

Análisis del ciclo de vida – Aplicación en seis áreas del conocimiento e investigación en biotecnología

Life cycle analysis - Application in six subjects of knowledge and research in biotechnology

Juan C. OVIEDO-LOPERA [1](#); Valentina URREA-GALEANO [2](#); Christian D. ZULUAGA-HERNANDEZ [3](#); Luis M. RODRIGUEZ-ORTIZ [4](#); Jhon Fredy MORENO ZARTHA [5](#)

Recibido: 27/02/2017 • Aprobado: 29/03/2017

Contenido

[1. Introducción](#)

[2. Metodología](#)

[3. Resultados y Análisis](#)

[4. Conclusiones](#)

[Referencias bibliográficas](#)

RESUMEN:

El análisis de una tecnología a través de las curvas en S permite reducir la incertidumbre en la toma de decisiones relacionadas con el ciclo de vida de la tecnología, aplicación de estrategias de monitoreo e inversión y momento adecuado para la adopción de mecanismos de derecho tecnológico y propiedad intelectual. Se realizó dicho análisis para seis áreas de interés o tecnologías relacionadas con Biotecnología: Fermentación en Estado Sólido (FES), Biotecnología Vegetal (BV), Biorreactores (B), Producción de Ácidos Orgánicos (AO), Enzimas y Cinética Enzimática (ECE), y Fermentación y Medición de Biomasa (FMB). La información se obtuvo de las bases de datos Scopus y Free Patents Online y fue procesada en software Sigmaplot versión libre sobre 13 modelos de regresión no lineal. De las patentes, se destaca que los puntos de inflexión para FES, BV y ECE, se obtuvieron antes de 2016; por su parte los artículos la FES, BV, ECE y los puntos de inflexión se encuentran entre el rango de años 2008-2015, mientras que las tecnologías AO y FMB generaron puntos de inflexión a futuro por lo que se encuentran en fase emergente, entrante o clave. Los mejores ajustes para las seis tecnologías fueron los modelos sigmoideal y logístico tanto para artículos como para patentes lo cual coincide con lo obtenido por otros autores en estudios sobre otras tecnologías.

Palabras clave: Ciclo de vida de la tecnología, Curvas en

ABSTRACT:

The analysis of a technology through the S-curves allows to reduce the uncertainty in the decision making related to the technology life cycle, implementation of monitoring strategies and investment and timing for the adoption of mechanisms of technological law and intellectual property. This analysis was carried out for six subjects of interest or technologies related to Biotechnology: Solid State Fermentation (SSF), Plant Biotechnology (PB), Bioreactors (B), Production of Organic Acids (OA), Enzymes and Enzymatic Kinetics (EEK), and Fermentation and Biomass Measurement (FBM). The information was obtained from the Scopus and Free Patents Online databases and was processed in Sigmaplot software free version, with 13 nonlinear regression models. By the patents, it is noted that the inflection points for SSF, PB and EEK were obtained before 2016. For its part the articles the SSF, PB and EEK the inflection points are between the range of years 2008-2015. While the OA and FBM technologies generated future turning points so they are in the emergent, incoming or key phase. The best adjustments for the six technologies were the sigmoidal and logistic models for both articles and patents. Which coincides with that obtained by other authors in studies on other technologies.

Keywords: Technology Life Cycle, S-Curve, Biotechnology, Biochemical Engineering

1. Introducción

Desde inicio del siglo XX, el crecimiento de las aplicaciones de la biotecnología, se fueron apropiando de la sociedad de forma exponencial (Jozala et al., 2016)(Scott & Hwa, 2011), llegando a desplazar sectores tradicionales de la producción, como la producción de etanol y ácidos orgánicos como el láctico y el cítrico (Abdel-Rahman, Tashiro, & Sonomoto, 2013) (Arslan, Aydogan, & Taskin, 2016). Lo anterior ha llevado a que la biotecnología sea una materia que se imparta de manera especial los programas de ingenierías agroindustrial, de alimentos, agrícola, de procesos, química entre otros, para impartir este conocimiento específico, en este tipo de ingenierías (Curia, D'Alessandro, & Briand, 2010). La mayoría de estos programas, tiene en sus contenidos los siguientes temas: cinética enzimática, crecimiento de celular, biorreactores, fenómenos de transporte, escalado de procesos; para el caso particular del programa de ingeniera agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana, incluye los temas de fermentación en estado solidos (FES), inmovilización de biocatalizadores, en cultivos in vitro y los organismos transgénicos, ya que temas de interés para esta ingeniería en particular.. De acuerdo a lo anterior, se considera pertinente hacer un estudio del ciclo de vida de estas tecnologías, a través de un análisis de curvas en S, con el objeto conocer de las condiciones en que se encuentran estas tecnologías, para evaluar el currículo de esta materia (Avalos, Giraldo, Zartha, & Farid, 2012). Las tecnologías que se evaluarán específicamente en este trabajo son: cinética enzimática, ácidos orgánicos, medición de biomasa, FES, biotecnología vegetal.

1.1. Marco teórico

Las curvas en S son una representación gráfica del avance acumulado en función del tiempo que permiten realizar una comparación del avance esperado versus el avance real. Se le denomina Curva S debido a que la gráfica toma forma de "S" a medida que se van representando los valores acumulados en el tiempo. Estas curvas brindan un elemento de valor agregado para la toma de decisiones relacionadas con el ciclo de vida de la tecnología, aplicación de estrategias y adopción de mecanismos de derecho tecnológico y propiedad intelectual (Pérez, 2001), (Ortiz & Pedroza, 2006). Esto es importante ya que es conveniente reducir la incertidumbre frente a la toma de decisiones relacionadas con el estado en que una tecnología se encuentra (es decir, antes o después de su punto de inflexión) lo que puede llevar a los interesados en la gestión tecnológica o gestión de la innovación a tomar mejores decisiones frente a inversiones y mecanismos de protección (antes del punto de inflexión) o en la no sobreinversión en una tecnología (después del punto de inflexión). Los resultados obtenidos ayudarán a la toma de decisiones estratégicas en el área de Biotecnología y servirán de base para estudios posteriores.

Desde algún tiempo atrás, estudiosos de la tecnología, han intentado entender su comportamiento y las estrategias que pueden ser implementadas en cada una de las fases de su trayectoria a través del tiempo; una alternativa para dicho análisis son los modelos de curvas en "S", mediante los cuales es posible identificar el estado de una tecnología: emergente, entrante, clave, madura o en declive. De acuerdo al estado en que se encuentre la tecnología, la estrategia a seguir sería: monitoreo, inversión selectiva y no sobreinversión respectivamente (Ortiz & Pedroza, 2006), (Villa, 2015), (Mercado, 2013), (Arango & Duque, 2015). La figura 1, muestra el comportamiento de la tecnología en cada fase: inicial, crecimiento temprano, crecimiento tardío y madurez (Pérez, 2001), (Pérez, 2004).

