

Análisis de curvas en S para artículos y patentes de empaques semirrígidos biodegradables

S curve analysis in articles and patents for semi-rigid packaging biodegradable

Germán Antonio ARBOLEDA Muñoz [1](#); Héctor Samuel VILLADA Castillo [2](#)

Recibido: 18/11/16 • Aprobado: 15/12/2016

Contenido

- [1. Introducción](#)
 - [2. Conceptualización](#)
 - [3. Metodología](#)
 - [4. Resultados y discusión](#)
 - [5. Conclusiones](#)
- [Agradecimientos](#)
[Referencias](#)

RESUMEN:

La vigilancia tecnológica es una herramienta de vital importancia para el desarrollo de procesos de investigación, que sirve para una mejor toma de decisiones estratégicas. Por esta razón el grupo Cytbia considera pertinente la aplicación de este tipo de investigaciones. El objetivo del presente trabajo es realizar un estudio de vigilancia tecnológica aplicado a empaques semirrígidos biodegradables. Para el análisis de la información fueron utilizadas las curvas en S para identificar el estado de la tecnología dentro de su ciclo de vida a través del análisis de los puntos de inflexión de datos acumulados en artículos y patentes. Se estableció que frente a los artículos el punto de inflexión es en el futuro mostrando las expectativas y necesidades que aún se mantienen en cuanto a investigación, mientras que para los diferentes parámetros de las patentes el punto de inflexión ya ocurrió, resultando en una tecnología en estado de madurez u obsolescencia.

Palabras clave: Vigilancia tecnológica; bioplásticos; biocompuestos; innovación.

ABSTRACT:

Surveillance technology is a vital tool for the development of research processes, which serves for better strategic decisions. For this reason the Cytbia group considers relevant the application of this type of research. The aim of this work is to study surveillance technology applied to rigid biodegradable packaging. For the analysis of information were used S-curves to identify the state of the technology within its life cycle through analysis of the turning points of data accumulated in articles and patents. It was established to address the items the turning point is in the future showing the expectations and needs that are still in research, while for the different parameters of patents the turning point has already occurred, resulting in technology state of maturity or obsolescence.

Keywords: Technological surveillance; bioplastics; biocomposites; innovation.

1. Introducción

El mundo organizacional de hoy se caracteriza por una marcada velocidad para la toma de decisiones, una fuerte competencia y una innovación permanente de procesos, productos y servicios, con una premisa de máxima eficiencia y mínimo costo, dentro de parámetros de estándares de calidad y clase mundial. Este escenario implica que las empresas y organizaciones estén buscando permanentemente nuevas técnicas, herramientas, métodos, esquemas, metodologías y desarrollos que permitan mantener su mercado y en lo posible ampliarlo para su crecimiento (Marulanda, Hernández & López, 2016). Las decisiones relacionadas con las inversiones en cualquier tecnología se ven afectadas por diferentes factores tales como marketing, recursos humanos, ubicación, etc. Por lo que la predicción de los beneficios de la inversión en una nueva tecnología es de gran interés, ya que pronosticar el éxito de la tecnología del futuro es clave para la toma de decisiones. Ya que esto proporciona pistas importantes, tales como el ciclo de vida de la tecnología actual en cuestión, potencial de difusión y el alcance de la tecnología (Altuntas, Dereli & Kusiak, 2015). Muchas tecnologías presentan una curva en S en su comportamiento con respecto a su ciclo de vida y han sido bien documentadas en una amplia gama de tecnologías, incluyendo unidades de disco, automóviles, barcos de vela, los semiconductores, los tubos de vacío, de vapor motores, entre otras (Schilling & Esmundo, 2009). Siguiendo con el desarrollo de alternativas de productos respetuosos con el ambiente, el grupo CYTBIA, ha considerado la yuca como un recurso biológico promisorio para obtener las materias primas amiláceas y desarrollar los diferentes productos biodegradables, teniendo en cuenta que dicho tubérculo es uno de los cultivos con producción relevante en el departamento del Cauca (Navia & Villada, 2013). Sin embargo, ha sido una constante preocupación por parte de esta organización del sistema de ciencia y tecnología, el conocer cómo se encuentra el entorno tecnológico frente a las investigaciones que actualmente se llevan a cabo, tratando de establecer escenarios que permitan una toma de decisiones estratégicas que sirvan para fortalecer el trabajo de investigación y desarrollo, es por esto que se ha realizado este estudio de vigilancia tecnológica donde se ha llevado a cabo la aplicación de una metodología de curvas en S para series de datos acumulados de artículos y patentes que permitirán identificar las condiciones frente al análisis del ciclo de vida.

2. Conceptualización

2.1 Vigilancia tecnológica.

La vigilancia tecnológica (VT) contempla los avances científicos y técnicos, fruto de la investigación básica y aplicada, los productos y servicios, los procesos de fabricación, los materiales, su cadena de transformación, las tecnologías y sistemas de información. Se encargan de analizar las tecnologías disponibles o que acaban de aparecer y capaces de intervenir en nuevos productos o procesos (patentes, proyectos investigación y desarrollo) (Izarral Sánchez & Caira, 2014 citado por Marulanda, Hernández & López, 2016). Un proceso de VT realizado de modo coordinado y continuo posibilita el desarrollo de competencias en el ámbito de la innovación, productividad y competitividad. Como resultado, las organizaciones pueden identificar un conjunto de servicios y productos que lleguen a ser competitivos en los mercados globales (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2008).

2.2 Curvas en S.

Pronosticar utilizando el método de las curvas de crecimiento se basa en la estimación de parámetros de la curva de ciclo de vida de una tecnología. El método es útil para estimar el nivel de crecimiento tecnológico o disminución en cada etapa en el ciclo de vida y en la predicción de cuando una tecnología alcanzará una etapa particular (Chen, Chen & Lee, 2010).

El modelo Curva en S sugiere que el cambio tecnológico es cíclico: cada nueva marca el comienzo de la curva S en un período inicial de la turbulencia, seguido de una rápida mejoría, entonces los rendimientos decrecientes y en última instancia es desplazada por una nueva discontinuidad tecnológica (Schilling & Esmundo, 2009).

2.3 Empaques semirrígidos biodegradables.

Dentro del grupo de investigación CYTBIA se cuenta con varias líneas de investigación en empaques biodegradables, una de estas se encuentra enmarcadas en los denominados empaques semirrígidos. Estos presentan relación con los denominados "Composites", que son materiales compuestos generalmente de dos elementos, la matriz y el relleno también llamado refuerzo o más ampliamente la fase dispersa; a veces también se utilizan compuestos adicionales, en su mayoría compatibilizantes. La matriz, conocida también como fase continua, integra partículas de relleno y permite también dar forma a productos de manera adecuada y determina la mayoría de las propiedades físicoquímicas de los materiales. La fase dispersa es responsable de mejora adicional de las propiedades del material seleccionado, mientras que el compatibilizante se añade para aumentar la interacción entre matriz y el relleno lo que tiene un impacto significativo sobre la cohesión y homogeneidad de material y como resultado una mejora de sus propiedades de procesamiento y fuerza (Barton *et al.*, 2014). Así mismo, al ser biodegradable también se relacionan con los denominados "Biocomposites" que son materiales compuestos que comprenden una o más fases derivado de un origen biológico, en el caso particular, derivados de la yuca como almidón o harina, junto con refuerzos de fibra de fique.

3. Metodología

Primero se identificaron los Factores Críticos de Vigilancia (FCV), es decir, temáticas en las cuales se concentraría el trabajo, con apoyo de investigadores expertos se determinó el objetivo de búsqueda y la estrategia a seguir. Dentro de esta identificación de necesidades, los objetivos específicos y los términos clave para las búsquedas. Posterior a esto se realizó la preparación de la búsqueda en donde se determinaron las fuentes de información que serían empleadas para el estudio, definiendo que para artículos sería la base de datos Scopus mientras The Lens sería la fuente para las patentes. The Lens (<https://www.lens.org/lens/>) fue la base de datos elegida para la búsqueda de patentes debido a que es una de las bases con mayor número de documentos de patentes con cerca de 80 millones pertenecientes a más de 100 oficinas de patentes en todo el mundo. Dentro de las bases de datos incluidas en esta se encuentran EPO, USPTO y WIPO. Así mismo, la base de datos elegida para la búsqueda de publicaciones fue Scopus ya que se estima que su contenido alcanza los 18.000 títulos, además que ofrece una búsqueda documental potente y sofisticada (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, 2015).

Una vez identificadas las fuentes de información y sus respectivas características, se construyeron, depuraron y validaron ecuaciones de búsqueda para la construcción del corpus correspondiente para el análisis. Una vez construido el corpus se dispuso a la depuración y convalidación de los registros, con el fin de tener una base de datos con artículos y patentes altamente relacionados con el objeto de estudio, así como para filtrar aquellas patentes que presentaran duplicidad. Finalmente, se realizó el procesamiento de la información obtenida en la etapa de búsqueda; utilizando herramientas informáticas como Excel y el software Sigmaplot. Siguiendo lo establecido por Hernández *et al.*, (2016), se tabularon los datos obtenidos de artículos y patentes, especificando su respectivo año y cantidad, y se acumularon los valores con el objetivo de introducirlos como parámetros de entrada en el software Sigmaplot y a través de regresiones no lineales se aplicaron 13 modelos, incluyendo: Sigmoidal 3, Sigmoidal 4, Sigmoidal 5, Logístico 3, Logístico 4, Weibull 4, Weibull 5, Gompertz 3, Gompertz 4, Hill 3, Hill 4, Chapman 3 y Chapman 4 para cada uno de los parámetros establecidos. Se tomaron siete parámetros, siguiendo las recomendaciones hechas por Zartha,

Arango, Hernández y Moreno (2014), respecto a la inclusión de patentes por año de prioridad, así mismo se discriminaron las patentes entre las aplicaciones, las otorgadas y la mezcla de ambas, para así establecer los siete parámetros que fueron empleados para la construcción de las curvas en S. De los modelos aplicados, se seleccionó el de mayor ajuste y se obtuvieron las respectivas curvas en S. Se aprobaron y validaron las curvas obtenidas teniendo en cuenta los datos estadísticos arrojados por el software: R2 ajustado, valor t, valor P y Durbin Watson (DW). Por último se analizó el ciclo de vida de las tecnologías seleccionadas teniendo en cuenta los puntos de inflexión obtenidos.

