

ESTUDIO DE PROSPECTIVA ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA AL AÑO 2020

FORESIGHT STUDY FOR THE FACULTY OF AGROINDUSTRIAL ENGINEERING OF THE UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA - 2020

JHON WILDER ZARTHA SOSSA¹, GINA LÍA OROZCO MENDOZA²

PALABRAS CLAVES:

Prospectiva, tecnologías, Ingeniería Agroindustrial, DELPHI.

KEY WORDS:

Prospective, Technologies, Agro-industrial Engineering, Delphi.

RESUMEN

La identificación de tecnologías de futuro para el sector Agroindustrial busca dar referentes en el campo científico, necesarios para la creación de capacidades que permitan tener una dinámica de oferta de conocimiento para la innovación en productos, procesos y servicios del sector las cuales ayudan a determinar nuevas actividades económicas y reforzar las ya existentes en la región [1]. Por lo tanto se observa la necesidad de generar estudios prospectivos en los programas de Ingeniería Agroindustrial, con el fin de dar las bases para la formación de profesionales con los perfiles y las competencias adecuadas, y preparados para los diferentes cambios que puedan presentarse en el futuro. Este proyecto consistió en realizar un estudio prospectivo a través de la metodología DELPHI, priorizando las principales áreas, temas y tecnologías en las que debe hacer énfasis la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín. El estudio presenta una lista de tecnologías prioritarias en el proceso de enseñanza de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial en las áreas de Producción, Transformación, Manejo y Adecuación y Comercialización y Logística.

ABSTRACT

This paper identifies technologies for the agro-industrial sector which supposedly are important in the future and which are necessary to create the competences that allow us to offer the required knowledge for the inno-

Recibido para evaluación: Abril 7 2008. Aprobado para publicación: Julio 10 2008

1 Magister en Gestión Tecnológica, Director grupo de investigación en Política y Gestión Tecnológica de la Universidad Pontificia Bolivariana. E-Mail: jhon.zartha@upb.edu.co, teléfono: 415-90-15 ext 9894

2 Ingeniera agroindustrial. Docente investigador. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad pontificia bolivariana. E- mail: gina.orozco@upb.edu.co, teléfono: 415-90-15 ext 9598

vation of products, processes and services in this sector and which help us to identify and to define new economic activities and to strengthen the existing ones in the region [1]. That is why we can identify the need for prospective studies with respect to Agro-industrial Engineering programs with the objective to create the foundation for the education of professionals with adequate profiles y competences. Professionals who are prepared to face a variety of changes which could come up in the future. This project consists in a prospective study using the DELPHI method, prioritizing the principal areas, topics and technologies which should be emphasized in the faculty of Agro-industrial Engineering in the University Pontificia Bolivariana in Medellín, Colombia. This study presents a list of technologies which are most relevant in the education process of the faculty of Agro-industrial Engineering with respect to the area of production, transformation, management and commercialization and logistics.

INTRODUCCIÓN

El mundo actual se caracteriza por su tendencia a la globalización tecnológica, económica, social y política, por lo tanto es conveniente que los programas de Ingeniería de las instituciones de educación superior conozcan y analicen las Áreas, Tecnologías, variables, factores de cambio, tendencias e invariantes relacionadas con este proceso, con el fin de prepararse para tomar decisiones mas fundamentadas.

En 1995, el Instituto Colombiano para el fomento de la Educación Superior ICFES y la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería ACOFI, convocaron a rectores, directores de programas de ingeniería, profesores y miembros del sector empresarial, para reflexionar sobre las principales características de cada Ingeniería. Las conclusiones y recomendaciones para Ingeniería Agroindustrial se encuentran publicadas en el documento "Actualización y Modernización del Currículo en Ingeniería Agroindustrial" [2].

La anterior reflexión sirvió como base para identificar las necesidades que presenta el Programa de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana y que son siempre cuestionadas por personas involucradas en el sector educativo y empresarial, sus características más sobresalientes son:

- La necesidad de identificar las prioridades investigativas regionales en Ingeniería Agroindustrial, las cuales permitirán potenciar el desarrollo de la región y se constituirán en el motor del quehacer académico.
- La necesidad de desarrollar metodologías prospectivas con el objetivo de anticiparse a los acontecimientos, buscando una actualización del

currículo de forma sistemática y no solamente realizar cambios según las necesidades del momento y el criterio de la administración de turno.