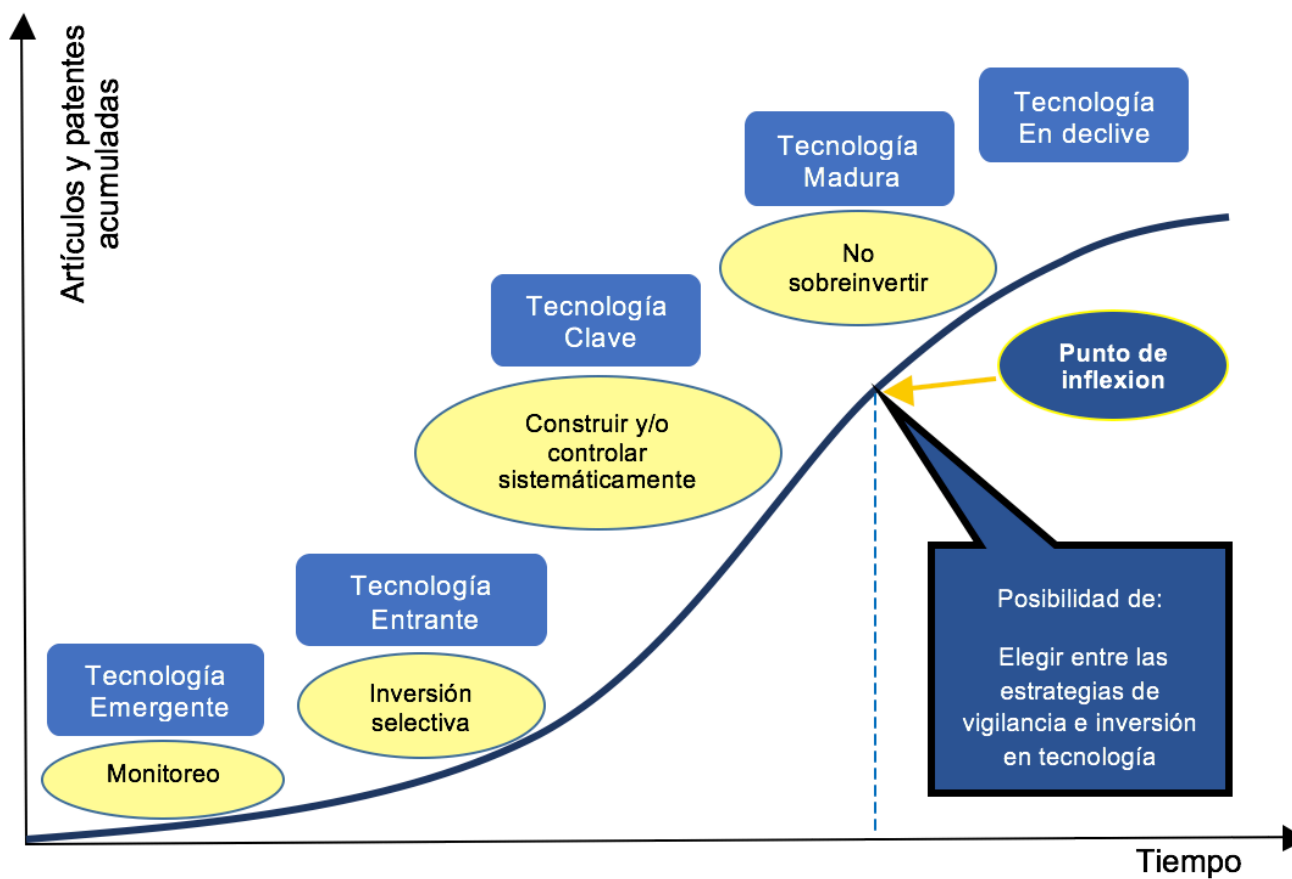


Figura 1. Estado de la tecnología.

El ciclo de vida de la tecnología, la comprensión del fenómeno de la difusión de innovaciones tecnológicas y la adopción de las mismas son otras características medibles a través de las curvas en S (Tidd & Bessant, 2013), (Aguilar et al, 2012), (Schilling & Esmundo, 2009), (Zartha, Avalos, Urrea, & Hernandez, 2009). La figura 2 muestra una curva en forma de S en la cual se identifican las etapas de una tecnología.

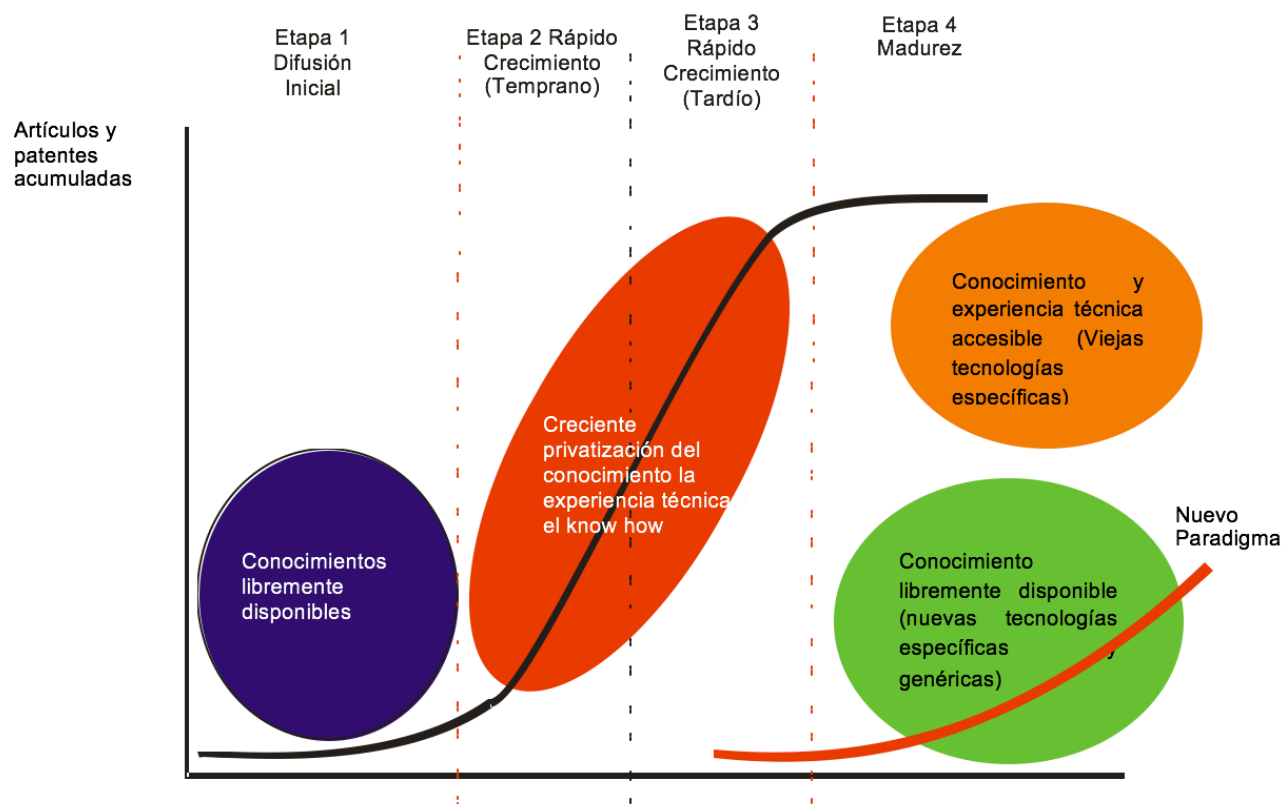


Figura 2. Fases de una tecnología.

La importancia de las curvas en S, radica en que las innovaciones tienen asociadas una serie de incertidumbres de mercado, de comercio y tecnológicas, las cuales se incrementan con la necesidad de información o conocimiento sobre las variables que intervienen en el proceso de lanzamiento de un nuevo producto o mejora de uno existente (Afuah, 1999), (Kotler, 1996), (Pérez, 2004), (Kucharavy & De Guio, 2009). De igual manera, la incertidumbre tecnológica se refiere a la necesidad de conocimiento adicional sobre los componentes y la forma en que se relacionan los métodos y las técnicas para que el nuevo producto funcione de forma adecuada (Zartha, Arango Bibiana, Hernández, & Moreno, 2014). Según (Zartha et al., 2014) "Estas incertidumbres pueden ser reducidas

por medio del estudio de las regularidades tecnológicas, de las regularidades del mercado y del uso de estrategias de innovación adecuadas. La forma más adecuada para analizar las regularidades tecnológicas se realiza por medio de las curvas en S, de esta forma la empresa puede analizar el desempeño de la innovación en el tiempo. De igual manera las regularidades del mercado pueden ser estudiadas por medio de las curvas en S”.

Además de lo anterior, existen falencias en el entendimiento sobre la forma como se difunden las innovaciones tecnológicas, en especial el comportamiento de sus parámetros de desempeño en la unidad de tiempo y tiempo de duración de los ciclos de innovación, existen a la vez pocos modelos gráficos y cuantitativos que permitan comprender la generación de innovación tecnológica en las empresas.

Para la construcción de las curvas en S se pueden utilizar varios softwares que realicen cálculos de regresión no lineal, en el caso de este estudio se utiliza el software Sigmaplot el cual presenta una ventaja ya que proporciona trece tipos de ecuaciones o modelos de curva sigmoideal lo que facilita el cálculo de puntos de inflexión en las diferentes tecnologías analizadas, así como la comparación sobre los modelos de mayor ajuste.

2. Metodología

Fase 0. Con la aplicación de la metodología de curvas en S, se analizaron seis áreas de interés o tecnologías relacionadas con Biotecnología: Fermentación en Estado Sólido (FES), Biotecnología Vegetal (BV), Biorreactores (B), Producción de Ácidos Orgánicos (AO), Enzimas y Cinética Enzimática (ECE), y Fermentación y Medición de Biomasa (FMB). Para realizar el análisis del ciclo de vida de las seis tecnologías se siguió el procedimiento descrito por (Zartha et al., 2014), modificado.

Fase I. Se realizó una búsqueda especializada en bases de datos de documentos relacionados en estas seis tecnologías en las bases de datos de Scopus para artículos y Free Patents Online para patentes la cual contiene bases de datos de la OMPI (Organización Mundial de Propiedad Intelectual) de Japón, de Alemania y de Estados Unidos; para garantizar la validez y exactitud de los datos se elaboraron ecuaciones de búsqueda en cada una de las tecnologías. Obtenida la información, se tabuló de acuerdo al año y al número de publicaciones.

Fase II. Como valor agregado, se realizó un cálculo del tamaño de muestra (n), para determinar la cantidad de artículos y patentes representativos de los datos obtenidos, a través de la siguiente ecuación:

Ecuación para el tamaño de muestra:
$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Dónde:

- Z, es el nivel de confianza para un 95% - (1.96)
- p es la variabilidad positiva - 0.5
- q es la variabilidad negativa - 0.5
- N es tamaño de la población, es decir, el número de artículos y patentes encontradas según las ecuaciones de búsqueda de Scopus y Free Patents Online respectivamente.
- E es precisión o error - 0.05

Este tamaño de muestra solo aplicó para la lectura completa y validación de contenidos y no afectó la serie de tiempo completa que fue obtenida para el cálculo de puntos de inflexión en Sigmaplot.

Fase III. 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 (Sigmoideal 3, 4 y 5 parámetros; Logístico 3, 4 parámetros; Weibull 4, 5 parámetros; Gompertz 3, 4 parámetros; Hill 3, 4 parámetros; Chapman 3, 4 parámetros). Se seleccionan los modelos de mejor ajuste y se obtienen las respectivas curvas en S.

Fase IV. Se validaron los puntos de inflexión de las curvas obtenidas teniendo en cuenta los datos estadísticos arrojados por el software Sigmaplot: 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. En la figura 3, aparece un esquema de la metodología empleada para este

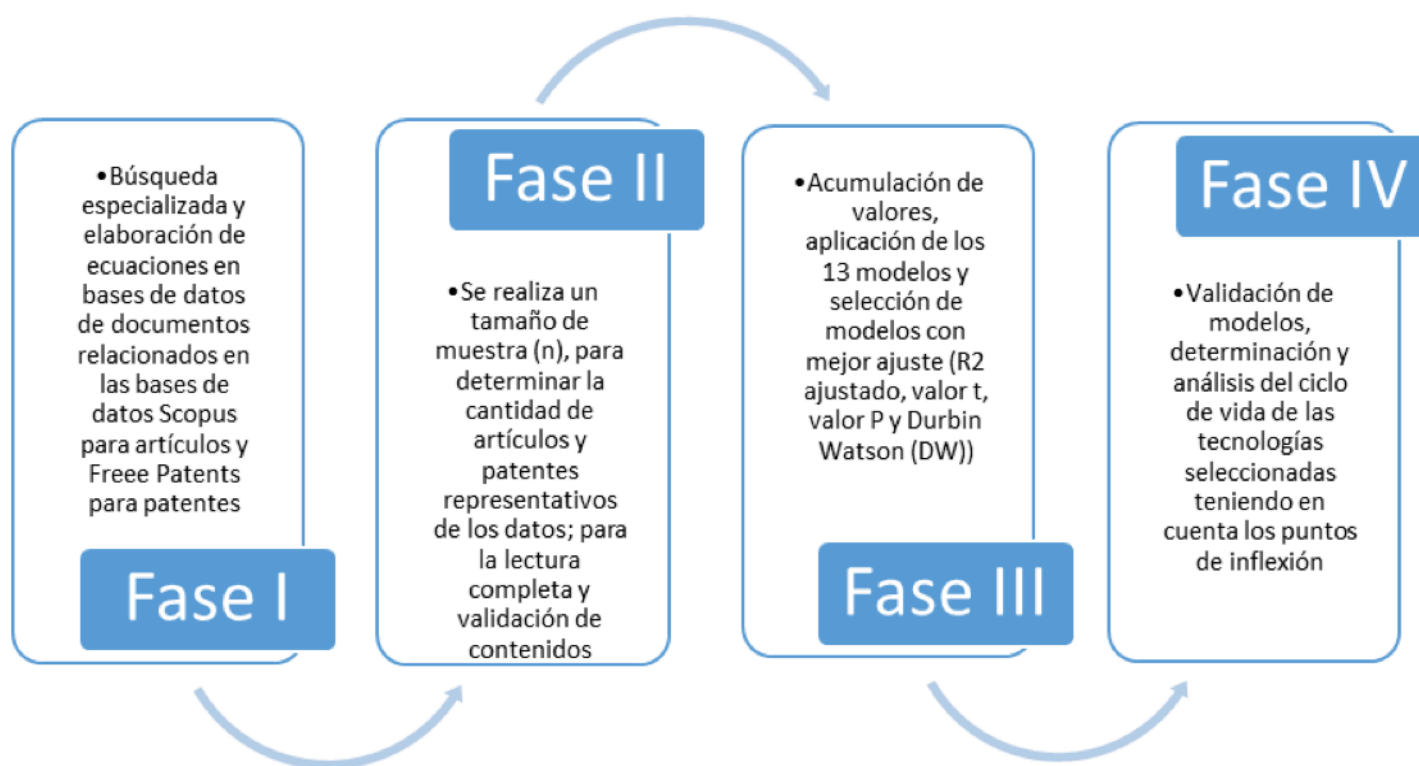


Figura 3. Fases de la metodología.

3. Resultados y Análisis

A continuación, se presentan las ecuaciones de búsqueda realizadas (tabla 1) para artículos y patentes, las cuales fueron utilizadas en bases de datos especializadas para conocer la cantidad de publicaciones (por año), hasta el segundo semestre del año 2016. Para la búsqueda de artículos se utilizó la base de datos Scopus y para patentes Free Patents Online; sin embargo, para la tecnología de FES, se realizó la búsqueda de patentes en Scopus.

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda en artículos y patentes.

Tecnologías	Referencias de búsqueda	Ecuaciones de Búsqueda Artículos	Ecuaciones de Búsqueda Patentes
Fermentación en Estado Sólido (FES)	Fermentación y biorreactores	TITLE-ABS-KEY (Solid state fermentation AND bioreactor)	TITLE-ABS-KEY (Solid state fermentation AND bioreactor)
Biotecnología Vegetal	Organismos genéticamente modificados	TITLE-ABS-KEY (plant biotechnology AND (genetic modification OR genetic engineering OR mutagenesis))	ABST/plant biotechnology AND ABST/ (genetically modified crop)
	Cultivos in vitro	TITLE-ABS-KEY (plant biotechnology AND (cultivation in vitro OR plant tissue culture))	ABST/plant biotechnology AND ABST/ (in vitro culture)
Ácidos Orgánicos	Fermentación	TITLE-ABS-KEY (organic acids W/1 (fermentation))	TTL/fermentation AND ABST/organic acids
	Producción	TITLE-ABS-KEY (organic acid production W/1 (fermentation))	TTL/fermentation AND ABST/organic acids production

Biorreactores	Diseño	TITLE-ABS-KEY(bioreactors) AND TITLE-ABS-KEY(design)	(ABST/bioreactors, and design, and solid fermentation, and food)
	Construcción	TITLE-ABS-KEY (bioreactors) AND TITLE-ABS-KEY(construction)	(ABST/bioreactors, and constructions, and liquid fermentation)
Fermentación y medición de Biomasa	Medición de Biomasa	TITLE-ABS-KEY (fermentation AND biomass AND measurement)	Abst/biomass measurement and biotechnology and not medical and not Chemistry and not pharmaceutical and not petroleum and not Mining
	Fermentación	TITLE-ABS-KEY (ferment* W/2 (Biomass)) and not medical and not Chemistry and not pharmaceutical and not petroleum and not Mining and not immunology	ABST/liquid fermentation and measurement biomass and biotechnology and not medical and not immunology
Enzimas y Cinética Enzimática	Industria y biotecnología	TITLE-ABS-KEY (enzymes OR "enzyme kinetics" AND food AND industry AND biotechnology)	ABST/"enzyme food"~5 OR "enzyme kinetics" AND agro
	Agroindustria	TITLE-ABS-KEY (enzymes OR "enzyme kinetics" AND agro)	

Con los datos obtenidos respecto a los artículos y patentes de cada tecnología, mediante el uso del software Sigmaplot, se realizó la validación (tabla 2) respecto al punto de inflexión, el DW y el modelo que mejor se ajustó para cada ecuación.

Tabla 2. Datos de artículos y patentes.

Tecnologías	Referencias de búsqueda	Punto de Inflexión		D.W.		Modelo	
		Artículos	Patentes	Artículos	Patentes	Artículos	Patentes
Fermentación en Estado Sólido (FES)	Fermentación y biorreactores	2013	Entre 2010 y 2013	0.9674	0.6824	Sigmoidal 3 parametros	Sigmoidal 3- Sigmoidal 5 parametros, Logistico 3 Logistico 4 parametros, Gompertz 3 parametros
	Organismos genéticamente modificados	2012 – 2013	2000 – 2001	0.6367	0.7653	Sigmoidal 3 - Sigmoidal 4 parametros, Logistico 3 parametros, Weibull 4 parametros	Sigmoidal 3 parametros, Logistico 3 parametros, Weibull 4 parametros, Gompertz 3

Biotecnología Vegetal							parametros
	Cultivos in vitro	2014 - 2015	Entre 2003 y 2005	0.8175	0.6526	Sigmoidal 3 parametros, Logistico 3 parametros	Sigmoidal 3 parametros, Logistico 3 parametros, Weibull 5 parametros, Gompertz 3 - Gompertz 4 parametros
Ácidos Orgánicos	Fermentación	Entre 2018 y 2021	2018	0.4327	0.177	Sigmoidal 3 - Sigmoidal 4 parametros, Logistico 3 parametros, Weibull 4 parametros	Sigmoidal 3 parametros
	Producción	2023	Entre 2017 y 2020	0.7579	0.1787	Sigmoidal 3 parametros, Logistico 3 parametros	Sigmoidal 3-Sigmoidal 4-Sigmoidal 5 parametros, Logistico 4 parametros
Biorreactores	Diseño	2011	Entre 2013 y 2015	0.3798	0.8461	Sigmoidal 3, Logistico 3	Sigmoidal 3 - sigmoidal 4 parametros, logistico 3 parametros
	Construcción	2008	2013	0.3374	0.6926	Sigmoidal 3 parámetros, logistico 3 parametros, gompertz 4 parametros	Sigmoidal 3 parametros, logistico 3 parametros
Fermentación y medición de Biomasa	Medición de Biomasa	Entre 2012 y 2015	No hubo convergencia de ninguno de los 13 modelos.	0.9298	No hubo convergencia de ninguno de los 13 modelos.	Sigmoidal 3 - Sigmoidal 4 - Sigmoidal 5 parametros, Logistico 4 parametros, Gompertz 3 parametros, Hill 3 parametros	No hubo convergencia de ninguno de los 13 modelos.
Fermentación	2036	No hubo convergencia de ninguno de los 13 modelos.	0.7346	No hubo convergencia de ninguno de los 13 modelos.	Hill 3 parametros	No hubo convergencia de ninguno de los 13 modelos.	
Enzimas y Cinética Enzimática	Industria y biotecnología	2015	Entre 2004 y 2010	0.9271	0.8514	Sigmoidal 3 - Sigmoidal 5 parametros, logistico 3 parametros	Sigmoidal 3 - Sigmoidal 5 parametros, logistico 3 parametros, Weibull 4 parametros, Gompertz 3 parametros
	Agroindustria	2013-2014	No hubo convergencia de ninguno de los 13 modelos.	0.8121	No hubo convergencia de ninguno de los 13 modelos.	Sigmoidal 3 - Sigmoidal 4 - Sigmoidal 5 parametros, logistico 3 - logistico 4 parametros, Gompertz 3 Gompertz 4 parametros	No hubo convergencia de ninguno de los 13 modelos.

A modo de ejemplo se muestran algunos datos obtenidos sobre artículos y patentes en una de las áreas de interés o tecnología relacionada con la biotecnología (tabla 3).

Tabla 3. Datos obtenidos sobre artículos en Biorreactores.

Años	Artículos	Artículos acumulados	Años	Artículos	Artículos acumulados
1966	1	1	1992	59	502
1967	0	1	1993	61	563
1968	0	1	1994	77	640
1969	1	2	1995	52	692
1970	0	2	1996	85	777
1971	0	2	1997	96	873
1972	1	3	1998	89	962
1973	1	4	1999	125	1087
1974	0	4	2000	141	1228
1975	0	4	2001	205	1433
1976	0	4	2002	231	1664
1977	0	4	2003	297	1961
1978	2	6	2004	293	2254
1979	2	8	2005	401	2655
1980	1	9	2006	406	3061
1981	0	9	2007	371	3432
1982	2	11	2008	418	3850
1983	5	16	2009	461	4311
1984	33	49	2010	563	4874
1985	22	71	2011	489	5363
1986	41	112	2012	520	5883
1987	64	176	2013	510	6393
1988	50	226	2014	484	6877

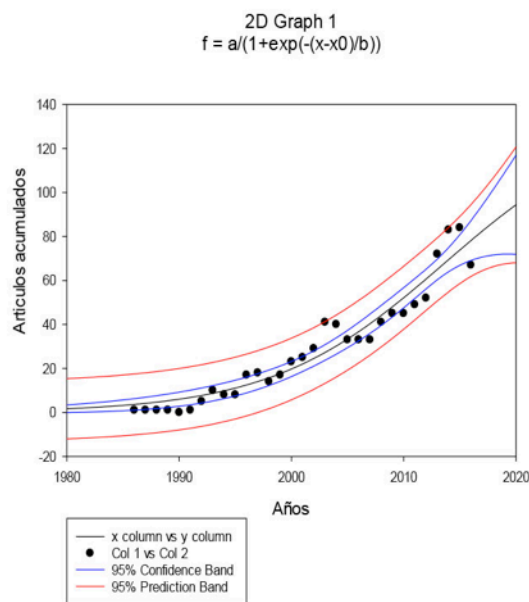
1989	51	277	2015	417	7294
1990	86	363	2016	200	7494
1991	80	443			

Tabla 4. Datos obtenidos sobre patentes en Biorreactores.

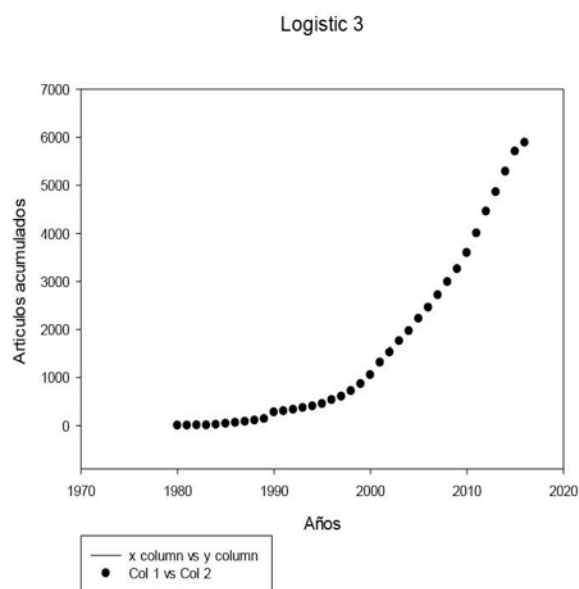
Años	Patentes	Patentes acumuladas	Años	Patentes	Patentes acumuladas
1983	1	1	2000	6	34
1984	1	2	2001	5	39
1985	0	2	2002	8	47
1986	0	2	2003	9	56
1987	0	2	2004	10	66
1988	1	3	2005	21	87
1989	1	4	2006	16	103
1990	4	8	2007	18	121
1991	4	12	2008	27	148
1992	2	14	2009	23	171
1993	2	16	2010	27	198
1994	1	17	2011	40	238
1995	1	18	2012	39	277
1996	4	22	2013	33	310
1997	1	23	2014	45	355
1998	1	24	2015	42	397
1999	4	28	2016	22	419

Después de emplear los 13 modelos a la serie de datos de artículos en las seis tecnologías, se muestran a modo de ejemplo algunas de las curvas en S arrojadas por el software Sigmaplot, sobre los modelos validados.

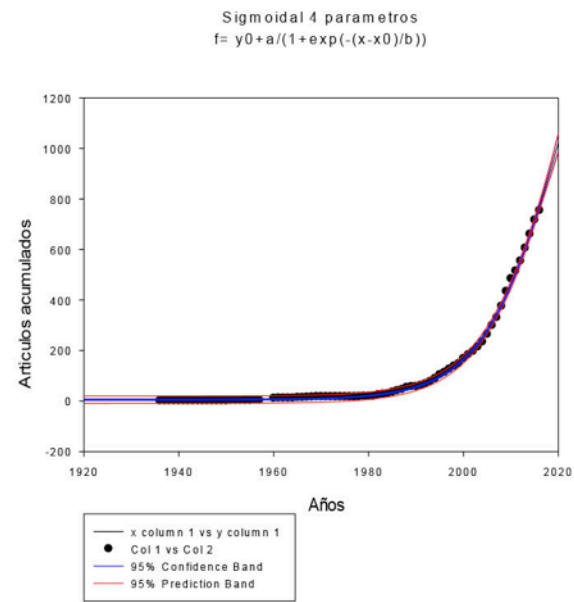
Curva en S-FES-(Sigmoidal 3)



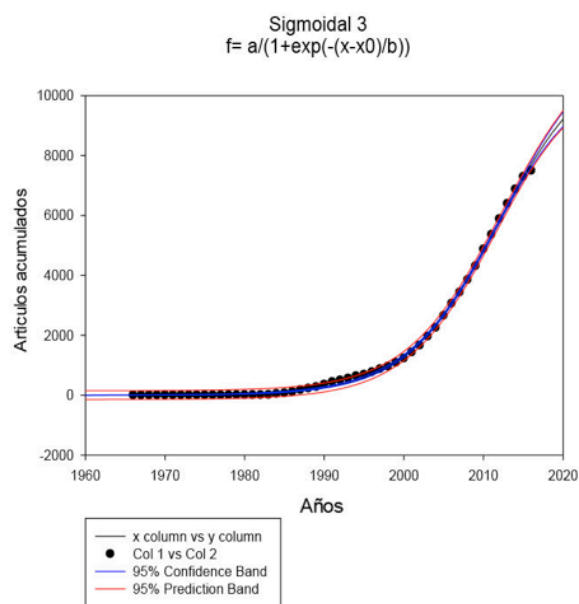
Curva en S-BV-(Logístico 3)



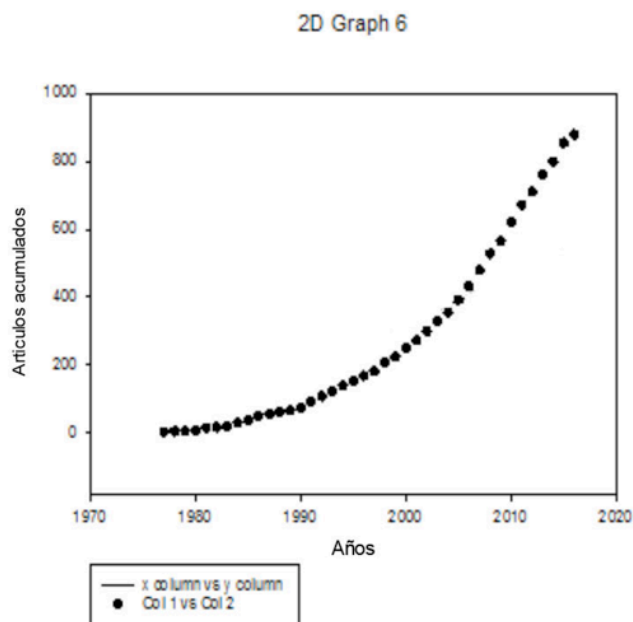
Curva en S-AO-(Sigmoidal 4)



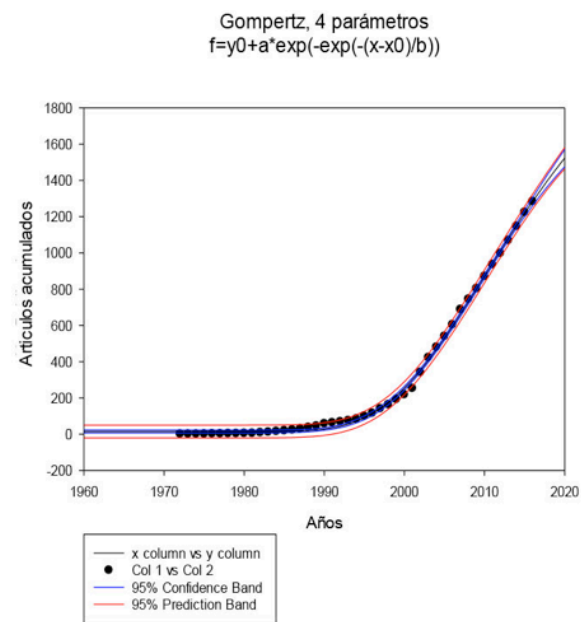
Curva en S-B-(Sigmoidal 3)



Curva en S-FMB-(Hill 3)

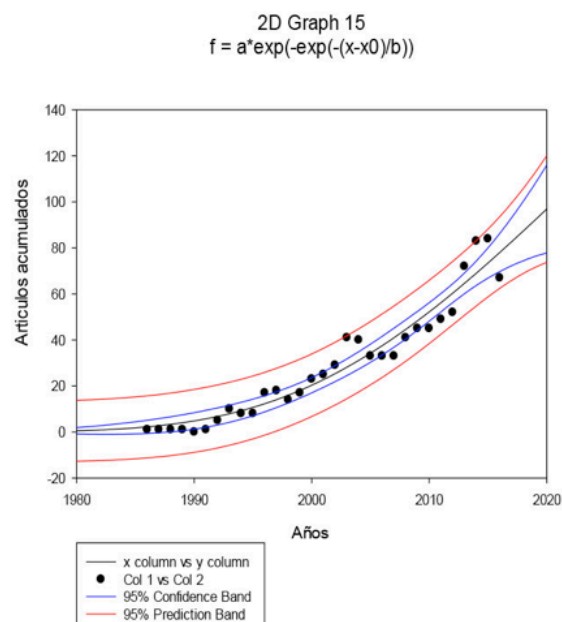


Curva en S-ECE- (Gompertz 4)

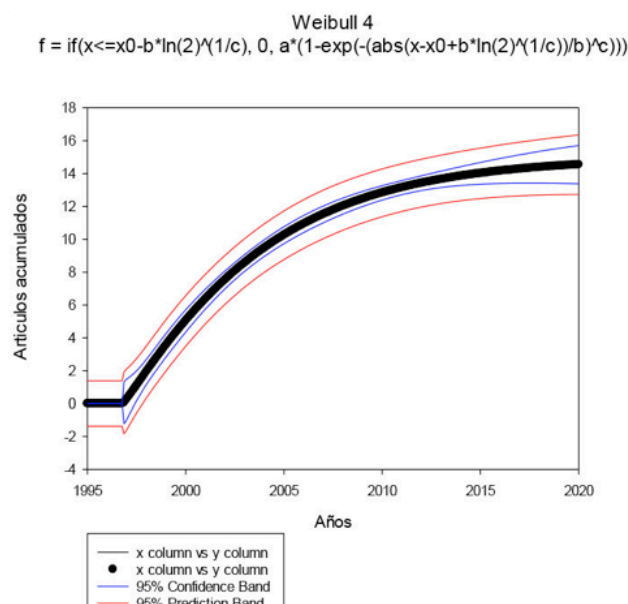


A continuación, se muestran algunas de las curvas en S de las patentes validadas, mediante los modelos utilizados en el software Sigmaplot.

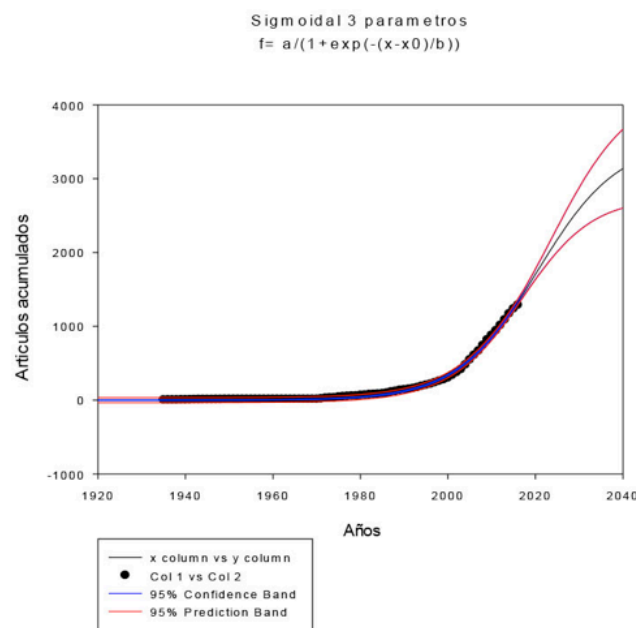
Curva en S-FES-(Gompertz 3)



Curva en S-BV-(Weibull 4)



Curva en S-AO-(Sigmoid 3)

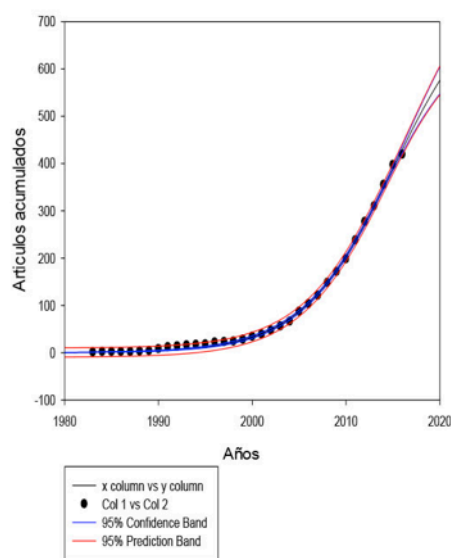


Curva en S-B-(Logistic 3)

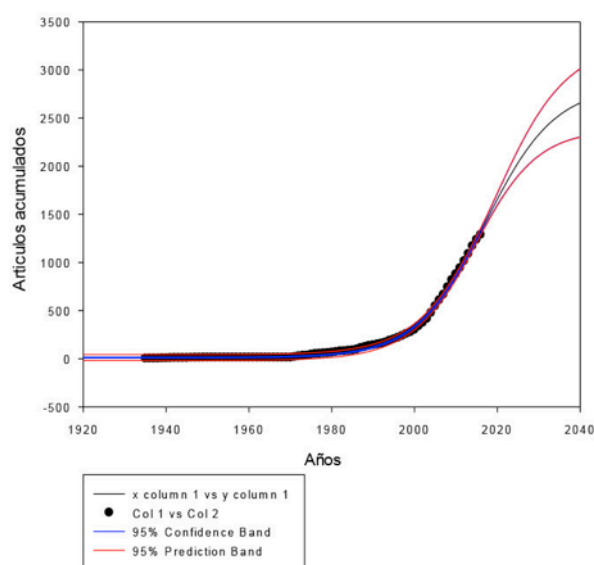
Curva en S-AO-(Sigmoid 4)

Curva en S-ECE-(Sigmoid 5)

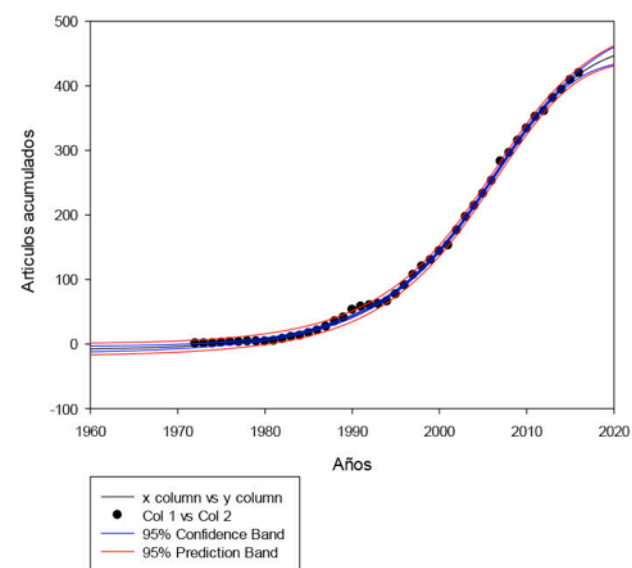
Logistic 3
 $f = \begin{cases} \text{if}(x < 0, \text{if}(b < 0, 0, a), \text{if}(b > 0, a / (1 + \text{abs}(x/x0)^b), a * \text{abs}(x/x0)^{\text{abs}(b)} / (1 + (\text{abs}(x/x0))^{\text{abs}(b)}))) \end{cases}$



Sigmoidal 4 parametos
 $f = y0 + a / (1 + \exp(-(x-x0)/b))$



Sigmoid, 5 parámetros
 $f = y0 + a / (1 + \exp(-(x-x0)/b))^c$



El análisis del ciclo de vida de las seis áreas relacionadas con la biotecnología, se realizó mediante la validación de los modelos de regresión no lineal en Sigmaplot con el fin de conocer el estado de la tecnología (ver figura 1).

Se observó mediante los valores de los puntos de inflexión obtenidos a partir de una regresión no lineal de la curva sigmoideal o curva en S, en las ecuaciones evaluadas para patentes, que en las áreas de interés tales como FES, BV y ECE, los puntos de inflexión se obtuvieron antes del año 2016, es decir varían entre 2010-2013, 2000-2005, 2004-2010 respectivamente mientras que para la tecnología FMB no hubo un ajuste de ninguno de los modelos aplicados. De acuerdo a estos resultados se puede analizar que las tecnologías se encuentran, de acuerdo con patentes, en la fase de tecnología de base, igualmente se debe evaluar la pertinencia de seguir ejerciendo mecanismos de derecho tecnológico y propiedad intelectual, en cuanto a las estrategias de monitoreo e inversión (Ortiz & Pedroza, 2006); la estrategia sería la no sobre inversión debido a su punto de inflexión en el pasado. Sin embargo, estas estrategias se deben revisar a la luz de otros indicadores de la tecnología tales como la eficiencia, productos tecnológicos y el éxito de las innovaciones derivadas de la tecnología.

De igual manera es el comportamiento en las ecuaciones ajustadas para los artículos, en cuatro de las áreas anteriormente mencionadas, FES, BV, ECE y en la primera ecuación de FMB, ya que los puntos de inflexión se encuentran entre el rango de años 2008-2015; en este caso el modelo de mayor ajuste es sigmoideal, este resultado es similar a lo obtenido en el artículo sobre las 11 tecnologías en alimentos realizado por (ZARTHA, ARANGO, HERNÁNDEZ, MEDINA, & OROZCO, 2015) ya que para este caso el modelo de mejor ajuste fue sigmoideal, en donde en el tercer clúster conformado por las tecnologías de centrifugación, molienda, evaporación y plasma frío; se presentó el mismo comportamiento. Estos resultados indican que por su trayectoria en el tiempo las tecnologías se sitúan en una fase de base (madura o declive), debido a la baja dinámica de publicaciones de artículos en el mundo. Mediante la figura 2, también se logró evidenciar que estas tecnologías se encuentran en la etapa 3 o etapa de rápido crecimiento, lo cual infiere que se debe evaluar la conveniencia de no sobreinvertir.

Ahora en cuanto a la tecnología FMB, el punto de inflexión para la segunda ecuación de artículos fue el año 2036; de igual manera sucede en la tecnología de AO en el tema de fermentación, donde los puntos de inflexión obtenidos fueron entre 2018-2023 para artículos y 2018-2020 para patentes, por lo que la tecnología se encuentra en una fase anterior al punto de inflexión, es decir, en fase emergente, entrante o clave (Pérez, 2001), (Pérez, 2004); igualmente en cuanto a estrategias de derecho tecnológico de propiedad intelectual, aún se halla en la fase de crecimiento y es estratégico ejercer mecanismos de privatización tipo patentes, registros de software, entre otros. En cuanto a la estrategia de inversión, la estrategia sugerida sería la de monitoreo e inversión selectiva (Ortiz & Pedroza, 2006), es importante explicar que este tipo de tecnologías con puntos de inflexión a futuro representan una gran oportunidad para continuar publicando y ejecutando proyectos de investigación, asimismo generando productos en razón del desarrollo tecnológico.

Los modelos ganadores o de mejor ajuste para las seis tecnologías fueron los modelos sigmoideal y logístico tanto para artículos como para patentes, estudios anteriores realizados por (Hernández et al., 2016) sobre tres tecnologías para empaques biodegradables, para el caso de extrusión reactiva los modelos ganadores fueron sigmoideal, logístico, Gompertz y Hill, lo cual coincide en dos modelos con los de mejor ajuste en las seis tecnologías evaluadas en el presente estudio, para la tecnología de extrusión soplado en patentes, los modelos ganadores fueron sigmoideal, logístico, Weibull y Gompertz, lo cual también coincide con lo obtenido en esta investigación.

4. Conclusiones

En las tecnologías analizadas, cuatro de ellas: Fermentación en Estado Sólido (FES), Biotecnología Vegetal (BV), Enzimas y Cinética Enzimática (ECE) y Biorreactores (B) tuvieron puntos de inflexión antes de 2016 en artículos y patentes, por lo que las cuatro tecnologías se ubican en la fase de tecnología de base.

La tecnología o tema relacionado con la Producción de Ácidos Orgánicos (AO) generó puntos de inflexión a futuro tanto para artículos como para patentes, lo que ubica a esta tecnología en fases anteriores al punto de inflexión indicando altas dinámicas en la generación de artículos y en la tasa de patentamiento.

En cuanto a la tecnología de Fermentación y Medición de Biomasa (FMB), en la segunda ecuación de búsqueda, el punto de inflexión en artículos se proyectó a futuro, es decir, se encuentra en una fase emergente, entrante o clave, lo que coloca a esta tecnología en una posición favorable frente a la dinámica de publicaciones y generación de proyectos de investigación.

Los modelos de regresión no lineal que más se ajustaron a las series de tiempo de artículos y patentes para las seis tecnologías fueron sigmoideal y logístico, lo cual coincide con estudios sobre otras áreas de conocimiento tales como operaciones unitarias en alimentos en el cual el modelo de mejor ajuste fue el sigmoideal, y en tecnologías para empaques biodegradables tales como extrusión reactiva en artículos y patentes en la cual se obtuvo como modelos de mejor ajuste el sigmoideal y el logístico entre otros modelos.

Referencias bibliográficas

- ABDEL-RAHMAN, M. A., TASHIRO, Y., & SONOMOTO, K. (2013). Recent advances in lactic acid production by microbial fermentation processes. *Biotechnology Advances*, 31(6), 877–902. <http://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2013.04.002>
- AFUAH, A. (1999). La dinámica de la innovación organizacional el nuevo concepto para lograr ventajas competitivas y rentabilidad. Universidad de Oxford.
- AGUILAR, S., ÁVALOS, A., GIRALDO, D., QUINTERO, S., ZARTHA, J., & CORTÉS, F. (2012). Las curvas en S como herramienta para la medición de los ciclos de vida de productos. *Journal of Technology Management & Innovation*.
- ARANGO, J., & DUQUE, H. (2015). Análisis de la difusión de automóviles particulares en diferentes ciudades de Colombia por medio de curvas en S. Tesis de Magister. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.
- ARSLAN, N. P., AYDOGAN, M. N., & TASKIN, M. (2016). Citric acid production from partly deproteinized whey under non-sterile culture conditions using immobilized cells of lactose-positive and cold-adapted *Yarrowia lipolytica* B9. *Journal of Biotechnology*, 231, 32–39. <http://doi.org/10.1016/j.jbiotec.2016.05.033>
- AVALOS, A., GIRALDO, D., ZARTHA, J., & FARID, B. (2012). Journal of Technology Management & Innovation La Curva en S como Herramienta para la Medición de los Ciclos de Vida de Productos. *Journal of Technology Management & Innovation*, 7(1), 238–248.
- CURIA, M. V, D’ALESSANDRO, O., & BRIAND, L. E. (2010). La Enseñanza de Conceptos en Biotecnología a través de un Experimento Sencillo y Económico. *Formación Universitaria*, 3(1), 27–30. <http://doi.org/10.4067/S0718-50062010000100005>
- HERNÁNDEZ, R., VILLADA, H. S., ZARTHA, J. W., ARANGO, B., GÓMEZ, R. A., WALTEROS, K., ... PALACIO, J. C. (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. *Revista Espacios*, 37(13), 1–28. Retrieved from <http://www.revistaespacios.com/a16v37n13/16371328.html#metodol>

JOZALA, A. F., GERALDES, D. C., TUNDISI, L. L., FEITOSA, V. DE A., BREYER, C. A., CARDOSO, S. L., ... PESSOA, A. (2016). Biopharmaceuticals from microorganisms: from production to purification. *Brazilian Journal of Microbiology*, 47, 51–63. <http://doi.org/10.1016/j.bjm.2016.10.007>

KOTLER, P. (1996). Dirección de mercadotecnia, análisis, planeación, implementación y control. Prentice Hall. Octava edición.

KUCHARAVY, D., & DE GUIO, R. (2009). Logistic Substitution Model and Technological Forecasting. *Journal Part of the Real Innovation*.

MERCADO, H. (2013). Las curvas en "S" como herramienta para evaluar el desempeño de las innovaciones en la formación del programa jóvenes rurales emprendedores – Sena. Tesis de especialización. Medellín, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana.

ORTIZ, S., & PEDROZA, A. (2006). ¿Qué es la gestión de la innovación y la tecnología? *Journal of Technology Management and Innovation*, 64-82.

PÉREZ, C. (2001). Cambio tecnológico y las oportunidades de desarrollo como blanco móvil. *Revista de la CEPAL*, 115-136.

PÉREZ, C. (2004). Technological revolutions, paradigm shifts and socio-institutional change. *Globalization, Economic Development and Inequality*. 217 – 220. Massachusetts, Estados Unidos: Edward Elgan Publishing limited.

SCHILLING, M., & ESMUNDO, M. (2009). Technology S-curves in renewable energy alternatives: Analysis and implications for industry and government. *Journal Energy Policy*, 1767–1781.

SCOTT, M., & HWA, T. (2011). Bacterial growth laws and their applications. *Current Opinion in Biotechnology*, 22(4), 559–565. <http://doi.org/10.1016/j.copbio.2011.04.014>

TIDD, J., & BESSANT, J. (2013). Managing Innovation. Integrating Technological Market and Organizational Change, Quinta Edición. Reino Unido.

VILLA, E. (2015). Análisis de la Gestión de Tecnologías Emergentes (GTE) en grupo de investigación colombiano e identificación de brechas respecto a referentes internacionales. Tesis de Magister. Medellín, Colombia: Departamento de Ingeniería de la Organización. Universidad Nacional.

ZARTHA, J. W., ARANGO, B.; H., R., MEDINA, J., & OROZCO, G. (2015). Curvas en S y análisis de cluster en ciclo de vida de la tecnología: Aplicación en 11 tecnologías en alimentos Curvas en S y análisis de cluster en ciclo de vida de la tecnología: Aplicación en 11 tecnologías en alimentos, 36(12), 1–17.

ZARTHA, J. W., ARANGO, B., HERNÁNDEZ, R., & MORENO, J. F. (2014). Análisis del ciclo de vida de la tecnología a través de curvas en S: Aplicación en operaciones unitarias en alimentos. *Revista Espacios*, 35(7), 1–17. Retrieved from <http://www.revistaespacios.com/a14v35n07/14350701.htm>

ZARTHA, J., AVALOS, A., URREA, S., & HERNANDEZ, F. (2009). Metodología para la medición de innovaciones tecnológicas aplicada a empresas del sector agroindustrial. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 89-98.

Agradecimientos

Los autores de este artículo, desean expresar su sincero agradecimiento a Santiago Franco Ramirez, Daniela Garces Estrada, Jorge Eliecer Garcia Henao, Valentina Maya Fernandez, Liliana Osorio Bernal, Sebastian Ramirez Martinez, Samuel Restrepo Londoño, Paulina Restrepo Santamaria, Carolina Suarez Duque, Felipe Valencia Malo, Carolina Velez Ospina y Samuel Yepes Giraldo por su apoyo para la realización de este trabajo.

1. Docente Investigador de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana. Correo electrónico de contacto: juan.oviedo@upb.edu.co

2. Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana. Correo electrónico de contacto: valentina.urrea@upb.edu.co

3. Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana). Correo electrónico de

contacto: christian.zuluaga@upb.edu.co

4. Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Escuela de Ingenierías, Universidad Pontificia Bolivariana). Correo electrónico de contacto: luism.rodriguez@upb.edu.co

5. Estudiante de Administración Tecnológica, Facultad de Ciencias Económicas y Administración. Instituto Tecnológico Metropolitano. Correo electrónico de contacto: johnzarta91@hotmail.com

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 36) Año 2017

[Índice]

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

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados