas producidas			Químico venta en pesos		
	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p
a	723339,18	26,417	<0,0001	770722,485	44,027	<0,0001	69553,565	10,026	<0,0001	1983114,09	5,249	<0,0001
b	0,044	11,281	<0,0001	0,043	16,93	<0,0001	0,013	8,364	<0,0001	0,014	4,27	<0,0001
c	1,946	14,432	<0,0001	1,649	23,095	<0,0001	1,196	69,496	<0,0001	1,181	34,033	<0,0001
Punto de inflexión	15,23			11,548			13,901			12,292		
R <sup>2</sup> %	99,34			0,997			0,9999			99,94		
DW	0,414			0,571			1,518			0,548		
F	4017,737			8602,664			90851,559			21352,895		

**Tabla 5.** Resultados obtenidos con el modelo Chapman de 4 parámetros

Parámetro	Condimento X			Condimento Y			Químico toneladas producidas			Químico venta en pesos		
	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p
a	696741,075	21,103	<0,0001	755442,377	31,268	<0,0001	56902,717	9,853	<0,0001	259828,545	2,267	0,032
b	0,047	9,535	<0,0001	0,045	13,408	<0,0001	0,017	7,542	<0,0001	0,01	1,822	0,8
c	2,145	8,979	<0,0001	1,735	13,36	<0,0001	1,267	35,462	<0,0001	1,114	15,333	<0,0001
l	9627,601	1,113	<0,0001	6456,106	0,848	0,4008	161,146	2,321	0,0284	-531,666	-0,983	0,3345
Punto de inflexión	16,203			12,221			13,984			11,392		
R <sup>2</sup> %	99,38			0,9971			0,9999			0,9994		
DW	0,424			0,577			1,834			1,834		
F	2680,9047			5698,3224			69583,6496			69583,6496		

**Tabla 6.** Resultados obtenidos con el modelo Gompertz de 3 parámetros

Parámetro	Condimento X			Condimento Y			Químico toneladas producidas			Químico venta en pesos		
	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p
a	643260,624	55,848	<0,0001	686716,038	79,321	<0,0001	23926,45	32,46	<0,0001	71578,533	24,393	<0,0001
b	14,567	26,121	<0,0001	14,049	33,354	<0,0001	12,709	25,695	<0,0001	12,57	18,87	<0,0001
d	19,464	51,829	<0,0001	17,004	63,605	<0,0001	15,24	32,918	<0,0001	14,89	24,323	<0,0001
Punto de inflexión	19,464			17,004			15,24			14,89		
R <sup>2</sup> %	99,41			0,9959			0,9981			0,9964		
DW	0,447			0,425			0,251			0,183		
F	4320,621			6181,725			7029,932			3701,624		

**Tabla 7.** Resultados obtenidos con el modelo Gompertz de 4 parámetros

Parámetro	Condimento X			Condimento Y			Químico toneladas producidas			Químico venta en pesos		
	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p	Coefficiente	t	p
a	697998,739	19,608	<0,0001	823402,236	18,722	<0,0001	198912,024	2,591	0,0155	41293,673	15,997	0,087
b	16,255	13,79	<0,0001	17,315	16,479	<0,0001	38,765	2,52	0,0182	23,805	14,843	0,021
c	18,362	24,024	<0,0001	13,786	12,928	<0,0001	13,465	5,978	<0,0001	15,766	41,852	0,024
d	-34250,84	-1,66	<0,0001	-99213,907	-3,1	0,0032	-49336,108	-1,627	0,1158	-6020,253	-7,052	<0,0001
Punto de inflexión	18,362			13,786			13,465			1576,60%		
R <sup>2</sup> %	99,46%			99,72%			99,99%			0,9994		
DW	0,478			0,616			0,572			1,782		
F	3045,0784			5945,7695			13718,8577			68075,4909		

## Análisis de resultados

Todos los R<sup>2</sup> arrojaron resultados por encima del 99%, lo que sugiere un buen ajuste de todos los modelos. En el caso del condimento X, en primera instancia se analizaron los valores de t obtenidos con cada uno de los modelos, encontrando que los modelos Chapman de 4 parámetros y Gompertz de 4 parámetros no representan adecuadamente el comportamiento del producto, ya que en ambos se obtuvieron constantes cuyo valor absoluto de t es menor de 2, al revisar el valor de p obtenido para cada constante, se encontró que en el caso del modelo Chapman de 4 parámetros el valor p de la constante l es 0.2711 y en el caso del modelo Gompertz de 4 parámetros el valor p de la constante c es 0.1033, está también evidencia que estos modelos no son adecuados para el ajuste de la serie de datos del producto, ya que el valor p debe ser menor que el grado de significancia trabajado  $\alpha = 0.05$ .

Los modelos que arrojaron resultados positivos en cuanto a los valores estadísticos t y p fueron: Logístico de 4 parámetros, Logístico de 3 parámetros, Chapman de 3 parámetros y Gompertz de 3 parámetros, al analizar los valores del estadístico Durbin Watson se encontró

que en todos los casos existe autocorrelación residual positiva. Analizando los valores del estadístico F se puede afirmar que el modelo de mejor ajuste es el modelo Gompertz de 3 parámetros.

Para el condimento Y, al analizar los valores del estadístico t obtenidos con cada uno de los modelos, se halló que el modelo Chapman de 4 parámetros no representa adecuadamente el comportamiento del producto, ya que el valor de t de la constante l (0.848) es menor de 2, adicionalmente el valor p de esta constante es 0.4008, siendo mayor que el grado de significancia.

Los otros modelos arrojaron resultados positivos en cuanto a los valores estadísticos t y p. Al analizar los valores del estadístico Durbin Watson se encontró que en todos los casos existe autocorrelación residual positiva.

Después de realizar una revisión del valor estadístico F se puede afirmar que el modelo de mejor ajuste es el modelo Chapman de 3 parámetros.

Para el producto químico en toneladas producidas, al realizar el estudio de los valores del estadístico t se encontró que el modelo Gompertz de 4 parámetros

no representa adecuadamente el comportamiento del producto, ya que el valor absoluto de  $t$  de la constante  $c$  es 1.625, siendo menor que 2, además el valor  $p$  de esta constante es 0.1158 y este valor es mayor que el grado de significancia.

Los otros modelos arrojaron resultados positivos en cuanto a los valores estadísticos  $t$  y  $p$ , al realizar el análisis de los del estadístico Durbin Watson se encontró en los resultados arrojados por los modelos: Logístico de 4 parámetros, Chapman de 3 parámetros, Chapman de 4 parámetros, que no existe auto correlación residual. En los otros casos se presentó autocorrelación residual positiva.

Al realizar una revisión de los valores del estadístico  $F$  obtenidos con los modelos: Logístico de 4 parámetros, Chapman de 3 parámetros, Chapman de 4 parámetros, se obtuvo que el modelo de mejor ajuste es el modelo Chapman de 3 parámetros.

Para el caso del producto químico con parámetro de desempeño ventas en pesos, después de revisar los valores del estadístico  $t$  se encontró que los modelos Logístico de 4 parámetros y Chapman de 4 parámetros no representan adecuadamente el comportamiento del producto, ya que en ambos modelos se obtuvieron constantes cuyo valor absoluto de  $t$  es menor de 2, adicionalmente en ambos modelos se obtuvieron constantes cuyo valor del estadístico  $p$  es mayor que el grado de significancia 0.05.

Los modelos que arrojaron resultados positivos en cuanto a los valores estadísticos  $t$  y  $p$  fueron: Logístico de 3 parámetros, Chapman de 3 parámetros, Gompertz de 3 parámetros y Gompertz de 4 parámetros. Al revisar el valor estadístico Durbin Watson se encontró que el modelo Gompertz de 4 parámetros no presenta autocorrelación residual y por lo tanto este modelo es el que mejor se ajusta a esta serie de datos.

En la tabla 8 se registran los productos analizados con el modelo de mejor ajuste encontrado para cada uno y el punto de inflexión.

El punto de inflexión es el momento en el cual la tasa de crecimiento de las ventas comienza a disminuir, ese fue el punto adecuado para sacar al mercado una innovación radical o incremental del producto, lo que es consecuente con el cambio de paradigma planteado por Pérez [8], ver Fig. 4. Este punto sirve como referencia para decisiones futuras. Se puede esperar que el punto de inflexión del nuevo paradigma ocurra en un lapso de tiempo aproximado al del paradigma pasado.

Según Shilling [2] las estrategias de mercadeo de cada uno de los productos debió ser enfocada a:

- Antes del punto de inflexión al alto contenido de información técnica y a la alta inversión
- En el punto de inflexión a la credibilidad.
- De este momento en adelante a la simplicidad, confiabilidad y relación costo – efectividad.
- Para ciclos siguientes se debe lograr:
- Que el punto de inflexión sea menor al obtenido, ya que la tendencia de las empresas innovadoras está guiada a la reducción de los ciclos de innovación
- Tener preparada una innovación incremental o radical para este momento.

El plazo para asegurar secretos industriales debe ser inferior al punto de inflexión para cada uno de los productos. Se debe adelantar las estrategias de mercadeo anterior al punto de inflexión (alto contenido de información técnica y alta inversión) esto obliga a adelantar las estrategias siguientes (credibilidad y simplicidad, confiabilidad y relación costo – efectividad) ya que el tiempo del siguiente ciclo debe ser más corto.

En las figuras 5, 6, 7 y 8 se muestran las curvas de productos químicos y agroindustriales, en estas gráficas

**Tabla 8.** Productos analizados con el modelo de mejor ajuste

Producto	Modelo	Punto de inflexión
Condimento X	Gompertz de 3 parámetros	19,464
Condimento Y	Chapman de 3 parámetros	11,548
Producto químico en toneladas producidas	Chapman de 3 parámetros	13,901
Producto químico venta en pesos	Gompertz de 4 parámetros	15,766

Figura 5. Curva en S condimento X.

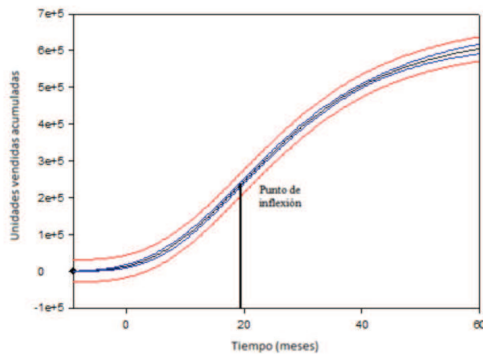


Figura 6. Curva en S condimento Y.

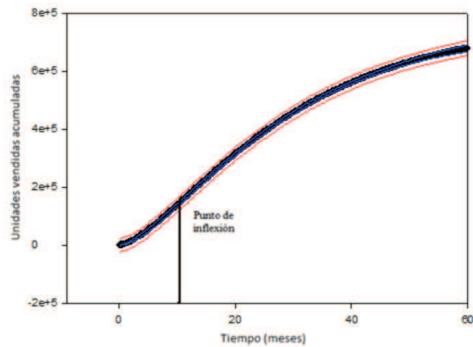


Figura 7. Curva en S producto químico en toneladas producidas.

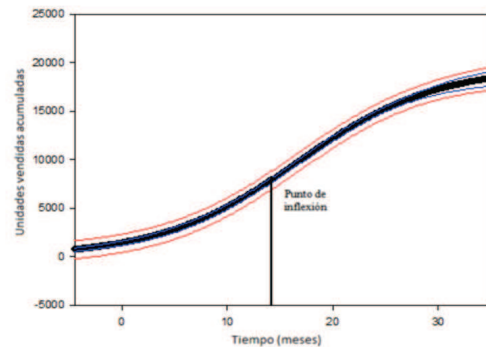
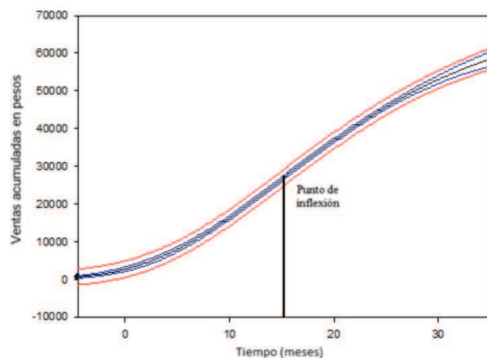


Figura 8. Curva en S producto químico en pesos



se puede ver la ubicación del punto de inflexión obtenido con el modelo logístico.

## CONCLUSIONES

La utilización de analogías de algunos comportamientos en las operaciones unitarias y comportamientos del crecimiento poblacional para comprender el ciclo de vida de los productos (desarrollos tecnológicos e innovación tecnológica) se constituye en un acercamiento útil al entendimiento de aspectos claves en la gestión de la innovación tecnológica.

El conocimiento de los puntos de inflexión es una herramienta útil para la toma de decisiones y estrategias de mercadotecnia, en cuanto a: al lanzamiento de nuevos productos, mejoras en los existentes, tipos de estrategia de mercadeo a utilizar y tiempos para realizar procedimientos de derecho tecnológico y propiedad intelectual.

El parámetro de desempeño comúnmente adoptado por la industria Colombiana son las ventas. Este parámetro no es el mejor debido a que se ve afectado por las variables económicas externas a la empresa como: la inflación, el índice de precio al consumidor IPC, entre otros. Cabe destacar la importancia de que las empresas manejen otro tipo de parámetros de desempeño como: usuarios, horas hombre por producto, eficiencias, entre otras.

Los tiempos transcurridos entre innovaciones debe ser cada vez más cortos. Lo anterior tiene un límite, debido a que se puede llegar a un punto donde los ciclos sean demasiado cortos y el lanzamiento de innovaciones sea insostenible. En estos casos se puede mantener constante el tiempo entre innovaciones pero se debe buscar aumentar el desempeño de los productos, de tal forma que la pendiente en las fases 1 y 2 sea más alta que la del ciclo anterior.

## REFERENCIAS

- [1] TIDD, J., BESSANT, J. MANAGING INNOVATION, Integrating Technological, Market and Organization Change, Jhon Wiley & Sons Ltd., West Sussex, 2009
- [2] SCHILLING, M. Dirección estratégica de la innovación tecnológica. McGraw-Hill. New York. 2010.



- [3] Schilling, M. \_\_, Esmundo, M. Technology S-curves in renewable energy alternatives: Analysis and implications for industry and government. *J. Energy Policy*, 37, 2009.
- [4] ZARTHA, J., CASTRILLÓN, F., AVALOS, A., AGUILAR, S. Technological S curves analysis of the diffusion of technological innovations. IAMOT. Florida, Estados Unidos de America Abril, 2009.
- [5] ZARTHA, J., AVALOS, A., AGUILAR, S., LÓPEZ, J., RÍOS, A. Technological S curves analysis of the diffusion of technological innovations. Five models comparission. IAMOT. El Cairo, Egipto, Marzo, 2010.
- [6] POVEDA, G., MANRIQUE H. Aplicación de la curva logística a los censos de la ciudad de Medellín. *Ecos de Economía*. Medellín. No. 25 Oct. 2007.
- [7] MacCABE, W., SMITH, J., HARRIOTT, P. Operaciones unitarias en ingeniería química. McGraw-Hill. Madrid. 1998.
- [8] PÉREZ, C. Cambio técnico, reestructuración competitiva y reforma institucional en los países en desarrollo. *El Trimestre Económico*, n 223, . 23-64, .1992.
- [9] FERNÁNDEZ, E. .Estrategias de Innovación. Madrid: Thomson. 2005.
- [10] WHITE, M; BRUTON, G. The Management of Technology and Innovation: A Strategic Approach. Mason OH: Thomson Higher Education. 2007
- [11] SOOD, A., TELLIS, G. Technological Evolution and Radical Innovation. *Journal of Marketing*, 69, 152–168, 2005
- [12] LÓPEZ, J., ARROYO, J. Modelos matemáticos de difusión tecnológica. In proc IX Congreso de Ingeniería de Organización. Gijón, Spain. 2005
- [13] WEIERS, R. Introducción a la estadística para negocios. Thomson Higher Education, Mexico DF. 2006.
- [14] LEITHOLD, L. El cálculo. Oxford University Press, México DF, 1998.