El presente trabajo consistió en realizar un estudio sobre el diseño, realización y evaluación de un ejercicio prospectivo académico [3], utilizando la herramienta Delphi mediante el cual se identificaron las principales tecnologías del Sector Agroindustrial en el año 2020, sobre las cuales se deberá enfocar la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UPB. Con estos resultados, la facultad de ingeniería agroindustrial analizó el perfil profesional y diagnosticó las competencias básicas las competencias básicas.

MÉTODO

El estudio prospectivo se llevó a cabo a través de un Delphi normativo [4], priorizando el grado de importancia de las principales áreas medulares, temas y tecnologías en las que debe hacer énfasis la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín. Para conocimiento del lector se tuvo en cuenta la metodología aplicada por Barlaraman y Venkatakrisnan [3], investigadores de la India, que en un estudio adelantado por ellos de prospectiva académica buscaron identificar las áreas principales de desarrollo de la ingeniería para la época de los 80. Esta metodología se clasifica en cuatro etapas:

Primera etapa exploratoria.

Para iniciar la etapa exploratoria se empezó por escoger desde el grupo de investigación que ejecutó el proyecto el grupo monitor [6], el cual se dio a la tarea de reunir la información necesaria para el estudio del tema.

Se realizó una búsqueda y recopilación de información sobre las tendencias en tecnologías agroindustriales [7], a partir de estudios de prospectiva en diferentes países y de publicaciones especializadas en el tema, además, se tuvo en cuenta la historia del desarrollo agroindustrial de la región antioqueña [8].

Siguiendo con la metodología se procedió con el análisis de ésta y se tomó la decisión de clasificarlas en áreas y temas. Estas fueron escogidas teniendo en cuenta el concepto de Ingeniería Agroindustrial la cual, se entiende como una rama de la ingeniería cuyo objeto de estudio es la producción, conservación, transformación y comercialización de las materias primas de origen biológico con aplicaciones alimentarias y no alimentarias [9]. Seguido a esto se construyó un árbol temático identificando las áreas temas y tecnologías a estudiar, este a su vez fue la base principal para la elaboración de el cuestionario para el estudio Delphi, este primer cuestionario involucro 72 tecnologías las cuales tenían que ser priorizadas por un panel de expertos [10], los cuales contaban con excelente formación académica, investigativa, profesional y un alto grado de conocimiento sobre el sector agroindustrial.

Primera ronda Delphi.

En esta etapa el panel de expertos conformado por 100 personas recibió el cuestionario con las tecnologías para ser priorizadas de 0 a 5 siendo 5 la de mayor prioridad.

Luego de obtener las respuestas se procedió con el análisis estadístico que incluyó cálculos de moda, frecuencia modal, frecuencia total y porcentaje de consenso, se determinó el valor promedio en los porcentajes de consenso, con esta información se estableció que una tecnología se consideraría como prioritaria en la primera ronda si presentaba un porcentaje de consenso superior al 40%, y un valor modal mayor o igual a 4 en la calificación [11].

De la misma forma se determinó que aquellas tecnologías que tenían un valor modal mayor o igual a 4, pero con un porcentaje de consenso menor de 40%, se clasificaron en el grupo de tecnologías en discusión.

Las demás tecnologías que tenían un valor modal en la calificación inferior a 4, con cualquier porcentaje de

consenso, se clasificaron como no prioritarias en la primera ronda Delphi.

Segunda ronda Delphi.

En la segunda ronda se presentó el grupo de tecnologías “prioritarias” y “en discusión” para cada una de las áreas y temas de estudio en un segundo formulario. Esta segunda ronda del ejercicio consistió en revisar las tecnologías “en discusión” e identificar si alguna o algunas de ellas, en el concepto de los expertos, debe considerarse como prioritaria, a cambio de alguna o algunas tecnologías clasificadas como tales. Como el objetivo fue ser selectivo en la identificación de prioridades, el grupo de tecnologías prioritarias no puede aumentarse, por lo cual la metodología exige que si una nueva tecnología ingresa debe salir otra. Para cada una de las tecnologías que los expertos sugieran ingresar y sacar del grupo prioritario debe haber una justificación clara y concisa que sustente su recomendación, pues tales argumentaciones son la base para la ronda final del ejercicio.

Tercera ronda

Para la tercera ronda del ejercicio Delphi se envió un tercer cuestionario que arrojó las tecnologías consideradas como prioritarias y en discusión, así como las observaciones de mayor importancia hechas por los expertos en la anterior ronda, posterior a esto, los panelistas procedieron a identificar las tecnologías de mayor prioridad, el número de tecnologías escogidas deberá ser igual al número de tecnologías que contenga el grupo prioritario.

Luego de obtener las respuestas de la tercera ronda el equipo monitor elaboró un informe final que contiene una lista de tecnologías prioritarias en del proceso de enseñanza de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UPB para el año 2020, además se identificó la importancia de la consolidación de competencias en el grupo de investigación del área de Agroindustria.

Análisis estadístico

Siguiendo la metodología de Builes y Manrique [11] para efectuar el análisis del consenso alcanzado por cada Tecnología en la tercera ronda se debían considerar los siguientes aspectos:

- Se identificaron los participantes comunes en las tres rondas (11 en este caso)
- Con las calificaciones asignadas por los panelistas a las tecnologías en la primera ronda se calcula un valor modal de calificación. Si este valor modal es 4 o 5, este valor se mantendrá constante durante todas las rondas como prioritario.
- Se tomaron las calificaciones de la primera ronda como base para la tercera ronda.
- En el formulario suministrado para la tercera ronda, los participantes colocaron una "X" en las casillas correspondientes a los temas prioritarios. Posteriormente, se reemplazaron las "X", por los valores de las calificaciones de cada participante que había asignado en la primera. Se determinó el número de las calificaciones que fueron menores al valor modal de la primera ronda (Er3), por cada Tecnología, es decir que no fueron consideradas inicialmente como prioritarias.
- De igual manera, se identificaron los participantes que calificaron la tecnología como prioritaria en la primera ronda, pero que no lo seleccionaron con "X" en la tercera y por lo tanto salieron del consenso. Este resultado se denominó (Sr3)
- La frecuencia modal de cada tecnología para la tercera ronda se determinó mediante la siguiente ecuación: $Fm3 = Fm1 + Er3 - Sr3$ en donde Fm1 es la frecuencia modal de la tecnología en la primera ronda con los 11 participantes que contestaron las 3 rondas. Y el porcentaje de consenso de la tercera ronda se determinó: $R3 = Fm3/33 \times 100$

La selección de las tecnologías prioritarias se hizo con el siguiente criterio: Estadísticamente se considera que un consenso inferior al 95% es bajo, no en tanto Barlaraman y Venkatakishnan [3] en su prospectiva académica, un consenso entre el 50% y 100% en temas de educación es bueno.

RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en las tres rondas realizadas en el estudio

PRIMERA RONDA

La consulta estructurada fue contestada por 36 exper-

tos nacionales, representando un 36% de respuestas con relación a las 100 encuestas enviadas en forma electrónica.

La ficha técnica de la encuesta es:

- Respuestas: 36 expertos
- Respuestas anuladas: 6
- Porcentaje: 36%
- El 66.66% son hombres y el 33.33% mujeres
- Doctores: 13.33%
- Magíster: 26.66%
- Especialistas: 16.66%
- Estudios de pregrado: 43.33%
- Participación en el sector académico: 56.66%
- Participación el sector industria y gobierno: 43.33%

A continuación se presentan las tecnologías prioritarias y en discusión que fueron resultados del ejercicio en la primera ronda. (ver Tabla 1).

SEGUNDA RONDA

Esta ronda fue contestada por 23 expertos los cuales realizaron sus respectivas argumentaciones y cambios respectivos según la metodología. El análisis estadístico permitió identificar aquellas tecnologías que fueron consideradas por el grupo como las de mayor prioridad. Los grupos de prioridad y en discusión se dejaron igual para la tercera ronda solo se les incluyó la letra P para informar cuales según el análisis estadístico fueron consideradas por ellos como prioritarias teniendo en cuenta tanto la primera ronda como la segunda y además se les envió en el cuestionario las argumentaciones del por que.

TERCERA RONDA Y RESULTADOS FINALES

Después de obtener los análisis estadísticos de las respuestas obtenidas por el grupo de expertos que terminaron el estudio y la comparación respectiva con las respuestas obtenidas en la primera ronda de los mismos participantes, se llegó a la conclusión que las prioridades investigativas más representativas para la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UPB en el 2020 son: (ver Tabla 2).

Tabla 1. Grupos Prioritarios y en Discusión en La Primera Ronda Delphi

AREA DE PRODUCCIÓN

SUBTEMAS		TECNOLOGÍAS PRIORITARIAS		TECNOLOGÍAS EN DISCUSIÓN	
Manejo de Alimentos que no Involucran Transformación				4.2	Maquinaria agrícola para cultivos
				4.3	Invernaderos y tecnología de manejo
				4.5	Sistemas de riego
Biotecnología	5,1	Mejoramiento genético para cultivos			
	5,2	Mejoramiento de suelos a través de Microorganismos			
	5,3	Tecnología enzimática			
	5,4	Cultivo de Microorganismos			
Control Biológico y Ambiental	6,2	Producción orgánica		6.1	Resistencia a fitopatogenos
	6,3	Control de plagas y enfermedades			
	6,4	Tecnología en manejo de residuos			
Control de Calidad	7,1	Software y Hardware- BPM, HACCP, Trazabilidad		7.3	Equipos de diagnostico rápido
	7,2	Productos en fresco: orgánicos., sello verde, BPA			

AREA TECNOLOGÍAS DE MANEJO Y ADECUACIÓN

SUBTEMAS		TECNOLOGÍAS PRIORITARIAS		TECNOLOGÍAS EN DISCUSIÓN	
Tecnologías de Empaques	12,4	Atmósferas modificadas		12,3	Atmósferas controladas
	12,5	Empaques Biodegradables		12,7	Envases activos
	12,10	Empaques comestibles		12,11	Equipos para adecuar frutas y verduras
Postcosecha				14,1	Instalaciones de maduración rápida
Control de Calidad y Ambiental	13,3	Aparatos de muestreo automáticos de alimentos en polvo y granulados para animales.			

AREA TECNOLOGÍA DE TRANSFORMACIÓN

SUBTEMAS	TECNOLOGÍAS		TECNOLOGÍAS EN DISCUSIÓN	
Maquinarias y Equipos para la Transformación	8,2	M y E. industria avícola - ovoproductos	8,1	Maquinaria y Equipos para lácteos y sus derivados
	8,5	M y E. industria empaques	8,3	Maquinaria y Equipos para cárnicos
	8,6	M y E. industria de verduras y frutas	8,7	Maquinaria y Equipos para cereales y granos
Biotecnología	9,2	Uso de energías limpias de producción	9,3	Fermentación Aeróbica y anaeróbica
	9,4	Electroforesis		
Ingeniería de Procesos	11,3	Supercongelación	11,4	Microfiltración
	11,5	Ultra filtración	11,7	Ultrapasterización
	11,6	Extrusión mecánica (de pulpas y jugos)	11,12	Extracción
	11,9	Liofilización	11,13	Congelación, refrigeración y descongelación
	11,11	Destilación	11,17	Maquinaria y Equipos para cocción de alimentos
	11,16	Deshidratación	11,20	Altas presiones
	11,18	Pasterización	11,21	Pulsos lumínicos en la esterilización de alimentos.
	11,19	Fluidos Supercríticos	11,22	Agentes químicos. Y bioquímicas. Conservación de alimentos.

AREA TECNOLOGÍAS EN COMERCIALIZACIÓN Y LOGÍSTICA

SUBTEMAS		TECNOLOGÍAS PRIORITARIAS		TECNOLOGÍAS EN DISCUSIÓN
Tecnología en Comercialización y Logística	15,3	Software en planeación y logística	15,1	Infraestructuras para transporte
	15,4	Equipos (scanner, RF)	15,2	Infraestructuras para almacenamiento
			15,5	Mecanismos de comercio electrónico

Tabla2. Prioridades Investigativas en Agroindustria**1. AREA DE PRODUCCIÓN**

PARTICIPANTES 11

		Fm1	Er3	Sr3	Fm3	R3
SUBTEMAS						
4,3	Invernaderos y tecnología de manejo	8	0	0	8	72,73
5,3	Tecnología enzimática	11	0	0	11	100,00
5,4	Cultivo de M.O	5	2	0	7	63,64
6,2	Producción orgánica	11	0	0	11	100,00
6,3	Control de plagas y enfermedades	6	0	0	6	54,55
6,4	Tecnología en manejo de residuos	4	3	0	7	63,64
7,1	Software y Hardware- BPM, HACCP, Trazabilidad	11	0	0	11	100,00
7,2	Productos en fresco: orgánicos, sello verde, BPA	11	0	0	11	100,00
7,3	Equipos de diagnostico rápido	3	4	1	6	54,55

2. AREA DE TRANSFORMACIÓN

PARTICIPANTES 11						
		Fm1	Er3	Sr3	Fm3	R3
SUBTEMAS						
8,2	M y E. industria avícola - ovoproductos	7	0	0	7	63,64
11,3	Supercongelación	7	0	1	6	54,55
11,5	Ultra filtración	8	0	1	7	63,64
11,6	Extrusión mecánica (de pulpas y jugos)	11	0	0	11	100,00
11,9	Liofilización	11	0	0	11	100,00
11,11	Destilación	9	0	0	9	81,82
11,19	Fluidos Supercríticos	7	0	0	7	63,64
11,20	Altas presiones	9	0	1	8	72,73
11,21	Pulsos lumínicos en la esterilización de alim.	8	0	0	8	72,73
11,25	Irradiación de alimentos	7	1	1	7	63,64

3. AREA DE MANEJO Y ADECUACIÓN

PARTICIPANTES 11						
		FM1	Er3	Sr3	Fm3	R3
SUBTEMAS						
12,4	Atmósferas modificadas	6	2	0	8	72,73
12,5	Empaques Biodegradables	11	0	0	11	100,00
12,7	Envases activos	8	0	2	6	54,55
12,10	Empaques comestibles	11	0	0	11	100,00
14,1	Instalaciones de maduración rápida	7	1	0	8	72,73

4. AREA DE COMERCIALIZACIÓN Y LOGÍSTICA

PARTICIPANTES 11						
		Fm1	Er3	Sr3	Fm3	R3
SUBTEMAS						
15,3	Softw. planeación y logística	4	2	0	6	54,55

Fm1: frecuencia modal de la tecnología en la primera ronda con 11 participantes.

Er3: número de participantes que considero la tecnología prioritaria en la tercera ronda, pero no en la primera.

Sr3: número de participantes que consideran la tecnología prioritaria en la primera ronda, pero no la seleccionaron en la tercera.

Fm3: frecuencia modal de la tecnología en la tercera ronda

R3: % de consenso tercera ronda

En la tabla 3 se presentan los temas priorizados en el estudio Delphi y las competencias básicas que, de acuerdo con la comunidad académica de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial debe adquirir el estudiante de Ingeniería Agroindustrial (I= Interpretativa, A= Argumentativa, P= Propositiva).

Tabla 3. Competencias Básicas

TEMA PRIORITARIO		COMPETENCIAS		
		A	I	P
4,3	Invernaderos y tecnología de manejo	x	x	
5,3	Tecnología enzimática	x	x	x
5,4	Cultivo de microorganismos	x	x	x
6,2	Producción orgánica	x	x	x
6,3	Control de plagas y enfermedades	x	x	x
6,4	Tecnología de manejos de residuos	x	x	x
7,1	Software y hardware BPM HACCP, trazabilidad	x		x
7,2	Productos en fresco: orgánicos, sello verde, BPA	x	x	x
8,2	M y E. industria avícola - ovoproductos	x	x	x
9,2	Usos de energías limpias de producción	x		
9,4	Electroforesis	x		
11,3	Supercongelación	x		x
11,5	Ultra filtración	x		
8,2	M y E. industria avícola - ovoproductos	x		
11,9	Liofilización	x		
11,11	Destilación	x		
11,19	Fluidos supercríticos	x	x	x
11,2	Altas presiones	x		
11,21	Pulsos lumínicos en la esterilización	x		
11,25	Irradiación de alimentos	x		
12,4	Atmósferas modificadas	x	x	x
12,5	Empaques biodegradables	x		
12,7	Envases activos	x		
12,10	Empaques comestibles	x		
14,1	Instalaciones de maduración rápida	x	x	x
15,3	Software de planeación y logística	x	x	

CONCLUSIONES

Varias conclusiones se pueden sacar del ejercicio, unas relativas a los resultados y a su análisis y otras a las metodologías empleadas. Es preciso reconocer varias limitaciones que, sin duda, impactan sobre los resultados obtenidos al desarrollar cada uno de los objetivos planteados. La principal se refiere a la disponibilidad de expertos en Ingeniería Agroindustrial conocedores de la región, sus problemas, potencialidades y oportunidades. Esta es una limitación del Método Delphi, en el sentido de que sus resultados dependen críticamente del conocimiento y criterio de los actores involucrados en el estudio. Por lo demás, el Delphi es de mucha utilidad en aquellos casos como el presente, en los

que se trata de explorar opciones estratégicas y ganar consenso en torno a ellas. Su utilidad y eficacia se potencian cuando el ejercicio es divulgado ampliamente en donde se discute abiertamente los asuntos en cuestión, induciendo una mayor conciencia sobre la necesidad de ganar consenso en torno a temas investigativos y estratégicos para el programa de Ingeniería Agroindustrial como para la región.

En relación con los resultados y análisis del proceso del Delphi, hay que decir que el conjunto de prioridades investigativas identificadas para el Programa de Ingeniería Agroindustrial constituye un insumo de alta importancia para la planeación de las instancias comprometidas con el desarrollo académico - investigativo. El aporte

importante de este trabajo consintió en presentar las posibilidades que el Programa de Ingeniería Agroindustrial de la UPB debe tener encuenta para dotar a sus futuros profesionales de nuevos conocimientos y habilidades fundamentales en todas las áreas medulares de la Ingeniería Agroindustrial por medio de la innovación, el cambio tecnológico y la investigación.

Por ultimo se puede concluir que a través de metodologías prospectivas se amplia el espectro de las posibilidades futuras del programa de ingeniería agroindustrial de la UPB y a su vez éstas pueden ser adaptadas a cualquier institución de educación superior, permitiendo obtener opciones estratégicas a largo plazo para fortalecer sus funciones sustantivas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1]. OROZCO M, Gina L. Prioridades investigativas de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Bases para un estudio prospectivo en Antioquia al año 2015, tesis presentada a la Universidad Pontificia Bolivariana, para optar al grado de Ingeniero Agroindustrial. 2005.
- [2]. ACOFI- ICFES. (1999). Actualización y modernización del currículo en Ingeniería Agroindustrial. Disponible en: <http://www.acofi.edu.co/archivospdf/Ingenier%EDa%20Agroindustrial.pdf>. Consultado en 20/01/2008.
- [3] Balaraman, Shakuntala and Venkatakrisnan, K., Identifying Engineering Education Goals and Priorities for the Future: an experiment with the Delphi Technique, Higher Education. Amsterdam. No. 9, 1980, pp. 53-67
- [4] Linstone, H., Turoff, M. (ed. Addison Wesley), The Delphi Method. Techniques and Applications, 1975, pp.3
- [5] Schilling Melissa. (ed.), Strategic Management of Technology and Innovation, 2004.
- [6] Landeta, Jon. (ed. Ariel), El método Delphi, Barcelona. 1999
- [7] OPTI, Observatorio de Prospectiva Tecnológica Industrial. (2001). Tendencias tecnológicas en conservación de alimentos. Disponible en <http://www.opti.org/pdfs/primer/agroalimentacion.pdf>. Consultado en 15/01/2008
- [8] Agenda regional de ciencia y tecnología de Antioquia (2002). Disponible en: <http://www.cta.org.co/publicaciones/medicina.pdf>. Consultado en 15/01/2008
- [9]. ZARTHA SOSSA, Jhon Wilder y otros. (ed. UPB) Generalidades sobre la agroindustria .Medellín: editorial Universidad Pontificia Bolivariana. 1ª ed, Vol 1 Medellín. 2001, pp. 106
- [10]. GODET, Michel. (ed. Alfaomega), De la anticipación a la acción. 1995. pp.358
- [11]. BUILES R., Carlos Y MANRRIQUE H., Jorge. Las prioridades investigativas en ingeniería mecánica: Un estudio prospectivo en Antioquia, tesis presentada a la Universidad Pontificia Bolivariana, para optar al grado de Magíster en Gestión Tecnológica. 2004. pp 274