4. Resultados y discusión

Los datos acumulados para cada uno de los parámetros establecidos fueron obtenidos a partir de la búsqueda de información de artículos y patentes y después de la respectiva depuración de los registros. A continuación se muestran las series de datos para cada uno de los parámetros establecidos.

Tabla 1. Datos acumulados de los diferentes parámetros

Año	Patentes otorgadas		Aplicaciones de patentes		Solicitudes de patentes		Artículos
	Prioridad	Publicación	Prioridad	Publicación	Prioridad	Publicación	Publicación
1974	3	-	-	-	3	-	-
1975	6	-	1	-	7	-	-
1976	7	1	1	-	8	1	-
1977	9	4	1	1	10	5	-
1978	10	9	1	1	11	10	-
1979	10	9	1	1	11	10	-
1980	10	9	1	1	11	10	-
1981	10	9	1	1	11	10	-
1982	10	9	1	1	11	10	-
1983	10	9	1	1	11	10	-
1984	10	9	1	1	11	10	-
1985	10	10	1	1	11	11	-
1986	10	10	1	1	11	11	-
1987	10	10	1	1	11	11	-
1988	11	10	1	1	12	11	-

1989	17	11	2	2	19	13	-
1990	27	11	12	5	39	16	1
1991	30	12	20	11	50	23	1
1992	46	17	43	18	89	35	2
1993	74	23	68	38	142	61	3
1994	96	34	84	66	180	100	4
1995	135	51	119	84	254	135	7
1996	160	67	141	116	301	183	10
1997	179	81	157	135	336	216	15
1998	195	105	180	146	375	251	22
1999	211	123	213	167	424	290	33
2000	219	141	232	200	451	341	42
2001	235	165	252	221	487	386	58
2002	248	181	284	246	532	427	77
2003	261	197	312	278	573	475	96
2004	270	210	326	304	596	514	119
2005	286	226	353	326	639	552	149
2006	293	241	382	343	675	584	174
2007	319	256	417	372	736	628	203
2008	341	271	444	401	785	672	242
2009	354	288	473	439	827	727	287
2010	374	306	515	473	889	779	320
2011	399	333	548	511	947	844	365
2012	414	366	583	549	997	915	413

2013	433	383	616	582	1049	965	470
2014	441	401	639	620	1080	1021	521
2015	-	432	657	649	1098	1081	605

Los resultados obtenidos de aplicar los datos acumulados en el software Sigmaplot son presentados en la tabla 2. Para esto fueron tomados siete parámetros: artículos de investigación, patentes otorgadas, aplicaciones y solicitudes por año de publicación y prioridad. Dado que el Modelo Gompertz 3 Parámetros fue el que presentó el mayor ajuste para cada uno de los ítems establecidos, se muestra lo encontrado frente a este modelo. Los modelos Chapman de 3 y 4 parámetros no se ajustaron a ninguno de los ítems evaluados para el estudio, mientras que los modelos Weibull de 4 y 5 parámetros solo arrojaron resultados para el ítem de las patentes otorgadas por año de prioridad. Mientras que los modelos Hill 3 y 4 parámetros, si bien arrojaron curvas en S, el ajuste presentado es demasiado bajo para ser considerados como modelos de ajuste para esta tecnología. Lo que dio como resultado que los empaques semirrígidos biodegradables desde la perspectiva de los artículos de investigación y las solicitudes de patentes se ajustaran a modelos como Sigmoidal, Logístico y Gompertz de 3 y 4 parámetros.

Tabla 2. Parámetros de Modelo Gompertz 3 para cada ítem.

Ítem	R2 Aj	Punto de inflexión		t	P	DW
1. Artículos de investigación	0,9991	2023	a	6,6544	<0,0001	1,3248
			b	15,7087	<0,0001	
			Xo	1044,5677	<0,0001	
2. Patentes otorgadas por año de publicación	0,9948	2006	a	12,0662	<0,0001	0,2541
			b	12,7913	<0,0001	
			Xo	1742,7184	<0,0001	
3. Patentes otorgadas por año de prioridad	0,9906	1999	a	17,1643	<0,0001	0,2196
			b	11,975	<0,0001	
			Xo	2724,3449	<0,0001	
4. Aplicaciones por año de publicación	0,9968	2008	a	12,4358	<0,0001	0,2569
			b	14,9267	<0,0001	
			Xo	1728,2899	<0,0001	
			a	16,8314	<0,0001	

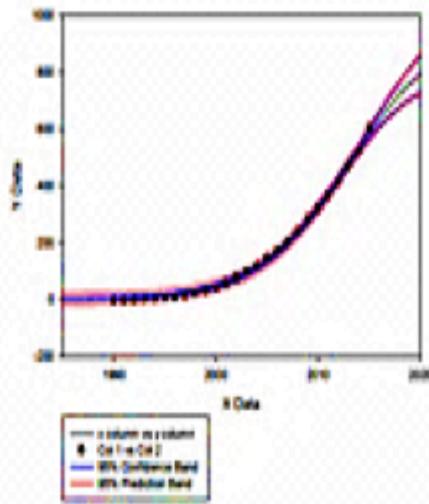
5. Aplicaciones por año de prioridad	0,9971	2005	b	17,4754	<0,0001	0,2836
			Xo	2384,7869	<0,0001	
6. Solicitudes por año de publicación	0,9968	2007	a	13,5797	<0,0001	0,2008
			b	15,5382	<0,0001	
			Xo	1913,449	<0,0001	
7. Solicitudes por año de prioridad	0,9953	2003	a	16,8172	<0,0001	0,2292
			b	15,0545	<0,0001	
			Xo	2417,674	<0,0001	

En cuanto a los resultados hallados para el parámetro de artículos de investigación, se encontró que todos los R2 ajustados se encuentran por encima del 99%, lo cual sugiere un alto ajuste de los datos. De los trece modelos aplicados en cinco de ellos no se obtuvieron datos debido a que no se ajustaron porque requerían mayor cantidad de iteraciones los cuales fueron Sigmoidal 5, Weibull 4 y 5 y Chapman 3 y 4. Después se revisaron los modelos que no presentaban validez, los cuales fueron Gompertz 4 y Hill 3 y 4, el primero debido a que el valor p era de 0,0003; siendo mayor que el grado de significancia. De acuerdo al estadístico Durbin-Watson (DW) en todos los casos se presenta una autocorrelación residual positiva. Una vez revisados los valores F, se encontró que el modelo Gompertz 3 presentaba el mayor ajuste, presentando un punto de inflexión en el año 2023, siendo un punto futuro, que puede indicar que existe aún campo de investigación en este tipo de desarrollos, sin embargo al ser un punto a mediano plazo debe tenerse en cuenta que este puede modificarse por diferentes fenómenos que puedan ocurrir en los próximos años.

Figura 1. Curvas en S de artículos de investigación.

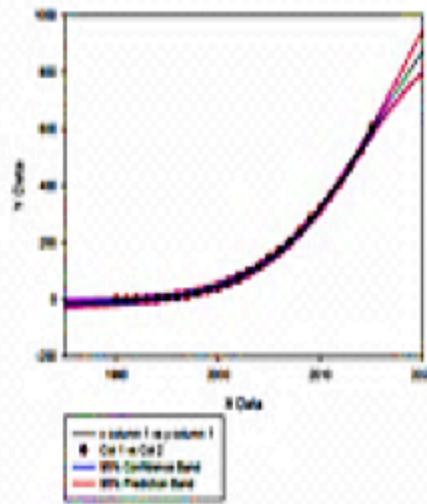
Sigmoidal 3

2D Graph 1
 $f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-a + b \cdot x)}$



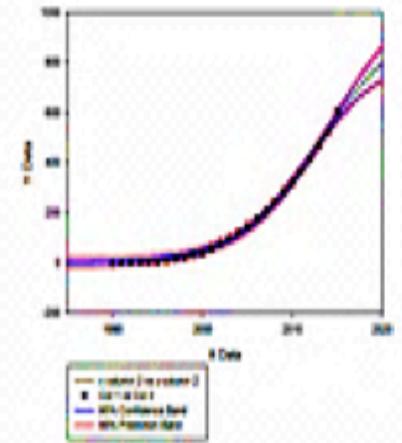
Sigmoidal 4

2D Graph 2
 $f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-a + b \cdot x)}$



Logístico 3

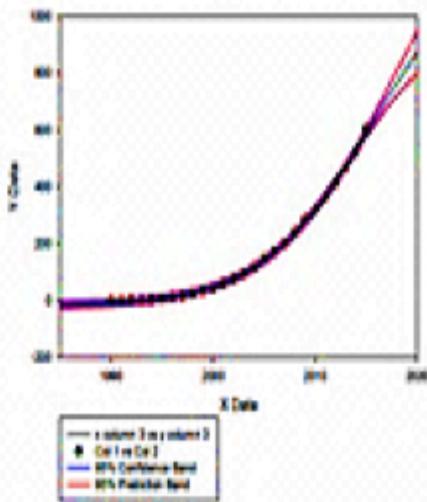
2D Graph 3
 $f(x) = \frac{a \cdot b \cdot x^c}{(1 + b \cdot x^c)^d}$



Logístico 4

2D Graph 4

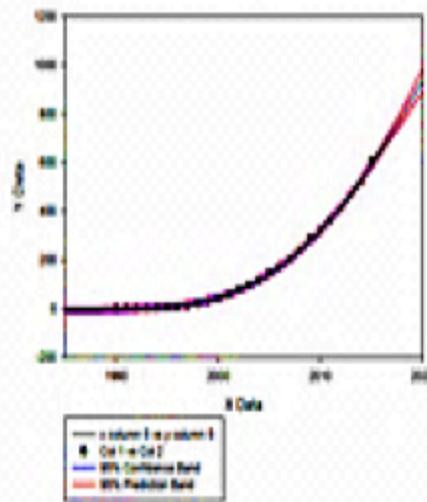
$f(x) = \frac{a \cdot b \cdot x^c}{(1 + b \cdot x^c)^d}$



Gompertz 4

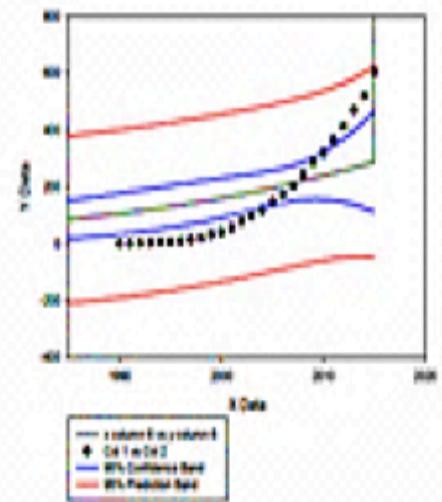
2D Graph 6

$f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-a + b \cdot x)}$



Hill 3

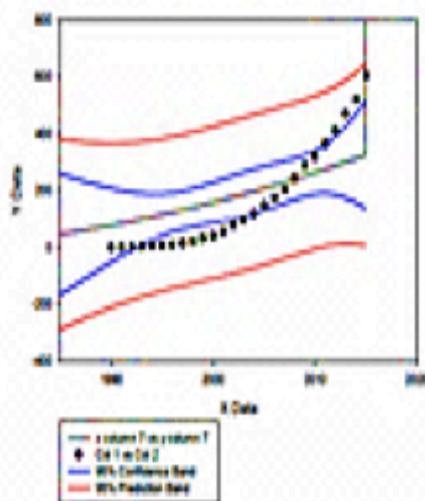
2D Graph 7
 $f(x) = \frac{a \cdot b \cdot x^c}{(1 + b \cdot x^c)^d}$



Hill 4

2D Graph 8

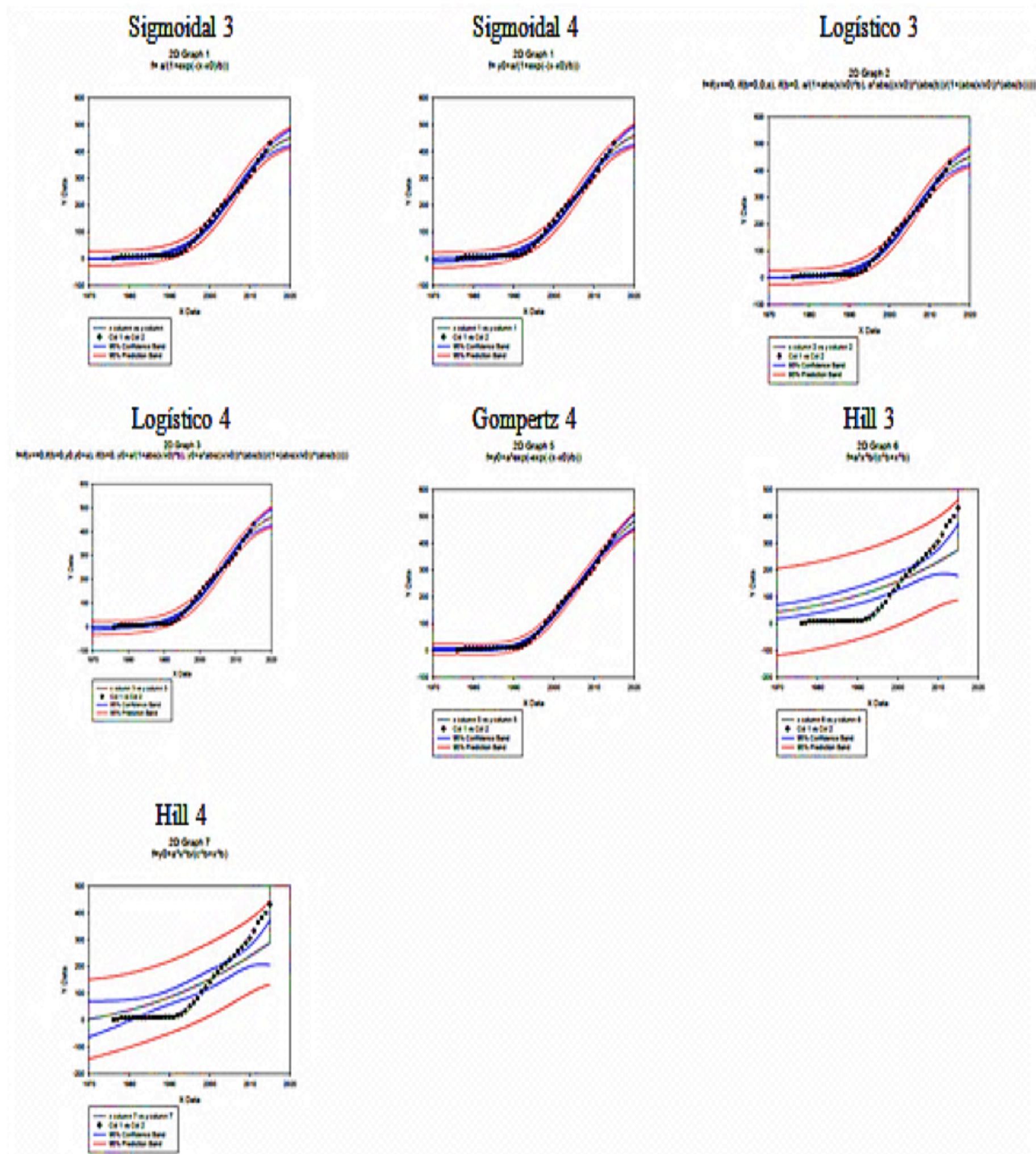
$f(x) = \frac{a \cdot b \cdot x^c}{(1 + b \cdot x^c)^d}$



Respecto al parámetro de patentes otorgadas por año de publicación y prioridad se obtuvieron diversos resultados. En ambos casos, se encontró que todos los R2 ajustados se encuentran por encima del 99%, lo cual sugiere un ajuste adecuado de los datos. Para las patentes otorgadas por año de publicación, los modelos que no se ajustaron porque requerían mayor cantidad de iteraciones los cuales fueron Sigmoidal 5, Weibull 4 y 5 y Chapman 3 y 4. Respecto a los modelos que no presentaron validez, fueron Hill 3 y 4 debido a que el valor t se encontraba en el rango entre -2 y +2. De acuerdo al estadístico Durbin-Watson (DW) en todos los casos se

presenta una autocorrelación residual positiva. El modelo de mayor ajuste presentó fue Gompertz 3, con un punto de inflexión en el año 2006, mostrando que la tecnología se encuentra en la fase del ciclo de vida, de madura o en declive.

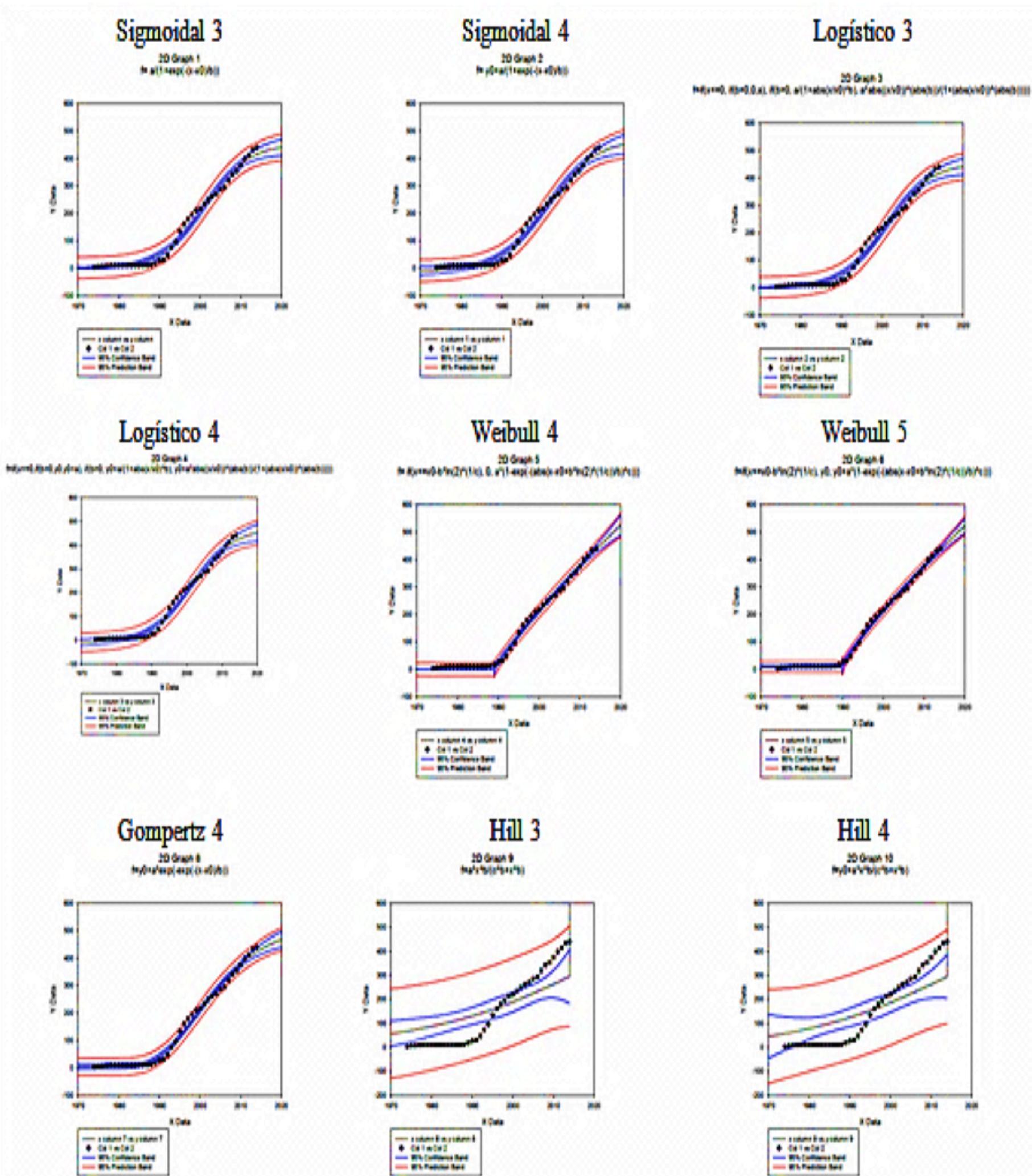
Figura 2. Curvas en S de patentes otorgadas por año de publicación.



De otro lado, frente a las patentes otorgadas por año de prioridad, los modelos que no se ajustaron porque requerían mayor cantidad de iteraciones fueron Sigmoidal 5 y Chapman 3 y 4. Los modelos Hill 3 y 4 no presentaron validez debido a que el valor t se encontraba en el rango

entre -2 y +2. De acuerdo al estadístico Durbin-Watson (DW) en todos los casos se presenta una autocorrelación residual positiva. El modelo de mayor ajuste fue Gompertz 3, con un punto de inflexión en 1999, mostrando que la tecnología se encuentra en la fase del ciclo de vida, de madura o en declive.

Figura 3. Curvas en S de patentes otorgadas por año de prioridad.



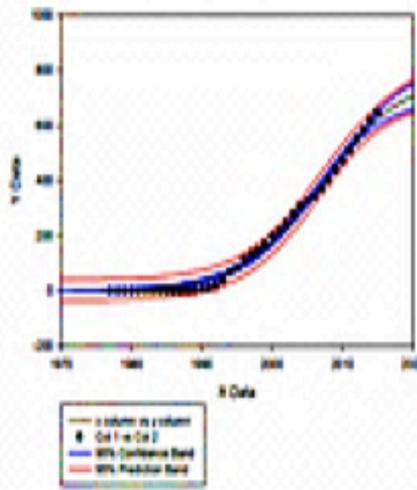
En relación a las aplicaciones de patentes por año de publicación y de prioridad, se encontró

que todos los R2 ajustados se encuentran por encima del 99%, lo cual sugiere un ajuste adecuado de los datos. En el caso de aplicaciones por año de publicación, los modelos que no se ajustaron porque requerían mayor cantidad de iteraciones los cuales fueron Sigmoidal 5, Weibull 4 y 5 y Chapman 3 y 4. Los modelos que no presentaron validez fueron Hill 3 y 4 debido a que el valor t se encontraba en el rango entre -2 y +2. De acuerdo al estadístico Durbin-Watson (DW) en todos los casos se presenta una autocorrelación residual positiva. El modelo de mayor ajuste fue Gompertz 3, con un punto de inflexión en 2008, mostrando que la tecnología se encuentra en la fase del ciclo de vida, de madura o en declive.

Figura 4. Curvas en S de aplicaciones de patentes por año de publicación.

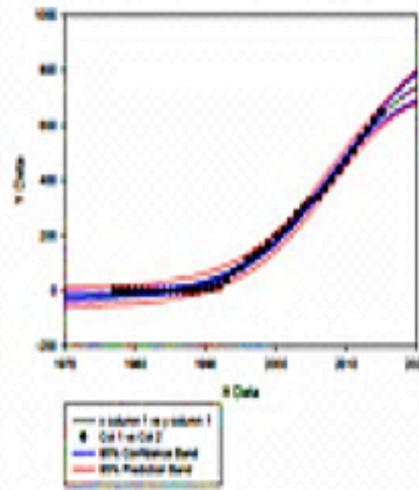
Sigmoidal 3

2D Graph 1
 $\ln(y) = a(1 + \exp(-b(t - c)))$



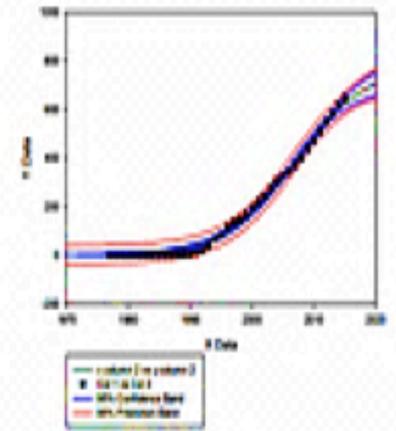
Sigmoidal 4

2D Graph 2
 $\ln(y) = a(1 + \exp(-b(t - c)))$



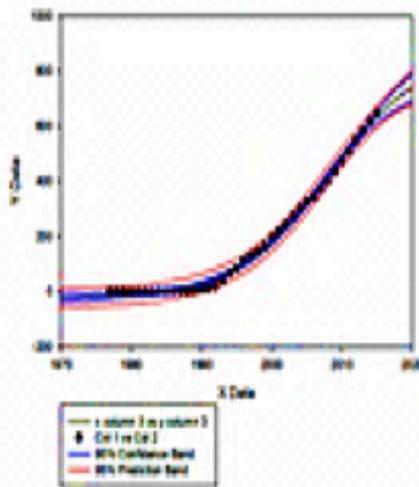
Logístico 3

2D Graph 3
 $\ln(y) = a(1 + \exp(-b(t - c)))$



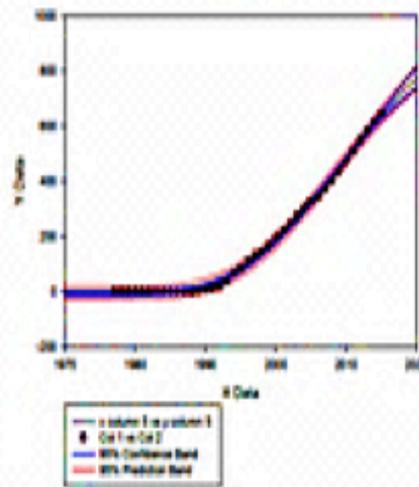
Logístico 4

2D Graph 4
 $\ln(y) = a(1 + \exp(-b(t - c)))$



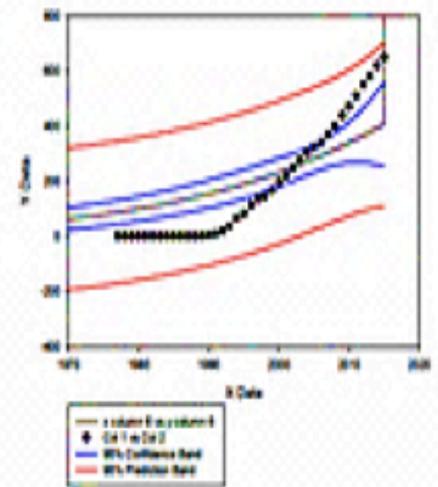
Gompertz 4

2D Graph 6
 $\ln(y) = a \exp(-b \exp(-c(t - d)))$



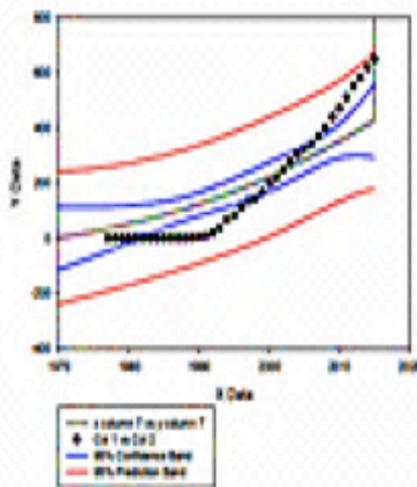
Hill 3

2D Graph 7
 $\ln(y) = \frac{a}{1 + \exp(-b(t - c))}$



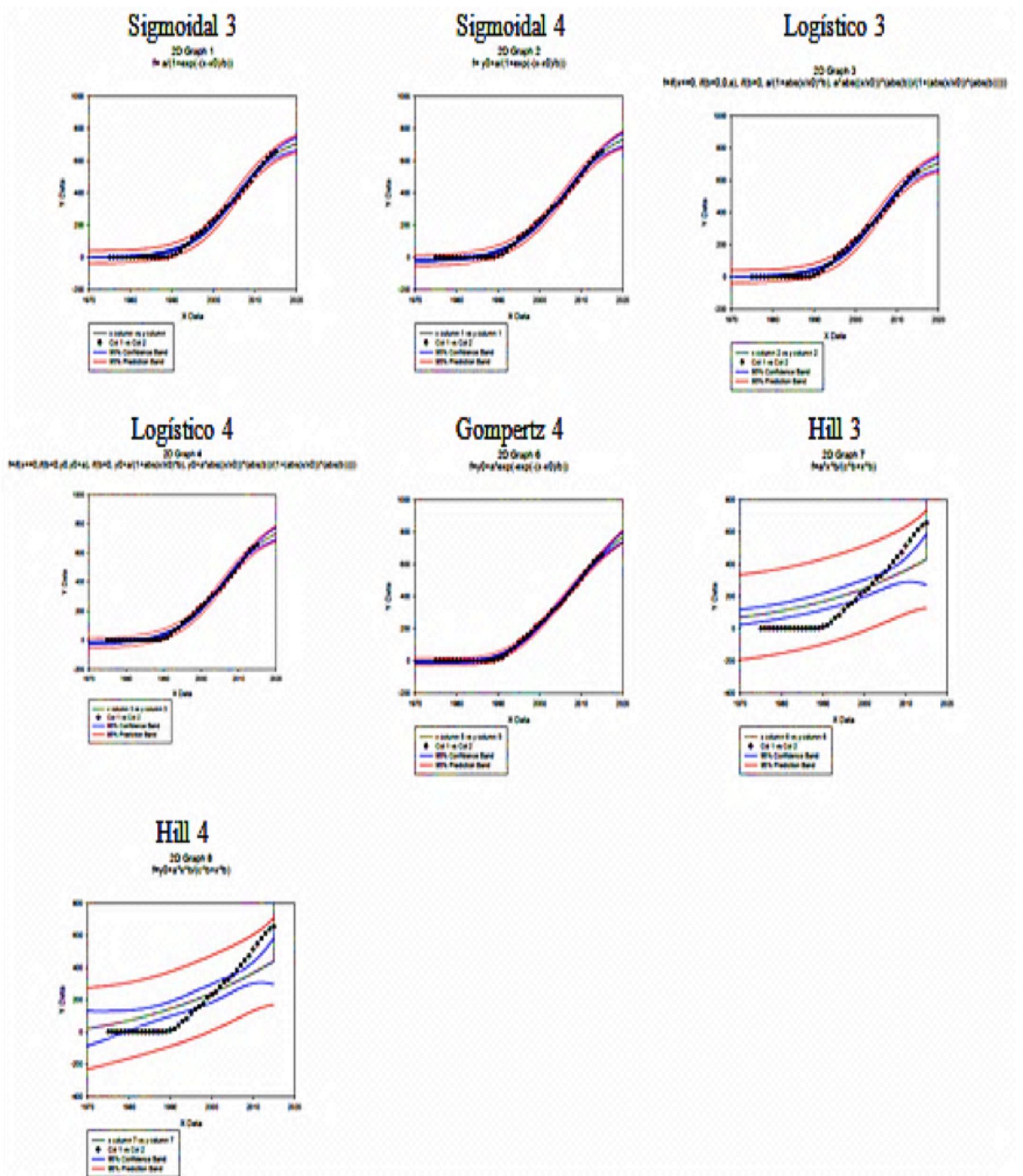
Hill 4

2D Graph 8
 $\ln(y) = \frac{a}{1 + \exp(-b(t - c))}$



Así mismo para las aplicaciones por año de prioridad, los modelos que no se ajustaron porque requerían mayor cantidad de iteraciones los cuales fueron Sigmoidal 5, Weibull 4 y 5 y Chapman 3 y 4. Los modelos que no presentaron validez fueron Hill 3 y 4 debido a que el valor t se encontraba en el rango entre -2 y $+2$. De acuerdo al estadístico Durbin-Watson (DW) en todos los casos se presenta una autocorrelación residual positiva. El modelo de mayor ajuste fue Gompertz 3, con un punto de inflexión en 2005, mostrando que la tecnología se encuentra en la fase del ciclo de vida, de madura o en declive.

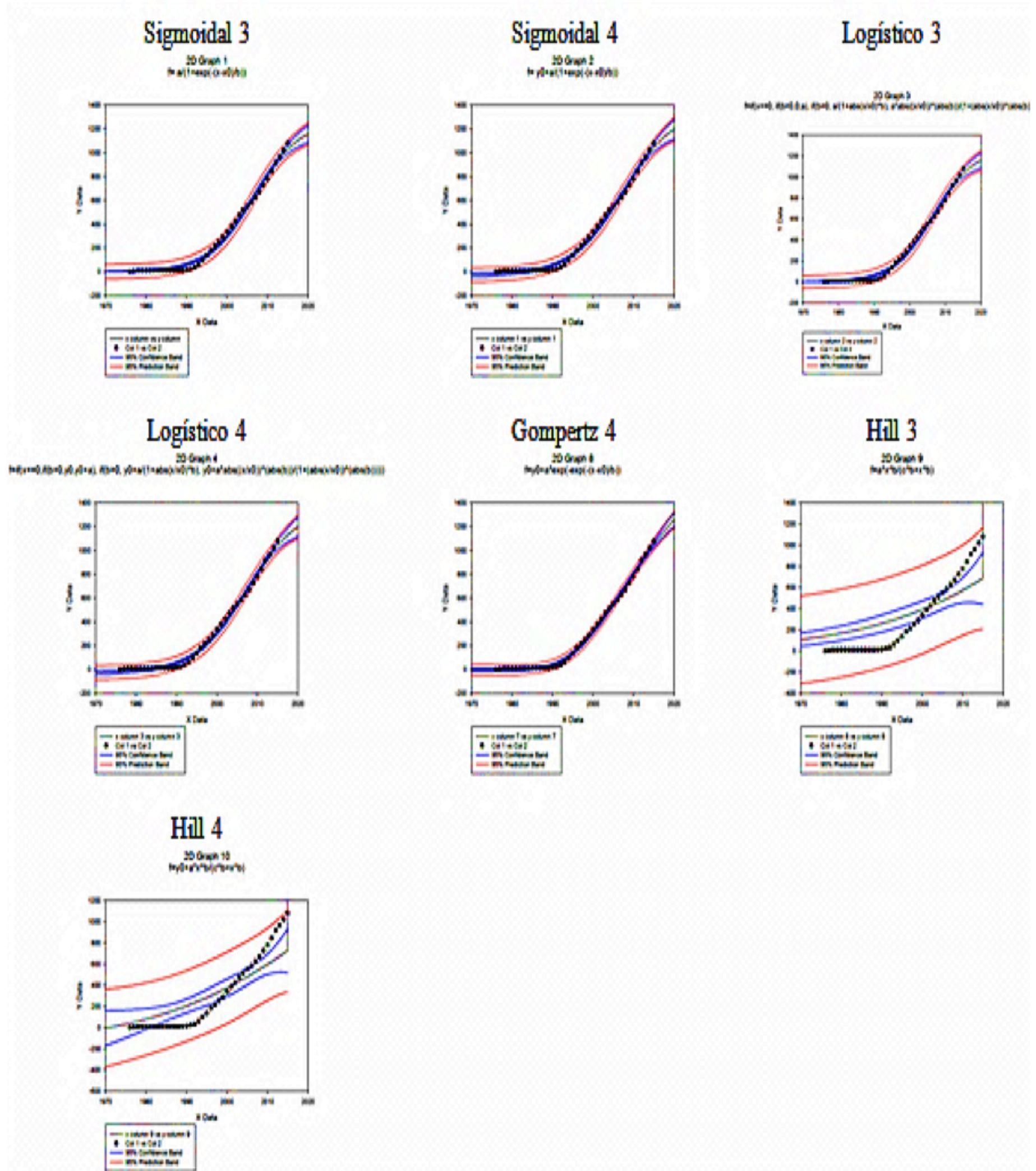
Figura 5. Curvas en S de aplicaciones de patentes por año de prioridad.



Finalmente respecto a las solicitudes (patentes otorgadas y aplicaciones) se encontró que todos los R2 ajustados se encuentran por encima del 99%, lo cual sugiere un ajuste adecuado de los datos. En ambos casos los modelos que no se ajustaron porque requerían mayor cantidad de iteraciones loscuales fueron Sigmoidal 5, Weibull 4 y 5 y Chapman 3 y 4. Los modelos que no presentaron validez fueron Hill 3 y 4 debido a que el valor t se encontraba en el rango entre -2

y +2. De acuerdo al estadístico Durbin-Watson (DW) en todos los casos se presenta una autocorrelación residual positiva.

Figura 6. Curvas en S de solicitudes de patentes por año de publicación.



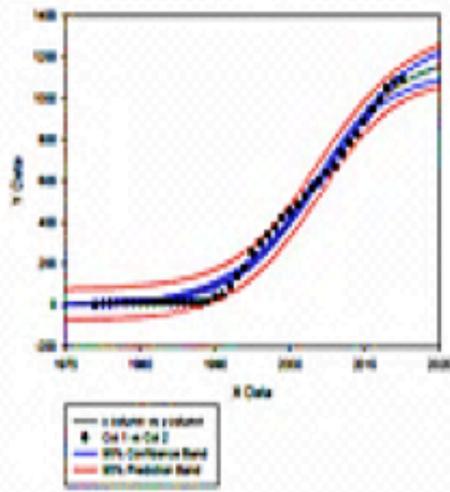
El modelo de mayor ajuste para las solicitudes por año de publicación fue Gompertz 3, con un punto de inflexión en 2007, mostrando que la tecnología se encuentra en la fase del ciclo de

vida, de madura o en declive. El modelo de mayor ajuste para las solicitudes por año de prioridad fue Gompertz 3, con un punto de inflexión en 2003, mostrando que la tecnología se encuentra en la fase del ciclo de vida, de madura o en declive. De acuerdo a lo anterior el modelo que mayor ajuste presenta para la tecnología de empaques semirrígidos biodegradables es el modelo Gompertz de 3 parámetros. De acuerdo a esto, la tecnología se encuentra en un estado de madurez o declive dado que en los 6 parámetros empleados respecto a las patentes se mostraron puntos de inflexión en años pasados, sin embargo frente a los artículos de investigación, es un tema que presenta una dinámica de tendencia creciente y su punto de inflexión en temas de investigación se presentará hacia el año 2023.

Figura 7. Curvas en S de solicitudes de patentes por año de prioridad.

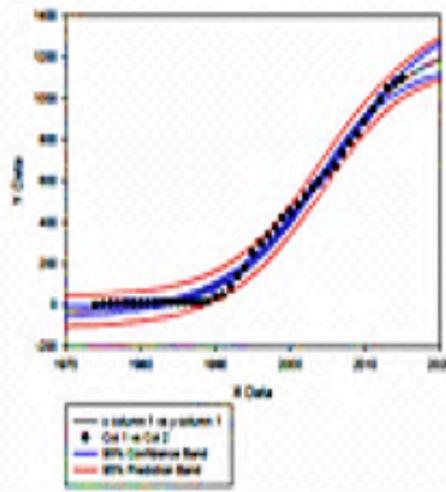
Sigmoidal 3

2D Graph 1
 $f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x/b)}$



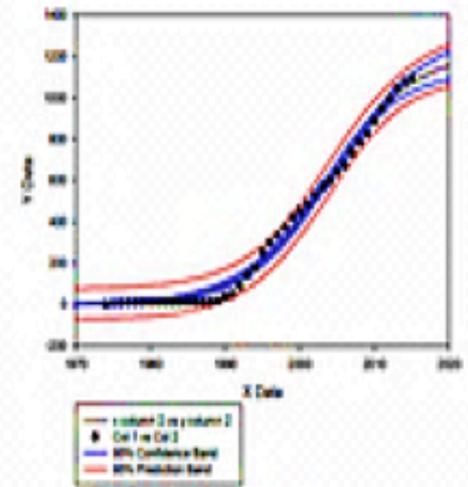
Sigmoidal 4

2D Graph 2
 $f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-x/b)}$



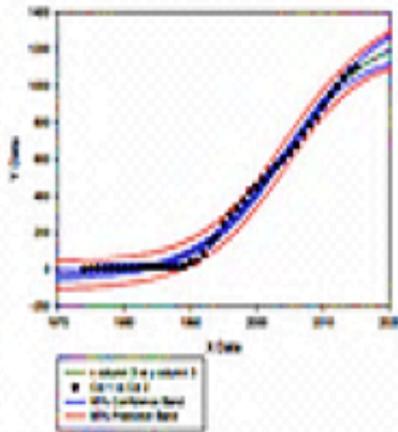
Logístico 3

2D Graph 3
 $f(x) = \frac{K}{1 + \exp(-r(x-x_0))}$



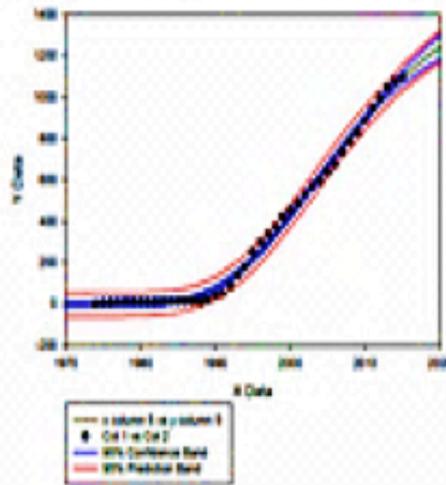
Logístico 4

2D Graph 4
 $f(x) = \frac{K}{1 + \exp(-r(x-x_0))}$



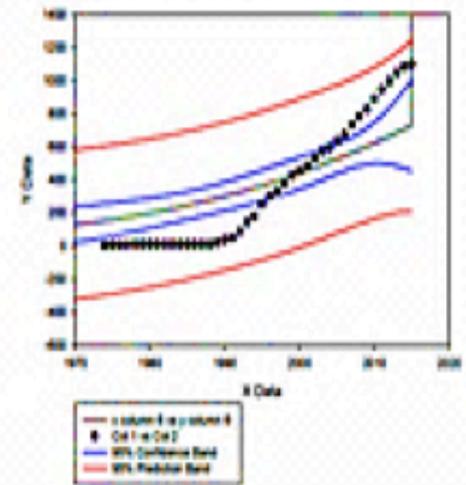
Gompertz 4

2D Graph 6
 $f(x) = \frac{K}{1 + \exp(-ax^b)}$



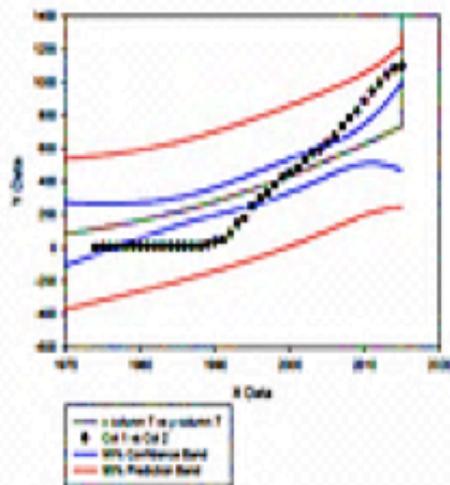
Hill 3

2D Graph 7
 $f(x) = \frac{Kx^h}{x^h + c^h}$



Hill 4

2D Graph 8
 $f(x) = \frac{Kx^h}{x^h + c^h}$



La curva de Gompertz ha sido ampliamente utilizada para modelar y describir los patrones de comportamiento en varios campos de aplicación, su uso está asociado a fenómenos de crecimiento con dos características distintivas: un crecimiento limitado y un comportamiento sigmoideal, cuyas características se pueden encontrar, por ejemplo, en el estudio de crecimiento de la población, ya que no crecen indefinidamente; en lugar de ello, su crecimiento máximo tiende a ser alrededor de la capacidad máxima de su entorno y cuando se estudia la difusión de innovaciones, el crecimiento suele ser rápida al principio, pero disminuye a medida que los

sistemas de difusión se saturan. (Román-Román, Romero, Rubio. & Torres-Ruiz, 2012), sin embargo el modelo tiene limitaciones definidas cuando se utiliza para predecir productos de ciclo de vida cortos, debido a que es casi imposible estimar el límite superior correcto para un nuevo producto cuando se introduce primero al mercado (Trappey & Wu, 2008). Al comparar estos resultados con otros estudios donde se han empleado artículos de investigación y patentes para la determinación de puntos de inflexión de las tecnologías, como los realizados por Zartha, Arango, Hernández y Moreno (2014) sobre operaciones unitarias de secado y esterilización de alimentos, en el caso de patentes los modelos de mayor ajuste fueron Sigmoidal en secado y Gompertz en esterilización, mientras que en artículos los modelos de mayor ajuste fueron Hill en secado y Sigmoidal en esterilización. De igual forma, Hernández *et al.*, (2016), encontraron que el modelo Sigmoidal 4 fue el que mayor ajuste presentó en cuanto a patentes relacionadas con la obtención de guantes biodegradables. Lo cual marca una diferencia frente a lo obtenido en los empaques semirrígidos biodegradables, dado que el modelo Gompertz fue el que presentó el mayor ajuste para todos los parámetros empleados para la construcción de curvas en S.

Es conveniente tener en cuenta que hay una serie de limitaciones al utilizar el modelo de la curva S como una herramienta prescriptiva. En primer lugar, es raro que los verdaderos límites de una tecnología se conozcan de antemano y con frecuencia hay desacuerdo considerable entre las firmas sobre cuáles serán los límites de una tecnología. En segundo lugar, la forma de la curva S de una tecnología no está escrito en piedra. Los cambios inesperados en el mercado, tecnologías de componentes o tecnologías complementarias pueden acortar o extender el ciclo de vida de una tecnología (Schilling & Esmundo, 2009). Pero es un elemento de referencia para la toma de decisiones cuyos resultados se deben tener en cuenta para la anticipación y preparación hacia los nuevos retos que se identifiquen. De acuerdo a los resultados del estudio de curvas en S, se encuentra que al tener puntos de inflexión inferiores a la fecha actual, se considera que la tecnología tratada se encuentra en un estado de madurez, en esta fase se pasa de la saturación a la obsolescencia, lo que propicia la creación de un nuevo paradigma y por ende una nueva oportunidad tecnológica. El producto entra en etapa de envejecimiento y declive, y solo algunas empresas pueden conservar el producto en el mercado. Un punto clave en esta etapa, es el racionamiento de los gastos de producción haciendo énfasis en la relación costo eficiencia (Aguilar *et al.*, 2012).

Recientemente, Hernández *et al.*, (2016), realizaron el análisis del ciclo de vida de la tecnología aplicado a tres tecnologías relacionadas con la fabricación de guantes biodegradables a partir de almidón termoplástico de yuca, encontrando que las tres tecnologías analizadas se encuentran en una zona propia de tecnologías con puntos de inflexión futuros en cuanto a artículos y puntos de inflexión en el pasado en cuanto a patentes (con referencia al 2015), lo que invita a la búsqueda de nuevas tecnologías. Así mismo, Zartha *et al.*, (2015), encontraron que para una serie de datos de artículos y patentes de empaques biodegradables, los puntos de inflexión serían en el año 2019 para los artículos y en 2004 para las patentes. Frente a esta situación explicaban que puede deberse a que desde el principio de la dinámica de publicación de artículos, se requiere de la existencia previa de información, de modo que sólo se puede obtener de las primeras patentes, además, se podría explicar debido a que en las primeras etapas del ciclo de vida de la tecnología donde los investigadores encontraron una "mina", o alto inventario de nuevos conocimientos, que es susceptible de ser aplicado en algunos sectores industriales, y por lo tanto generan una alta dinámica de producción científica que se puede observar en una alta pendiente, con la curva en una etapa creciente. Esta situación es similar a la ocurrida en el presente estudio, posiblemente porque ambas se encuentran enmarcadas en el desarrollo de empaques biodegradables y emplean almidón como materia prima.

Sin embargo vale la pena realizar una reflexión sobre el hecho de afirmar que las tecnologías relacionadas con la obtención de empaques semirrígidos biodegradables se encuentran en etapa de madurez. Si bien esta afirmación desde los resultados es válida tomando en cuenta que los puntos de inflexión para los diferentes parámetros de patentes fueron en años

inferiores al actual, también es pertinente analizar con cuidado estos resultados. Las patentes como derechos de propiedad y reflejo de los procesos de innovación, ofrecen diversas ventajas como indicador de innovación. Entre estas, se destacan (Archibugi & Pianta, 1996): i) al ser un resultado directo del proceso inventivo, especialmente de las invenciones que se espera que tengan impacto; ii) son muy apropiadas para comprender la competencia dentro de la dimensión tecnológica puesto que las patentes son desglosadas en campos técnicos, de manera que indican no solo la intensidad de la actividad inventiva, sino también, su dirección; iii) las patentes son documentos públicos y por lo tanto es muy sencillo acceder a ellas; iv) sus estadísticas están disponibles en grandes cantidades y durante largos períodos de tiempo (Aristizábal, Montoya & Montoya, 2014). Sin embargo estos mismo autores también ponen en discusión algunas limitaciones que se pueden obtener al tomar como referente a las patentes como parámetro de innovación, explicando por ejemplo que de acuerdo a Archibugi y Pianta (1996), algunas de las dificultades alrededor de las patentes se relacionan con que muchas veces las empresas deciden usar otros métodos de protección como el secreto industrial, así como a pesar de que existen acuerdos internacionales de patentamiento entre la mayoría de países, cada oficina tiene sus propias características, lo cual afecta los costos, duración y efectividad de la protección. Pero a pesar de estas falencias, existen muy pocas alternativas para reemplazar las patentes como medida de la producción de conocimiento. La mejor medida sería el número de innovaciones comercializadas, sin embargo, la imposibilidad para trabajar con esta variable se debe a la falta de disponibilidad de información (Buesa, Heijs & Baumert, 2010).

A partir de estos, si bien de acuerdo a los resultados en cuanto a los puntos de inflexión de patentes, estos se han presentado en años anteriores, lo que correspondería a tecnologías madurez u obsolescencia, cabe destacar que no es posible determinar en qué proporción las patentes encontradas han sido llevadas a los nichos de mercado correspondientes con su respectivo proceso de comercialización o licenciamiento, razón que posiblemente puede explicar el hecho de que respecto a los artículos de investigación, se presenta una proyección en el punto de inflexión a futuro, dado que aún se mantienen retos importantes en estos materiales y desarrollos. Mientras que la comercialización de la tecnología resultante de la etapa de inversión en I+D es claramente una opción, la decisión de concesión de patentes se produce antes de la etapa de comercialización, de hecho, el proceso de toma de decisiones de I+D de inversión para la comercialización y la concesión de licencias en áreas de alta tecnología puede ser descrito como una serie de creaciones de opciones y ejercicios: "Inversiones secuenciales en I+D en la búsqueda de una tecnología que es patentable, pero puede no tener una aplicación comercial" (Kim, Kim, Miller & Mahoney, 2016). Este hecho es también evidenciado por Brockhaus, Petersen & Kersten (2016), quienes sugieren que frente a los bioplásticos, éstos se encuentran en una encrucijada, dado que si bien los desarrolladores de productos en la industria de bienes de consumo están listos para ampliar su uso en el mercado, hasta ahora, sólo unos pocos productos pioneros han llegado a buen término, y muchas soluciones están atrapadas en una fase experimental, por lo que sólo si los desarrolladores de productos pueden suministrar materiales producidos de forma sostenible y opciones de reciclaje adecuadas podrán ayudar a hacer exitosa la transición de los materiales a base de petróleo, razón por la cual la industria y los investigadores tienen que unirse para ayudar a dinamizar estas soluciones. Los bioplásticos son una tecnología novedosa e implican aún más investigación y desarrollo para obtener plásticos biodegradables equivalentes a los convencionales, con respecto a cuestiones de costo, dado que el mercado de los plásticos es complejo, altamente refinado y los fabricantes son muy selectivos en cuanto a la funcionalidad específica y el coste de las resinas de plástico. Razón por la cual los bioplásticos para participar de forma efectiva de este mercado requerirán de un costo más competitivo y proporcionar propiedades funcionales que requieren los fabricantes (Pathak, Sneha & Mathew, 2014). En este sentido Epicoco (2016), afirma que la aparición y difusión de nuevas tecnologías ambientales radicales requieren cambios importantes en los aspectos de oferta y demanda como las tecnologías que están incrustados en las estructuras económicas y sociales más amplias. Por lo tanto, los cambios en

los patrones de consumo, la conciencia pública y presión pueden ser una ayuda importante para dejar en claro la necesidad de innovaciones ambientales radicales y abrir nuevas oportunidades.

De otro lado, si se toman como referencia las definiciones para las etapas del ciclo de vida de las tecnologías dado por Escorsa y Vals (2003), definiendo frente al estado de madurez que el mercado se encuentra bastante saturado, el producto se ha vendido en gran cantidad y la guerra entre competidores se centra en los precios y la diferenciación, así mismo establecen que en el declive, disminuyen los compradores, las ventas bajan probablemente porque el producto ha quedado anticuado, debido a la aparición de nuevos productos que hacen las mismas funciones. Aunque la investigación en el campo de los bioplásticos se inició hace unas pocas décadas, los productos hechos de estos materiales han aparecido en el mercado en las últimas décadas (Freemantle, 2005). Por ejemplo para el caso de empresas productoras de plásticos biodegradables a partir de almidón se destacan la italiana Novamont S.p.A y la australiana PlanticTM, que han desarrollado una amplia línea de productos con diversas aplicaciones empleando dentro de sus materias primas este polisacárido. Pero por ejemplo para el caso colombiano, no se identifican gran número de organizaciones, salvo algunas que se encargan de la labor de distribución de materiales similares, en algunos casos ofreciendo productos como "biodegradables" cuando en realidad no alcanzan los estándares para esto, compitiendo en este tipo de mercado, lo cual marca que frente a esta tecnología hay una disparidad geográfica y es difícil establecer que haya llegado a su madurez definitiva a nivel mundial, ya que se dificulta identificar que por ejemplo en Colombia este corresponda a un mercado saturado porque también influyen otros factores tales como el desarrollo económico, la inversión en actividades de ciencia y tecnología o la legislación. Además, tomando en cuenta las proyecciones, la perspectiva del desarrollo de la producción material de bioplásticos biodegradables es fundamentalmente optimista, los expertos estiman una producción de más de 5 millones de toneladas a finales de 2020 (Shen, Haufe & Patel, 2009; Comaniță *et al.*, 2015). Así mismo, la cuota del mercado de los plásticos biodegradables globales son menos del 1% del mercado de los plásticos en general, sin embargo, se espera que crezca a un ritmo rápido durante los próximos 5 años, impulsado por las actividades de I+D continua, el aumento de la conciencia ambiental, y la aplicación de las estrictas regulaciones ambientales (Ashter, 2016).

Al revisar los resultados en donde se estableció que los puntos de inflexión para las patentes por año de publicación y por año de prioridad se alcanzaron en años anteriores al presente, pero que de acuerdo a lo comentado, si bien se puede hablar de una tecnología madura, es conveniente contrastar la información frente a la realidad del mercado de empaques semirrígidos biodegradables que emplean almidón o harina como materia prima, tanto a nivel nacional como internacional, encontrándose con un mercado que presenta aún importantes retos y cuyas proyecciones positivas a nivel global, hacen que la definición de obsolescencia debe ser tenida en cuenta, pero realizando el respectivo contraste frente a la situación del mercado en determinados lugares. Sin embargo, es pertinente también tomar en cuenta, que los desarrollos tecnológicos encontrados en las patentes identificadas para la obtención de las curvas en S, con patentes relacionadas y similares a las investigaciones que actualmente se llevan a cabo por parte del grupo de investigación Cytbia, los cuales invitan a que la organización considere dentro de sus planes estratégicos, en primer lugar la búsqueda de la transferencia tecnológica o licenciamiento de sus actuales procesos de investigación que ya cuentan con los respectivos documentos de patentamiento, basados en la obtención de empaques semirrígidos empleando harina de yuca y fibra de fique como materias primas, que además no se identificó ninguna patente ni otorgada ni en aplicación que emplee estas materias primas dentro de sus formulaciones; para de esta manera ser un referente dentro del plano nacional y regional en el desarrollo de este tipo de materiales y así mismo a iniciar estudios hacia nuevas perspectivas, empleando otras mezclas de materias primas tales como polihidroxicanoatos (PHA) o algas, trabajos con procesos de obtención como inyección o espumados por microinyección celular. Lo cual se encuentra en concordancia con lo encontrado

por Zartha *et al.*, (2015), en un estudio de prospectiva en empaques biodegradables hacia 2032, donde destacan la importancia que representarán en el futuro estas nuevas investigaciones, además de otros como el estudio con materiales obtenidos a partir de celulosa microbiana y el aprovechamiento de los residuos agroindustriales para la producción de empaques biodegradables.

5. Conclusiones

El modelo Gompertz 3 parámetros presentó el mayor ajuste tanto para los parámetros de artículos de investigación como de las patentes, por año de publicación y año de prioridad. Frente a la publicación de artículos, se encuentra que existe un alto potencial respecto a la dinámica futura en este campo, dado que según el estudio, el punto de inflexión para este ítem se encontrará en el 2023, aunque al ser un punto futuro, debe tenerse precaución con posibles fenómenos que puedan presentarse alterando este resultado. De otro lado, para los diferentes parámetros relacionados con las patentes, los puntos de inflexión hallados se presentaron en periodos de tiempos anteriores a la actualidad, mostrando que se encuentra ante una tecnología en un estado de madurez u obsolescencia, sin embargo es necesario contrastar estos resultados con innovaciones reales y datos de mercado con el fin de determinar con mayor precisión el estado de esta tecnología, dado que con estos resultados no es posible aseverar por completo que esta tecnología haya alcanzado su obsolescencia. Esto soportado en que el campo de los empaques biodegradables aún muestra importantes desafíos desde diferentes ámbitos, además de que las proyecciones para su demanda en el futuro mantienen una tendencia creciente y para el caso colombiano, aún no es posible identificar una dinámica de mercado ampliamente extendida, con una investigación consolidada en el tema y una clara legislación que evidencie una saturación del mercado, razón por la cual es pertinente continuar con el trabajo desarrollado a nivel nacional. La principal limitación que se tiene al emplear las patentes para la construcción de las curvas en S, está relacionado con la imposibilidad de definir cuáles de esas patentes se han convertido en una innovación de mercado o si tan solo han llegado a la fase de desarrollo tecnológico, pero dado su facilidad de acceso y la disponibilidad de fuentes de información relacionadas, siguen siendo empleadas como parámetros de innovación. Sin embargo, es conveniente que la organización tome en cuenta la posibilidad de incursionar en nuevas investigaciones de acuerdo a las tendencias en cuanto a bioplásticos relacionadas con el empleo de otros polímeros, como los polihidroxicanoatos (PHA) y el aprovechamiento de residuos agroindustriales, como los provenientes de la industria del almidón y su potencial uso ya sea como materia prima o relleno de los empaques semirrígidos biodegradables. A futuro se pueden establecer lineamientos para el estudio y comparación de los modelos que mayor ajuste presenten en cuanto a las tecnologías relacionadas con los empaques biodegradables.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al programa Jóvenes Investigadores de Colciencias (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colombia), a la Universidad del Cauca e investigadores del grupo Cytbia por su apoyo al desarrollo del presente estudio.

Referencias

- Aguilar, S., Ávalos, A., Giraldo, D., Quintero, S., Zartha, J., & Cortés, F. (2012). La Curva en S como Herramienta para la Medición de los Ciclos de Vida de Productos. *Journal of Technology Management & Innovation*, 7(1), 238-249.
- Altuntas, S., Dereli, T., & Kusiak, A. (2015). Forecasting technology success based on patent data. *Technological Forecasting & Social Change*, 96, 202-214.
- Archibugi, D., & Pianta, M. (1996). Measuring technological through patents and innovation surveys. *Technovation*, 16(9), 451-468.

Aritizábal, A., Montoya, I., & Montoya, L. (2014). Patentes: ¿Son realmente una medida efectiva para la innovación? *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 10(18), 57-65.

Ashter, S. (2016). 9-Commercial Applications of Bioplastics, In *Plastics Design Library*, William Andrew Publishing, *Introduction to Bioplastics Engineering*. (pp. 227-249). Oxford.

Barton, J., Niemczyk, A., Czaja, K., Korach, L., & Sachermajewska, B. (2014). Polymer composites, biocomposites and nanocomposites. Production, composition, properties and application fields. *Chemik*, 68(4), 280-287.

Brockhaus, S., Petersen, P., & Kersten, W. (2016). A crossroads for bioplastics: exploring product developers' challenges to move beyond petroleum-based plastics. *Journal of Cleaner Production*, 127, 84-95.

Buesa, M., Heijs, J., & Baumert, T. (2010). The determinants of regional innovation in Europe: A combined factorial and regression knowledge production function approach. *Research Policy*, 39(6), 722-735.

Chen, Y., Chen, C., & Lee, S. (2010). Technology forecasting of new clean energy: The example of hydrogen energy and fuel cell. *African Journal of Business Management*, 4(7), 1372-1380.

Comaniță, E.-D., Ghinea, C., Hlihor, R.M., Simion, I.M., Smaranda, C., Favier, L., Roșca, M., Gostin, I., & Gavrilescu, M. (2015). Challenges and opportunities in green plastics: an assessment using the electre decision-aid method. *Environmental Engineering and Management Journal*, 14(3), 689-702.

Epicoco, M. (2016). Patterns of innovation and organizational demography in emerging sustainable fields: An analysis of the chemical sector, *Research Policy*, 45(2), 427-441.

Escorsa, P., & Vals, J. (2003). *Tecnología e innovación en la empresa*. Edicions UPC.

Freemantle, M. (2005). Green polymer field blossoming. *Chemical & Engineering News*, 83, 36-39.

Hernández, R., Villada, H., Zartha, J., Arango B., Gómez, R., Walteros, L., Delgado, K., Montilla, C., Varona, A., Moreno, J., Orozco, G., & Palacio, J. (2016). Vigilancia tecnológica y análisis del ciclo de vida de la tecnología: evaluación del potencial comercial de un prototipo de guantes biodegradables a partir de almidón termoplástico de yuca. *Espacios*, 37(13), 27.

Kim, B., Kim, E., Miller, D., & Mahoney, J. (2016). The impact of the timing of patents on innovation performance, *Research Policy*, 45(4), 914-928.

Izarral, A., Sánchez, J., & Caira, T. (2014). Ejes de Vigilancia Tecnológica Aplicados en Universidades con estudios a distancia. *GECONTEC: Revista Internacional de Gestión del Conocimiento y la Tecnología*, 1-10.

Marulanda, C., Hernández, A., & López, M. (2016). Vigilancia Tecnológica para Estudiantes Universitarios. El Caso de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. *Formación universitaria*, 9(2), 17-28.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2008). *Estudios de vigilancia tecnológica aplicados a cadenas productivas del sector agropecuario colombiano. Cuatro ejercicios piloto para la definición de agendas de investigación*. Proyecto de Transición de la Agricultura. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/2082/1/EstudiosVigilanciaJun18.pdf>

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. (2015). *Guía Nacional de Vigilancia e Inteligencia Estratégica, VeIE: buenas prácticas para generar sistemas territoriales de gestión de VeIE*. Disponible en: <http://www.mincyt.gob.ar/adjuntos/archivos/000/043/0000043043.pdf>

Navia, D., y Villada, H. (2013). Impacto de la investigación en empaques biodegradables en ciencia, tecnología e innovación. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 173-180.

Pathak, S., Sneha, C., & Mathew, B. (2014). Bioplastics: Its Timeline Based Scenario & Challenges. *Journal of Polymer and Biopolymer Physics Chemistry*, 2(4), 84-90.

Román-Román, P., Romero, D., Rubio, M.A., & Torres-Ruiz, F. (2012). Estimating the parameters of a Gompertz-type diffusion process by means of Simulated Annealing. *Applied Mathematics and Computation*, 218(9), 5121-5131.

Schilling, M., & Esmundo, M. (2009). Technology S-curves in renewable energy alternatives: Analysis and implications for industry and government. *Energy Policy*, 37(5), 1767-1781.

Shen, L., Haufe, J., & Patel, M.K. (2009). *Product Overview and Market Projection of Emerging Bio-based Plastics*, PRO-BIP. Disponible en:
http://www.plastice.org/fileadmin/files/PROBIP2009_Final_June_2009.pdf

Trappey, C., & Wu, H. (2008). An evaluation of the time-varying extended logistic, simple logistic, and Gompertz models for forecasting short product lifecycles. *Advanced Engineering Informatics*, 22(4), 421-430.

Zartha, J., Arango, B., Hernández, R., & Moreno, J. (2014). Análisis del ciclo de vida de la tecnología a través de curvas en S: Aplicación en operaciones unitarias en alimentos. *Espacios*, 35(7), 1.

Zartha, J., Villada, H., Avalos, A., Arango B., Fernandez, A., Orozco, G., Bermudez, R., Hernandez, R., Joaqui, D., Cerón, A., & Moreno, J. (2015). Application of Technological Intelligence Tools and S-Curves in a Foresight Evaluation Regarding Biodegradables Packaging and Environmentally Friendly Up to 2032. *Espacios*, 36(09), 18.

Zartha, J., Villada, H., Hernández, R., Fernandez, A., Arango, B., Orozco, G., Bermudez, R., Joaqui, D., Cerón, A., & Moreno, J. (2015). Application of Delphi Method in a foresight study on biodegradable packaging up to 2032. *Espacios*, 36(15), 3.

-
1. Ingeniero Agroindustrial. Grupo de Investigación Ciencia y Tecnología de Biomoléculas de Interés Agroindustrial (Cytbia), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca, Popayán-Cauca, Colombia. garboleda@unicauca.edu.co
 2. Doctor en Ingeniería con Énfasis en Alimentos. Universidad del Valle. Profesor titular. Departamento de Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad del Cauca, Popayán-Cauca, Colombia. villada@unicauca.edu.co

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 22) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a webmaster]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados