



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

APLICACIÓN DE LA LÓGICA DIFUSA PARA EVALUACIÓN DE UNA ESTRATEGIA DE INNOVACIÓN EN EL NEGOCIO DE LOS FERTILIZANTES ORGÁNICOS.

JUAN DAVID SÁNCHEZ URIBE

Trabajo Dirigido de Grado como requisito parcial
Para optar al título de
Magíster en Ingeniería Administrativa

Director: MIGUEL DAVID ROJAS Ph.D

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Minas, Escuela de Ingeniería de la Organización
Medellín, Colombia

2010

DEDICATORIA

El presente trabajo quiero dedicarlo muy especialmente a la empresa en que laboro y con la cual me he formado como profesional y como persona.... Inversiones Abonos El Sol.

Agradecimientos

Son muchas las personas de las que recibí apoyo y fortaleza para el desarrollo de este trabajo, tanto a nivel emocional como académico. Entre todas ellas quiero principalmente agradecer a los profesores de la Facultad de Ingeniería Administrativa de la Universidad Nacional que ayudaron en mi formación durante la maestría, ya que gracias a sus enseñanzas pude argumentar y desarrollar este trabajo de grado.

Quisiera agradecer muy especialmente a aquellas personas que me acompañaron en el día a día, especialmente en los momentos de desesperación y desconsuelo, de las cuales recibí una voz de aliento para no desfallecer. Así, quiero agradecer a mis Padres Juan Manuel Sánchez y Amparo Uribe, quienes soportaron muchas veces mis desplantes e impaciencia debidas a la entrega permanente en el desarrollo del presente estudio.

Un agradecimiento muy especial al Magister Joao Aguirre, quien realizó valiosos aportes y me orientó eficazmente desde un principio para enfocar adecuadamente este trabajo, también a Miguel David Rojas, director de este trabajo, por haber confiado en mi y haberme acompañado de principio a fin. Por último quiero agradecer a las directivas de la empresa en que laboro por permitirme el tiempo y los recursos para poderme formar como magister.

A todos: GRACIAS

Juan David Sánchez Uribe

Resumen

El presente estudio pretende evaluar por medio de lógica difusa, el impacto que tendría en el negocio de los fertilizantes desarrollar una estrategia innovadora, enfocada en el desarrollo de nuevos productos, además de la implementación de una nueva estructura comercial y conceptual del negocio que permita ofrecer al mercado un producto con características técnicas, precio y servicio, generando una ventaja competitiva con respecto a los competidores y sustitutos del mismo mercado. El trabajo inicia presentando una estrategia innovadora a nivel productivo y comercial, continuando con una validación de dicha estrategia por medio de los empresarios pertenecientes al sector y finalizando con la evaluación de los resultados por medio de conjuntos difusos del tipo integral Mamdani.

Los estudios e investigaciones aplicadas a la industria de los fertilizantes orgánicos se han aplicado principalmente a la solución de un problema de manejo de sólidos y solo se ha estudiado la generación de valor desde el punto de vista técnico (compostaje, humus, enriquecimiento en composición, entre otros), sin enfocar los estudios a la estructura del negocio que es lo que se desea resolver en este trabajo.

Palabras clave: Innovación, plan estratégico, generación de valor, marketing, lógica difusa.

Abstract

The present study was to evaluate by means of fuzzy logic, the impact they have on the fertilizer business to develop an innovative strategy, focused on the development of new products, together with the implementation of a new business structure and business concept that allows to offer to market a product with technical features, price and service, creating a competitive advantage over competitors and substitutes the same market. The article begins by presenting an innovative approach to production and commercial level, continuing validation of this strategy through the entrepreneurs from the sector and ending with the evaluation of the results by means of fuzzy sets of integral type Mamdani.

The studies and research applied to the organic fertilizer industry has been mainly applied to the solution of a solid management problem has been studied and only the generation of value from the technical point of view (compost, humus, enrichment in composition, among others), without focusing the studies on the structure of business is to be solved in this work.

Keywords: Innovation, strategic planning, generation of value, marketing, fuzzy logic.

CONTENIDO

	Pág
INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO 1: PRESENTACIÓN	12
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. OBJETIVOS	14
1.2.1. Objetivo General	14
1.2.2. Objetivos específicos	14
1.3. HIPOTESIS DE INVESTIGACIÓN	14
1.4. METODOLOGÍA	14
CAPÍTULO 2: CONCEPTOS, DEFINICIONES Y FUNDAMENTOS	18
2.1. INNOVACIÓN	18
2.1.1. Categorías de la Innovación	20
2.1.2 La Innovación como Estrategia de la Organización	24
2.1.3 La Estructura de la Organización para la Innovación	26
2.2. MEDICIÓN DE LA INNOVACIÓN	28
2.2.1 Tipos de Variables	32
2.2.1.1. Indicadores Cuantitativos	33
2.2.1.2. Indicadores Cualitativos	34
CAPÍTULO 3: LOGICA DIFUSA	35
3.1. DIFUMINADO	37
3.2. CONCRECIÓN	39
3.3. REGLAS DIFUSAS	39

3.3.1 Tipo Zadeh-Mamdani	41
3.3.2. Tipo Takagi-Sugeno	42
3.4. ALGUNOS OPERADORES DIFUSOS	42
CAPÍTULO 4: LA INDUSTRIA DE FERTILIZANTES EN COLOMBIA	43
4.1. ANÁLISIS DEL SECTOR	43
4.2. COMPORTAMIENTO DEL SECTOR	47
4.3. CÁLCULO DE LA DEMANDA	47
CAPÍTULO 5: PROPUESTA METODOLÓGICA	51
5.1. DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA INNOVADORA PARA EL MERCADO DE LOS FERTILIZANTES ORGÁNICOS	51
5.2. ESTRATEGIA A IMPLEMENTAR PARA LA INTRODUCCIÓN DE LOS NUEVOS PRODUCTOS	53
5.2.1 Impulso de Mercado	53
5.2.2 Impulso de la Tecnología	53
5.2.3 Interfuncional	54
5.3. DISEÑO PRELIMINAR DEL PRODUCTO	57
5.3.1 Precio y Composición	57
5.3.2 Marca, Asistencia y Servicio	58
5.3.3 Presentación	59
5.4. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO	59
5.4.1 Proceso de Fabricación	59
5.5. PRUEBAS INICIALES	62
5.6. DISEÑO DEFINITIVO DEL PRODUCTO	62
5.7. ANÁLISIS DE VALOR	62
5.8. ESTRATEGIAS DE MERCADEO A IMPLEMENTAR	63
5.8.1 Estrategias de Crecimiento Intensivo	64
5.8.2 Estrategias de Reto de Mercado	64
5.8.3 Estrategias de Nicho de Mercado	65

5.9.	CONCEPTO DE NEGOCIO	65
5.10	MERCADO OBJETIVO	65
5.10.1	Necesidades y Expectativas a Satisfacer	66
5.10.2	Diferenciación	66
5.10.3	Competencia	67
5.10.4	Posicionamiento	68
5.10.4.1.	Posicionamiento por beneficio	68
5.10.4.2.	Posicionamiento por competidor	68
5.10.4.3.	Posicionamiento por calidad o precio	68
5.10.5	Supervivencia De La Estrategia	69
CAPÍTULO 6: ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA		70
CAPÍTULO 7: CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN		76
7.1	DESARROLLO DE INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	76
7.1.1	Categorías De Innovación A Considerar	76
7.1.1.1	Dirección Estratégica	77
7.1.1.2	Mercadeo	77
7.1.1.3	Producción	77
7.1.1.4	Diseño de Producto	78
7.1.3	Elección de una Métrica	78
7.1.4	Espacio Muestral	79
7.2	INSTRUMENTO DE APLICACIÓN	80
7.2.1	Perfil del Entrevistado	80
7.2.2	Definición de los Modelos Lingüísticos (ML) de las variables de entrada y salida	81
7.2.3	Bases de Conocimiento	83
7.2.4	Programación con Lógica Difusa	86
7.2.5	Programación de Bloques Operadores de Inferencia	87
7.3.	VALIDACIÓN CONCEPTUAL	88
7.3.1.	<i>Face Validation</i> o Prueba de Escritorio	89
7.3.2.	Pasos para llevar a cabo una <i>Face Validation</i>	90

7.4	ANÁLISIS DE RESULTADOS	91
	CONCLUSIONES	96
	ANEXOS	98
	Anexo 1: Encuesta con los resultados obtenidos de los empresarios	98
	Anexo 2: Resultados obtenidos para los criterios Alto-Medio y Bajo	104
	BIBLIOGRAFIA	106

Lista de figuras

	Pág
Figura 1-1: Esquema de la Metodología a utilizar	17
Figura 3-1: Tipos de Lógica	35
Figura 3-2: Lógica convencional o bivalente empleada para encontrar altas temperaturas	38
Figura 3-3: Lógica difusa empleada para encontrar bajas, medias y altas temperaturas	38
Figura 3-4: Funciones de membrecía comunes para realizar difuminado	39
Figura 3-5: Operadores Y, O y No, según la lógica clásica y la LD	40
Figura 3-6: Taxonomía empleada en Lógica Difusa	41
Figura 3-7: Opción para operaciones de conjuntos difusos	42
Figura 4-1: Clasificación de Fertilizantes	44
Figura 4-2: Hectáreas dedicadas a la agricultura ecológica	46
Figura 7-1: Categorías de la Evaluación	76
Figura 7-2: Modelo Lingüístico de Entrada LM1	82
Figura 7-3: Modelo Lingüístico de Entrada LM2	82
Figura 7-4: Modelo Lingüístico de Entrada LM3	82
Figura 7-5: Modelo Lingüístico de Entrada LM4	83
Figura 7-6: Modelo Lingüístico de Salida LM_Out	83
Figura 7-7: Interfaz del Software Utilizado	86
Figura 7-8: Estructura del Sistema de Lógica Difusa para Medir el impacto de la estrategia	87
Figura 7-9: Reglas de Bloques Operadores	88
Figura 7-10: Variable de salida obtenida con los datos de los empresarios	91
Figura 7-11: Radar de Impacto	92
Figura 7-12: Radar de resultados para la variable de Dirección estratégica	93
Figura 7-13: Radar de resultados para la variable de diseño de producto	93
Figura 7-14: Radar de resultados para la variable de producción	94
Figura 7-15: Radar de resultados para la variable de mercadeo	94

Lista de tablas

	Pág
Tabla 2-1: Innovación como Estrategia. Autores cronológicamente reseñados	24
Tabla 2-2: Estructura de la Organización para la Innovación. Autores y aportes	26
Tabla 4-1: Producción y ventas de fertilizantes en Colombia durante el año 2008	46
Tabla 4-2: Superficie del uso del suelo en Colombia por departamento año 2009	49
Tabla 4-3: Área sembrada en cultivos transitorios y permanentes en Colombia Año 2009	49
Tabla 4-4: Área sembrada en cultivos transitorios y permanentes en Antioquia	50
Tabla 5-1: Características de Abonos Orgánicos y Químicos	54
Tabla 5-2: Resultados encuesta a empresarios sobre factores de mayor importancia en los fertilizantes y abonos orgánicos	56
Tabla 5-3: Principales características de los productos a desarrollar	58
Tabla 5-4: Análisis de la posición competitiva de la industria de los abonos orgánicos según las cinco fuerzas competitivas de Porter	67
Tabla 6-1. Flujo de caja de la estrategia con financiación	73
Tabla 6-2: Flujo de caja de la estrategia sin financiación	74
Tabla 7-1: Valores de Referencia	79
Tabla 7-2: Criterios, pesos y perfiles de los entrevistados	81
Tabla 7-3: Reglas para Base de Conocimiento	84
Tabla 7-4: Resultados Obtenidos	91

Introducción

La cuantificación del impacto en la creación de nuevas estrategias innovadoras sobre el crecimiento de una industria en lo relacionado con los ingresos, con las utilidades y la concepción del negocio, ha obligado a la búsqueda de nuevas herramientas e instrumentos que permitan dimensionar los esfuerzos y resultados asociados a la generación de valor y la diferenciación, tópicos tan importantes en la actualidad para potencializar el crecimiento e ingreso al mercado internacional.

Aunque la industria de fertilizantes orgánicos ha sido objeto de estudio, éste no ha sido enfocado a la innovación en la estructura del negocio, ya que las investigaciones se han limitado en su mayor parte a los estudios técnicos del producto sin generar el valor suficiente para sobresalir en el mercado. La innovación en valor solo ocurre cuando las compañías logran alinear la innovación con la utilidad, el precio y las posiciones de costo (Chan, 2008).

Son varias las formas en las que se puede innovar en el negocio de los fertilizantes orgánicos, entre ellas se encuentra la generación de valor en cualquiera de sus etapas productiva, administrativa, comercial, entre otras; desde el desarrollo de nuevos productos y procesos hasta la aplicación de técnicas de mercadeo y servicio al cliente (Rousseva, 2008).

El presente trabajo inicia con la revisión de la literatura. Posteriormente, se propone y diseña una estrategia innovadora para el negocio de los fertilizantes orgánicos, cuyo referente teórico parte de la caracterización y diseño de los factores para crear la base de conocimiento y la estructura de la propuesta. Posteriormente se valida la propuesta con empresarios pertenecientes a la industria de fertilizantes orgánicos y finalmente se implementa un modelo de lógica difusa para la evaluación de la aceptación de la propuesta.

Para comprobar el grado de innovación y de aceptación en el mercado, se realizan dos tipos de valoraciones y evaluaciones, por un lado se tiene el análisis financiero, soportado en el estudio detallado a nivel económico de todos los factores que influyen directa e indirectamente en la estrategia, de igual manera se analiza el grado de impacto e innovación soportado en herramientas de lógica difusa, para comprobar el grado de novedad de la propuesta. Posteriormente se valida la propuesta con empresarios pertenecientes a la industria de fertilizantes orgánicos y finalmente se realiza la conclusión general reafirmando que la formulación de la estrategia cuenta con alto grado de viabilidad y aceptación del mercado.

CAPITULO 1: PRESENTACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente, la industria de los fertilizantes en Colombia experimenta continuas variaciones en los precios, lo cual ha obligado a la búsqueda de nuevas alternativas fiables y sostenibles que permitan disminuir la dependencia de los productos químicos artificiales y garanticen una mayor estabilidad en los costos de producción, mejorando la rentabilidad para empresarios y usuarios de estos productos. Entre estas alternativas se encuentra la adopción de productos orgánicos, a los cuales en la agricultura ecológica, se le da gran importancia debido a sus ventajas con respecto a los fertilizantes químicos.

Debido a que en Colombia no se ha desarrollado una cultura de los productos orgánicos y no se produce ninguno de los insumos básicos para elaborar los nutrientes que requieren cultivos intensos en fertilizantes, los principales productores y comercializadores internacionales han puesto sus ojos en el país y han saturado el mercado con sus diferentes productos como: Nitrógeno, Fosforo y Potasio (NPK) monopolizando los precios de venta y afectando el mercado agrícola en general del país (ICA, 2008).

El siguiente trabajo pretende evaluar por medio de lógica difusa, el impacto que tendría en el negocio de los fertilizantes desarrollar una estrategia innovadora, enfocada en el desarrollo de nuevos productos, además de la implementación de una estructura comercial y conceptual del negocio que permita ofrecer al mercado un producto con características técnicas, precio y servicio, generando una ventaja competitiva con respecto a los partícipes y sustitutos del mismo mercado.

En las investigaciones realizadas sobre fertilizantes orgánicos y el estudio del estado del arte, se han encontrado diferentes propuestas de generación de valor para esta industria, a pesar de esto, en las aproximaciones teóricas y metodológicas existentes tanto para la medición como para la evaluación, persiste la falta de modelos formales y la evidencia empírica que ayuden a comprender el fenómeno. Es debido a lo anterior que se pretende establecer una metodología de evaluación que permita la evolución y la supervivencia futura del negocio de los fertilizantes orgánicos.

E. Giusti Y S. Marsili-Libelli (2010). Plantean un modelo basado en lógica difusa para el proceso de compostaje enfocado a los abonos orgánicos. Este modelo se basa en una estructura difusa compuesta de antecedentes en clúster, que describe el proceso de regímenes y modelos lineales impulsado por el ciclo de aireación y la evolución en el ciclo de la temperatura. El modelo calibrado fue capaz de describir el perfil de temperatura en la parte más importante del lote de compostaje. (Uribe J, et al. 2004) plantea un plan de negocios para la creación de una planta de procesamiento de residuos sólidos para la producción de abono orgánico; (Garzón, 2007) hace un estudio de factibilidad para el montaje de una empresa productora y comercializadora de insumos orgánicos, basando su estudio únicamente en el compostaje y lombricultivo, sin realizar ningún tipo de innovación o diferenciación que permita garantizar la supervivencia de la estrategia. La aplicación de la Inteligencia artificial y lógica difusa para el modelado y la simulación de procesos

industriales y fisiológicos de productos agropecuarios es un campo que se está empezando a abordar en la actualidad, la mayoría de los trabajos existentes se enfocan principalmente a la evaluación y control de procesos agrícolas, como el secado de granos, control de temperatura de compostaje y procesos térmicos, control de daños y fallas, etc. Algunos de los trabajos realizados en esta área son un modelo de control de predicción para procesos industriales de evaporación por medio de redes neuronales (Benne, M. et al, 2000). Una red neuronal topológica para el modelado de secado de granos (Farkas, I. et al, 2000). Modelado y optimización de temperatura en procesos térmicos usando redes neuronales algoritmos genéticos y lógica difusa (Chen C.R. y Ramaswamy H.S, 2002). Una simulación de daños a Melocotones en una línea de transporte (Bielza C. et al, 2003) y una simulación de un proceso de secado de Echinacea Angustifolia con redes neuronales (Erenturk K. et al, 2004). Las aplicaciones de la Lógica difusa y la inteligencia artificial en la comercialización de insumos y productos agropecuarios es un campo con poco trabajo, para la distribución de alimentos se tiene reportado el desarrollo de solamente un sistema experto prototipo (Singh N, 2004), para el mercadeo de productos agropecuarios se pueden mencionar, un sistema que pronostica series de tiempo de ventas para productos perecederos usando redes neuronales y computación evolutiva (Doganis P. et al, 2005), un sistema multi agente para el apoyo de negociaciones en la comercialización de granos (Goel P.K, et al, 2003). Por último (Bustos J, 2005) presenta un artículo que resume las aplicaciones de la inteligencia artificial en el sector agropecuario, realizando un análisis de las diferentes técnicas y estudios que se han aplicado a este sector. (Mallo P, et al, 2004) proponen un análisis de la fidelidad de la clientela mediante lógica difusa y herramientas estadísticas.

Como puede verse, la literatura existente sobre aplicaciones de técnicas de control y evaluación de estrategias en el mercado agrícola y especialmente en el de los abonos orgánicos ha sido enfocada principalmente a la parte técnica de ciertas actividades y procesos y no se ha enfocado a la estructura comercial y conceptual del negocio, que es lo que en este trabajo se desea evaluar. La idea principal es tomar como herramienta fundamental de evaluación la lógica difusa, basando el estudio en una estructura práctica que permita implementar la estrategia diseñada a nivel real, demostrando que la lógica difusa se convierte cada vez más en una herramienta académica práctica de fácil implementación y que arroja resultados confiables.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar una propuesta de innovación, basada en estrategia e impacto en la industria de los fertilizantes orgánicos en Antioquia, evaluando la aceptación por medio de lógica Difusa.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico sobre el estado actual del negocio de los fertilizantes en Antioquia que permita diseñar una matriz e identificar los factores críticos a evaluar.
- Establecer una estrategia de innovación que permita la diferenciación y la supervivencia del negocio de los fertilizantes orgánicos, enfocando la evaluación principalmente a los parámetros de diseño de producto y procesos, estrategia de mercadeo, servicio al cliente, generación de valor y sostenibilidad.
- Validar la propuesta por medio de empresarios pertenecientes al sector de los fertilizantes orgánicos.
- Evaluar la aceptación de la estrategia por medio de lógica difusa.

1.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Es posible formular y evaluar una propuesta innovadora para el sector de los fertilizantes que pueda ser adaptable a las necesidades de los empresarios antioqueños, identificando los componentes que generan valor y diferenciación para incrementar la capacidad de innovación, producción, y rentabilidad en esta industria.

1.4. METODOLOGÍA

La metodología que se desarrolla en este trabajo se enfoca principalmente a los fundamentos básicos de la investigación aplicada. Para (Murillo, 2008), la investigación aplicada recibe el nombre de “investigación práctica o empírica”, que se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad.

Con el fin de ofrecer un referente comprensible de la expresión “investigación aplicada”, se exponen algunas de las ideas de (Padrón, 2006) al respecto, para quien la expresión se propagó durante el siglo XX para hacer referencia, en general, a aquel tipo de estudios científicos orientados a resolver problemas de la vida cotidiana o a controlar situaciones prácticas, haciendo dos distinciones: a. La que incluye cualquier esfuerzo sistemático y socializado por resolver problemas o intervenir situaciones. En ese sentido, se concibe como investigación aplicada tanto la innovación técnica, artesanal e industrial como la

propiamente científica. b. La que sólo considera los estudios que explotan teorías científicas previamente validadas, para la solución de problemas prácticos y el control de situaciones de la vida cotidiana.

Para el caso del actual trabajo aplica la distinción “a”. La investigación aplicada constituye un enlace importante entre ciencia y sociedad. Con ella, los conocimientos son devueltos a las áreas de demanda, ubicadas en el contexto, donde se da la situación que será intervenida, mejorada o transformada. Al prescindir de este tipo de investigaciones se aísla el conocimiento científico de los contextos donde interviene (Murillo, 2008). En la figura 1-1 se explica la metodología que se va a utilizar en el presente estudio, teniendo como base de análisis los siguientes parámetros:

- Conceptos, definiciones y fundamentos: En este parámetro se realiza inicialmente una evaluación del estado del arte sobre la tematica de innovación, estrategia y lógica difusa, explicando los conceptos fundamentales y abordando los estudios que hasta la fecha han sido aplicados para su medición. Debido a que no se encontró información referente a técnicas de medición de la innovación aplicada al mercado de los fertilizantes, se enfocó el estudio de la literatura a las técnicas mas usadas para la medición de la innovación en forma general.
- Análisis de la Industria de Fertilizantes en Colombia: Explicación del marco teorico sobre abonos y fertilizantes, evaluación del comportamiento del sector y cálculo la demanda.
- Diseño y desarrollo de la estrategia innovadora : Basada en una propuesta de generación de valor para el negocio de los fertilizantes en Colombia que permita por medio de un análisis interno y externo, la obtención de una estrategia innovadora. Para el análisis externo se tendrán en cuenta las variables de Estado actual del sector de fertilizantes, calculo de la demanda, mercado objetivo, diferenciación, competencia, posicionamiento y supervivencia. Para el análisis interno, se partirá de los conceptos para estructuración de estrategia basada en la fusión de los modelos propuestos por (Porter, 1987), (Prahalad y Hamel, 1990), modelo Delta y Modelo Balanced Scorecard partiendo principalmente de una innovación incremental de producto y servicio, tomando como variables fundamentales de análisis el diseño de producto, la dirección estratégica, la dirección de operaciones y el mercadeo, lo cual permita crear una estructura conceptual de la estrategia, generando mayor aceptación y posibilitando su fácil implementación en la industria de los fertilizantes.
- Análisis Financiero de la propuesta : En este parámetro se analizan los factores financieros y se mide el nivel de inversión que permita la adaptación de la propuesta innovadora a nivel real. La idea principal en este tema es la de poder mostrarle a los empresarios la viabilidad económica de la estrategia, indicando las inversiones y utilidades proyectadas que se podrían obtener con la implementación. Es importante aclarar que este trabajo se enfoca principalmente a dar una solución innovadora a empresas de fertilizantes (especialmente abonos organicos) que ya tengan un tiempo de operación en el

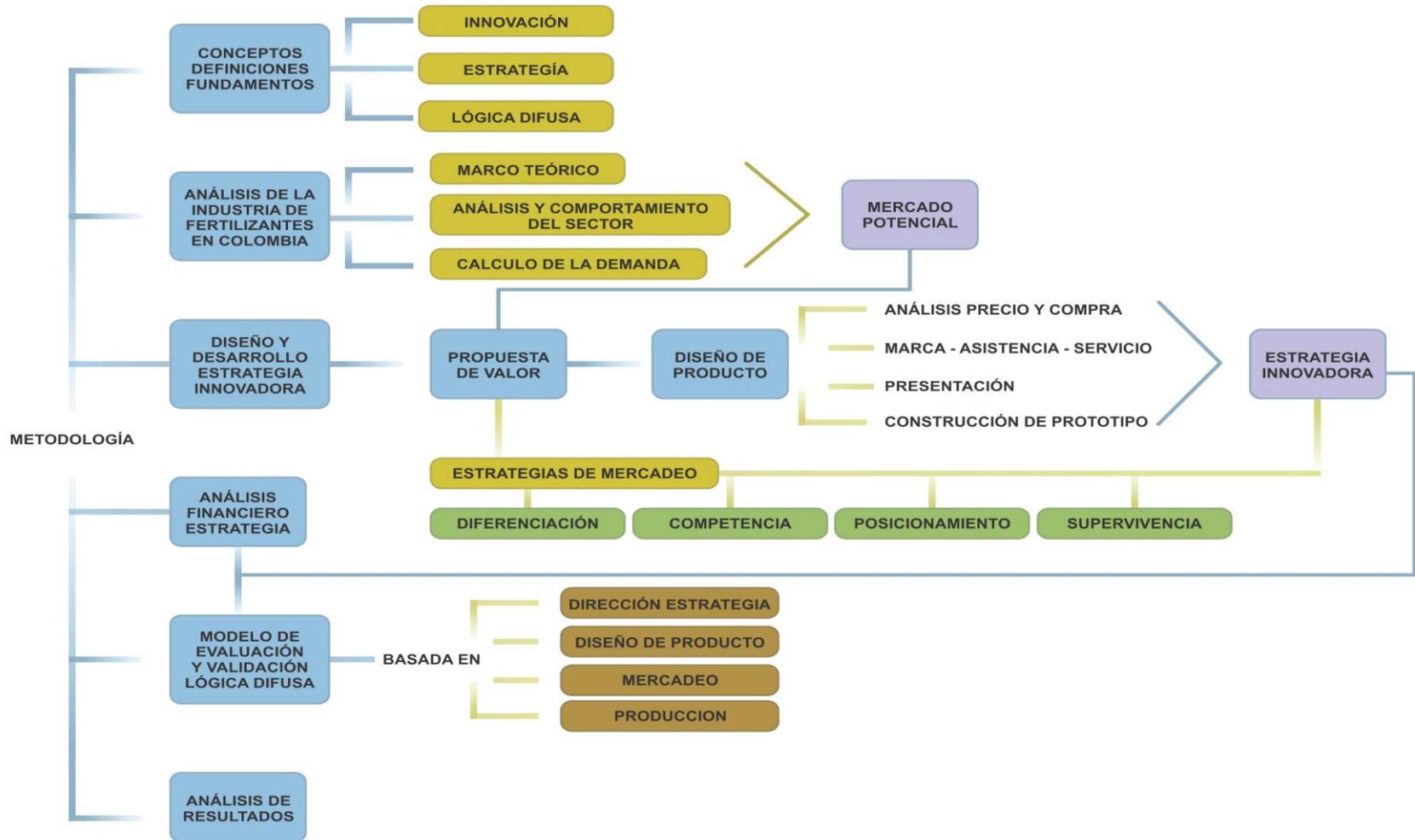
mercado, lo cual les permita generar una innovación incremental que mejore sus rentabilidades y estructura de negocio.

- Evaluación y Medición: Aplicación de lógica difusa para medir el nivel de aceptación e implementación de la propuesta. Consulta con empresarios pertenecientes al gremio de los fertilizantes orgánicos. Se comienza con la especificación de las categorías de innovación a considerar: Dirección estratégica, Diseño de producto, mercadeo y producción. Se continua con la elección de una métrica (Escala de tipo Likert) de manera tal que se pueda cuantificar un nivel de cumplimiento frente a un ideal o un óptimo, teniendo en cuenta el perfil del entrevistado, definición de los modelos lingüísticos y bases del conocimiento. Para finalizar se presenta la validación conceptual.
- Análisis de resultados: Síntesis de resultados, propuesta y conclusiones.

La propuesta metodológica también representa la oportunidad de poner a disposición de los empresarios de fertilizantes información tecnológica estratégica actualizada, específica y útil para la toma de decisiones referentes a la incursión de nuevas líneas de negocios o nuevos productos de su portafolio.

Desde el punto de vista académico significa, además la posibilidad de profundizar en la línea de investigación sobre innovación agrícola, en temas referentes a fertilizantes, puesto que en el tema los estudios que se encuentran son muy escasos.

Figura 1-1: Esquema de la Metodología a utilizar.
 Fuente: Elaboracion Propia



CAPÍTULO 2: CONCEPTOS, DEFINICIONES Y FUNDAMENTOS.

2.1. INNOVACIÓN

El término innovar etimológicamente proviene del latín innovare, que quiere decir cambiar o alterar las cosas introduciendo novedades. Según la definición establecida por la OCDE (Organisation for Economic Co-operation and Development and Statistical Office of the European Communities 2005) en el manual de Oslo, se considera la innovación como “la introducción de un producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores” (OCDE, 2005).

El primer economista en desarrollar ampliamente el concepto de proceso de innovación fue el austríaco Joseph Schumpeter (1957), el cual definió innovación en un sentido general y tuvo en cuenta diferentes casos de cambio para ser considerados como una innovación. Estos son: la introducción en el mercado de un nuevo bien o una nueva clase de bienes; el uso de una nueva fuente de materias primas (ambas innovación en producto); la incorporación de un nuevo método de producción no experimentado en determinado sector o una nueva manera de tratar comercialmente un nuevo producto (innovación de proceso), o la llamada innovación de mercado que consiste en la apertura de un nuevo mercado en un país o la implantación de una nueva estructura de mercado.

Por otro lado “La innovación es la herramienta específica de los empresarios innovadores; el medio por el cual explotar el cambio como una oportunidad para un negocio diferente (...) Es la acción de dotar a los recursos con una nueva capacidad de producir riqueza. La Innovación crea un ‘recurso’. No existe tal cosa hasta que el hombre encuentra la aplicación de algo natural y entonces lo dota de valor económico” (Peter Drucker, 1985).

(Hamel y Heene, 2000) expresan que el concepto de innovación va mucho más allá del concepto de desarrollar nuevos productos sino de la innovación en conceptos empresariales; en la nueva economía la unidad de análisis para la innovación ya no es un producto, ni un servicio, sino un concepto del negocio. “Las innovaciones “de negocio” (maneras diferentes de presentar un producto o servicio) son las más frecuentes y las más accesibles para las empresas.”

Según (Guan y Ma, 2003), la innovación debe ser “la capacidad definida mediante el empleo de diversos ámbitos y niveles para satisfacer los requisitos de la estrategia de la empresa y dar cabida a condiciones de entornos competitivos especiales para la empresa”. Del mismo modo, (Lall, 1992) adoptó la misma posición en la definición de la innovación como “la capacidad de absorber las habilidades y conocimientos necesarios para convertir eficaz una organización y mejorar las tecnologías existentes y crear nuevas tecnologías”.

Puede observarse que, tanto en estas definiciones como en otras que pueden encontrarse, la coincidencia está en la idea de cambio, de algo nuevo, y en que la innovación es tal cuando se introduce con éxito en el mercado. En conclusión, la

innovación es principalmente la capacidad de convertir las ideas y el conocimiento en productos, procesos o servicios nuevos o mejorados que los clientes reconozcan y valoren.

Según (Freeman y Perez , 1985) “Una empresa que no se decide a innovar, que no introduce nuevos productos y/o procesos está condenada a morir. Porque sus competidores le ganan mercado, por medio de innovaciones de productos o fabricando más barato por innovaciones de procesos. Por eso, si quieren sobrevivir deben afrontar la innovación, más allá de las incertidumbres que ésta trae aparejada”.

En la actualidad el mundo reconoce e identifica la creciente importancia de la innovación, el cambio tecnológico y organizacional como fuente de ventajas competitivas, sostenibles y acumulativas para las empresas (Tushman y Nadler, 1986). Los empresarios no solamente vuelcan la mirada a la tecnología para mejorar la competitividad en un nicho de mercado, sino también la generación de avances tecnológicos, potencializando los agentes económicos a favor de la rentabilidad organizacional, lo cual incide directamente en el desarrollo incremental del clúster, de la región o de un país.

Innovación implica mucho más que investigación y desarrollo y crear nuevos productos; envuelve la mejora de los procesos productivos (disminuir costos o mejorar la situación de trabajo de los empleados), estructuras organizacionales innovadoras, y su interacción entre empresas e instituciones, nuevos servicios, cambio en las formas de uso de un producto determinado, nuevos modelos de negocio enmarcados en el entorno local (Tushman y Nadler, 1986). Además se debe considerar que la innovación no se limita a los productos físicos, sino que también se aplica a los intangibles y a los servicios. Se puede ser tan innovador en el modelo de negocio, como el propio producto, o la estrategia que tenga relacionada de comercialización. Por otra parte, la innovación no es un proceso individual, sino colectivo, debido a que solamente la organización como un todo es capaz de materializar sus resultados (Guan y Ma, 2003).

Es claro que en el contexto actual, las empresas se ven expuestas a cambios cada vez más rápidos; si bien hasta hace algunos años era una ventaja competitiva, hoy en día es un requerimiento más para sobrevivir. Como afirma (Druker, 1985), “la innovación debe ser parte integral de lo ordinario, casi que de la rutina. En toda la organización debe existir un concepto claro que la innovación es el mejor medio para preservar y perpetuar la organización, y esa es la base para asegurar el éxito de la gestión gerencial”

La innovación incluye tanto las mejoras en la tecnología como los mejores métodos y formas de hacer las cosas. Tal como lo describe (Druker, 1985): “Si aplicamos conocimiento a las tareas que ya sabemos efectuar lo llamamos productividad, si lo aplicamos a tareas que son nuevas y distintas, lo llamamos innovación”

Resumiendo, una innovación es la aplicación de un nuevo o significativamente mejorado producto (bien, servicio, o proceso), un nuevo método de comercialización, o un nuevo método organizativo en las prácticas comerciales, organización de trabajo o las relaciones exteriores, que es adoptado por el mercado.

2.1.1. Categorías de la Innovación

La EDIT II (Segunda Encuesta de Desarrollo e innovación Tecnológica 2005) hace una clasificación para las empresas de acuerdo al tipo de innovación, que realizan y que describe textualmente como aparece a continuación.

- **Innovadoras Radicales:** Son aquellas empresas que han realizado innovación en el mercado internacional o en su línea de producción principal, han invertido en proyectos de investigación y desarrollo, en patentes y licencias, software para producción, actividades de biotecnología o programas de diseño industrial, han obtenido algún derecho de propiedad intelectual o cuentan con un departamento de ingeniería, investigación y desarrollo o calidad, pruebas y ensayos.
- **Innovadoras Incrementales:** Son aquellas empresas que i) obtuvieron un bien o servicio nuevo o mejorado para el mercado nacional o para la empresa, o un proceso nuevo o mejorado para las líneas de producción complementarias; ii) han invertido en tecnologías de gestión de calidad, tecnologías de gestión ambiental, en patentes y licencias, software para producción y administración, tecnologías de comercialización, actividades de biotecnología, programas de diseño industrial o capacitación tecnológica; iii) y consideran importante que las ideas de innovación tecnológica provengan de algún departamento interno a la empresa.
- **Innovadoras Organizacionales y Comerciales:** Son aquellas empresas que obtuvieron una nueva organización o mejora significativa en ella, o nueva forma de comercialización o mejora significativa en ella, y que realizaron inversión en alguna de las actividades de innovación y desarrollo tecnológico.
- **Adecuadas tecnológicamente sin innovación:** Empresas que invirtieron en alguna actividad de innovación y desarrollo tecnológico pero que la consecución de los objetivos se encuentra en proceso, fueron abandonados o no aplican.
- **Empresas no innovadoras:** Empresas que no invirtieron en actividades de investigación y desarrollo, o que invirtieron y no dan cuenta del estado de avance de los objetivos.

OCDE (2005), es una fuente básica para realización de estudios relacionados de actividades que dan lugar a la innovación, identifica además cómo las mejoras organizacionales pueden influir en los cambios de producto y por tanto al desempeño de las compañías. Además, establece la relación entre organización, innovación, inversión, productividad, TICs (Tecnologías de información y comunicación) y la capacidad innovadora, guardando una estrecha relación con el desarrollo económico, así como los obstáculos a los cuales se enfrenta. Además propone indicadores que posibilitan las comparaciones a lo largo del tiempo y frente a otros referentes. Se toman algunas definiciones de la teoría Neoschumpeteria (una de las principales referencias en la materia), donde afirman que las innovaciones pueden clasificarse en los siguientes tipos:

- De Bienes o Servicios, referidas a la introducción de productos nuevos o significativamente mejorados en sus características funcionales o usos previstos.
- De Procesos, referidas a la implementación de métodos nuevos o significativamente mejorados de producción o distribución, llevados a cabo en general a través de equipos, técnicas o software.

- De Métodos de Comercialización (producto / precio / plaza / promoción), que involucren cambios significativos en el diseño, empaque, venta, posicionamiento o precio de un bien o servicio.
- De Métodos Organizacionales, referidas a la implementación de nuevos métodos en las prácticas de negocio, la organización en el lugar de trabajo o en el modo en que se llevan las relaciones externas de la organización.

Sumado a la anterior clasificación de innovación, si se atiende a la naturaleza del proceso innovador, se puede distinguir claramente entre la innovación radical y la incremental (Djellal y Gallou, 1999); (Fernandez, 2002); (Amit y Schoemaker, 1993).

Se habla de **innovación radical** cuando se introducen nuevos productos y/o procesos que son totalmente diferentes a los ya existentes. Este tipo de innovación implica un avance científico notablemente significativo, que supone una ruptura total con la tecnología existente en el pasado y permite una mejora sustancial. Para que una innovación se defina como radical deben darse dos circunstancias: debe estar basada en principios científicos nuevos y/o desarrollos tecnológicos nuevos y debe crear capacidades funcionales completamente nuevas (nuevos productos y/o procesos).

De otra forma, la **innovación incremental** consiste en realizar pequeñas modificaciones en los productos y/o procesos empleando las tecnologías actuales. Este tipo de innovación posee varios rasgos distintivos: no supone una ruptura con los fundamentos del conocimiento científico y tecnológico acumulado hasta ese momento y mejora el rendimiento de las capacidades funcionales de productos y procesos existentes (Buesa, *et. al*, 2002). Las innovaciones incrementales suelen ser las más frecuentes y las empresas deben intentar evitar incorporar mejoras que los clientes realmente no necesitan (Fernandez, 2002).

(Freeman, *et. al*, 1982) expresan que, casi la totalidad de los estudios de casos sobre innovación están de acuerdo en que el éxito está más cerca de aquellos que se preocupan por determinar las exigencias futuras de sus clientes. Se observa que casi todos los fracasos se relacionan con un desprecio por los requerimientos del mercado, o por una deficiente comprensión de las demandas del cliente. A su vez, señala que las empresas que han sido exitosas en innovación han tenido las siguientes características:

- Intensa investigación y desarrollo profesional dentro de la empresa.
- Realización de investigación básica o fuerte conexión con quienes la realizan.
- Uso de patentes para asegurar protección y poder negociador con los competidores.
- Capacidad y tamaño como para financiar grandes gastos en Investigación y Desarrollo (I+D) durante largos periodos.
- Plazos de decisión más cortos que los competidores.
- Inclinación a asumir riesgos fuertes.
- Rápida e imaginativa identificación de un mercado potencial.
- Cuidadosa atención al mercado potencial y considerables esfuerzos para captar, educar y ayudar a los usuarios.
- Esfuerzo empresarial con suficiente eficiencia para coordinar la investigación y desarrollo, la producción y la comercialización.

Por otra parte analizando las capacidades de innovación es de notar que es un concepto ampliamente estudiado, donde puede definirse como "la variedad de conocimientos y habilidades necesarias que las empresas pueden adquirir, asimilar, utilizar, adaptar, cambiar y crear tecnología" (Nelson, 1996). La literatura presenta diferentes propuestas abordadas por autores como: (Arrifin y Bell, 1999). (Katz, 1972), (Bell, 1984), (Lall, 1992), (Bell y Pavitt, 1993- 1995), (Kim, 1997), (Figueiredo, 2004), (Rousseva, 2008), (Prasnikar, 2008), (Wang, *et al*, 2008), entre otros. Donde proponen diferentes conceptos, formas de abordar el tema y especialmente en diferentes propuestas para evaluación, el cual, es el aspecto de mayor importancia en el presente trabajo.

Según (Winter, 2003), la capacidad de innovación representa una serie de recursos que las empresas, poseen o no, y de la combinación de los mismos depende la eficacia del proceso de innovación, y consecuentemente la generación de novedades. De la mano de Winter (2003), (Prajogo y Ahmed, 2006), definen la capacidad de innovación como el potencial que tiene la organización para innovar, es decir, la habilidad de la organización para adoptar o implementar con éxito mejoras graduales o productos nuevos. De igual forma, considera que la configuración de los recursos organizativos, especialmente, los orientados al incremento y transformación del conocimiento puede inhibir o promover el desarrollo de la capacidad de innovación.

Adicionalmente (Guan y Ma, 2006) sostuvieron que la capacidad de innovación no sólo depende de capacidad tecnológica, sino también de la capacidad crítica en el ámbito de la fabricación, comercialización, organización, planificación de la estrategia, aprendizaje y asignación de recursos. También la han definido como la capacidad de siete dimensiones: capacidad de I+D, capacidad de fabricación, capacidad de comercialización, capacidad de explotar los recursos, capacidad de organización y capacidad estratégica. En conclusión, las capacidades de innovación de una empresa se basan en múltiples criterios, que comprenden cuantitativos y cualitativos.

(Dosi *et al*, 2000), han concluido que los recursos por si mismos no explican el desempeño ni impactan directamente en el buen rendimiento de la organización; ellos requieren de procesos como el desarrollo de nuevos productos para que las habilidades y el conocimiento sean transformados en innovaciones.

Los recursos comúnmente relacionados con la innovación en la literatura son: El capital humano, (Barton, 1998), el liderazgo, (Oke, *et al*, 2009), la cultura, (Hurley, 1995) y las estructuras y sistemas, (Argote, *et al*, 2003).

- **Capital Humano:** Investigaciones, como la de Barton en 1998, han subrayado la importancia del capital humano en el desarrollo de la capacidad de innovación. El concepto de capital humano se refiere al conocimiento y habilidades de los individuos que permiten los cambios y el crecimiento económico. El capital humano puede ser desarrollado por la formación profesional o por programas de formación orientados a la actualización y renovación de las capacidades. Los estudios que han relacionado el capital humano con la capacidad de innovación han concluido que el desarrollo del capital humano facilita la absorción del conocimiento y la creación de nuevas capacidades necesarias para la innovación (Subramaniam y Youndt, 2005).

- **Liderazgo:** Estudios recientes han considerado el liderazgo como factor determinante de la capacidad de innovación (Gumusluoglu y Ilsev, 2009). En la literatura el término liderazgo ha adoptado distintos significados. Por tanto, una definición única de liderazgo no existe (Yukl, 2009). Sin embargo, la mayoría de definiciones del liderazgo reflejan algunos elementos básicos en común; entre estos se encuentran “grupo”, “influencia”, y “meta”. Algunos autores, han identificado dos tipos de liderazgo que afectan al proceso de innovación: el transformacional (Oke, *et al*, 2009) y el transaccional, (Bass, 1990).
Los líderes transformacionales tienen la capacidad de convencer a los demás para que abandonen sus propios intereses en beneficio de los intereses del grupo. El liderazgo transaccional defiende la existencia de una transacción entre el líder y los miembros del grupo, donde estos aceptan la influencia del líder siempre que este les proporcione recursos valiosos. Los estudios que han relacionado la capacidad de innovación con el liderazgo han concluido que las características del líder, sus habilidades de liderazgo, su filosofía de gestión orientada al cambio y capacidad de motivación para incrementar la transferencia de conocimiento, son elementos clave que influyen positivamente la capacidad innovadora de las organizaciones (Cooper y Kleinschmidt, 1996).
- **Cultura:** Una cultura que fomenta la interacción entre individuos es esencial en el proceso de innovación; especialmente para la creación de nuevas ideas. Este tipo de interacción es importante cuando se intenta transmitir conocimiento tácito (Nonaka y Takeuchi, 1995). Además, los empleados deberían tener la habilidad de organizar sus propias redes y prácticas para facilitar la generación de soluciones y la producción de conocimiento (O'Dell y Grayson, 1998). Las investigaciones que relacionan la cultura con la capacidad de innovación han concluido que elementos de la cultura vinculados a la creación de normas para mejorar la creatividad, están asociados a un alto grado de innovación (Oreilly, *et al*. 1991).
- **Estructuras y sistemas:** Las características de los elementos estructurales pueden inhibir o facilitar la transferencia de conocimiento (Argote, *et al*. 2003). Esta transferencia es fundamental para el desarrollo de la capacidad de innovación. Por tanto, para desarrollar esta capacidad es importante que la estructura organizativa sea flexible para facilitar los procesos de transferencia de conocimiento (Gold, *et al*. 2001). Se ha definido la estructura y sistemas organizativos como la configuración formal de los componentes de la cadena de valor de la organización en términos de flujo de trabajo, canales de comunicación y jerarquía. Las investigaciones que han relacionado las estructuras y sistemas con la capacidad de innovación han concluido que las organizaciones que implementan políticas formales e informales, procedimientos, prácticas e incentivos específicamente orientados a la innovación consiguen un desempeño organizativo positivo (Christensen, 1997).

2.1.2 La Innovación como Estrategia de la Organización

Existen múltiples autores que han abordado el tema de la innovación, desde la propuesta del desarrollo económico (Schumpeter, 1942), hasta autores contemporáneos que hacen propuestas que involucran la cultura y los consumidores como elementos necesarios al adoptar una propuesta innovadora (Charitou y Markides, 2003). A continuación aparece en la tabla 2-1 una breve reseña de aquellos autores que han realizado propuestas y aportes a la innovación como estrategia organizacional.

En la tabla 2-1 se relacionan los autores más relevantes que han estudiado el tema así mismo el concepto o la investigación realizada y el aporte que han contribuido.

Tabla 2-1: Innovación como Estrategia. Autores y aportes cronológicamente reseñados
Fuente: Elaboración propia

Autor	Concepto - Investigación	Aporte
(Schumpeter, 1942)	Tempestad perenne de destrucción creativa.	Revoluciona la estructura económica desde dentro de la propia estructura, destruyendo la anterior y generando otra nueva. Afirma que el proceso de destrucción creativa es el hecho esencial del capitalismo.
(Schumpeter, 1957)	Tipos de innovación.	Nuevos procesos, o nuevas formas de producir los productos existentes con los recursos existentes; nuevos productos o nuevas versiones de ellos; nuevas fuentes o tipos de insumos; nuevos mercados y nuevos métodos organizacionales.
(Campbell, 1986)	Selección natural.	Señala analogías en el campo de la biología, incluyendo la noción de variación ciega y retención selectiva. Los análisis que parten de dicho enfoque resaltan la importancia de la flexibilidad y desparejamiento y suelen criticar los modelos de innovación de anclaje social.
(Banden y Fuller, 1995)	La estrategia de la organización se concibe desde la innovación estratégica.	La estrategia de la organización envuelve nuevas rutinas, habilidades y competencias, que hacen a la organización capaz de alterar las condiciones en una industria competitiva
(Christensen, 1997)	Tecnología disruptiva o innovación.	Describe una nueva innovación tecnológica, producto o servicio que termina por sustituir a la tecnología o el producto dominante en el mercado. Argumenta que las tecnologías disruptivas tienden a introducirse en la gama baja del mercado, para luego ir ganando puestos.
(Pitt y Clarke, 1999)	Gestión de la Estrategia de innovación.	Gestión del conocimiento y su despliegue. Tres frentes de innovación deben gestionarse. La elección de productos-mercados, la elección de las tecnologías necesarias, la gestión para el manejo de problemas de impacto y permanencia.

(Markides, 1998)	Establecimiento de Organizaciones Innovadoras.	Identificar y explotar sobre el quién, el qué, dónde y cómo. Cuatro principales obstáculos para establecer nuevas compañías: inercia frente al éxito, saber que cambiar al interior, saber cuándo la idea es una idea acertada y cómo implementarla.
(Charitou y Markides, 2003)	Cómo organizaciones establecidas responden a la Innovación disruptiva.	Diferencias desde: el ámbito, la diferenciación, el sistema de manufactura. Diferencias de factores de éxito y actividades relacionadas, soporte, cultura, proceso, nuevos consumidores. Las características de las innovaciones disruptivas están dadas por la diferenciación del producto y los atributos del servicio, usualmente inician como un pequeño negocio y crecen en un mercado compartido. Propone entonces cinco formas para dar respuesta: <ul style="list-style-type: none"> - Enfocarse en un negocio tradicional - Ignorar la innovación - Volver al sistema disruptivo - Adoptar la innovación y jugar ambos roles - Acogerse al Sistema de Innovación por completo y escalarlo Finalmente hacer una elección apropiada dependerá de la capacidad de respuesta y la motivación.
(Govindarajan y Gupta, 2001)	El concepto de Estrategia de la innovación.	Tres frentes donde las reglas de juego pueden cambiar: <ul style="list-style-type: none"> - Quién: definición del consumidor - Qué: redefinición del valor del consumidor - Cómo: rediseño de la cadena de valor (ambos extremos) para incrementar valor.
(Govindarajan y Trimble, 2005)	Cómo organizaciones establecidas y maduras pueden responder a la creación de nuevas empresas, a partir de nuevos experimentos.	Ese doble propósito tiene una génesis ideal para experimentos estratégicos. Designar a un pequeño número de personas que se dedicaran al nuevo reto, pero continúan ligados a la empresa matriz.

Tras observar lo aportes de diferentes autores y en diferentes momentos históricos, se observa algunos elementos comunes en sus propuestas, el mercado, resolución de problemas, adaptación y flexibilidad necesarias para la nueva producción han de ser elementos de la estrategia, que busca como elemento diferenciador la innovación.

2.1.3 La Estructura de la Organización para la Innovación

Antes de pensar en la organización y por ende en su estructura organizacional como el vehículo que posibilita la innovación, es necesario clarificar qué se entiende por el concepto mismo de organización: conjunto de las funciones y de las relaciones que determinan formalmente las funciones que cada unidad debe cumplir y el modo de comunicación entre cada unidad (Strategor, 1988). Conjunto de todas las formas en que se divide el trabajo en tareas distintas y la posterior coordinación de las mismas. La estructura organizacional es una estructura intencional de roles, cada persona asume un papel que se espera que cumpla con el mayor rendimiento posible.

Ambos autores plantean entonces que la organización cuenta con una estructura, que soportará las prácticas necesarias para la innovación; investigadores han identificado que la capacidad de una organización para innovar hace necesaria la reinención al interior, la necesidad de adaptación para la innovación, necesariamente requiere una innovación en la estructura organizacional. Por esta razón se hace una reseña de aquellas propuestas que para la organización han planteado algunos estudiosos del tema. (Tabla 2-2). Además esto conlleva a concentrarse sólo en las organizaciones que adoptan la innovación como una estrategia viable para su competitividad.

Tabla 2-2: Estructura de la Organización para la Innovación. Autores y aportes
FUENTE: Elaboración propia

Autor	Concepto - Investigación	Aporte
(Galbraith, <i>et al</i> , 1982)	Identifica diferencias con las tareas operativas, marcadas por la innovación.	Los componentes básicos de la organización innovadora son iguales a los de la organización operativa: tareas, estructura, procesos, sistemas de compensación y personas. Todos los componentes deben relacionarse entre sí y con la tarea, sin embargo, la tarea de hacer innovaciones es diferente de la tarea operativa porque es incierta, riesgosa, toma mucho tiempo y normalmente, fracasa en sus inicios.
(Nadler y Tushman, 1986)	Modelo de organización para innovar.	Sugiere dotar a las personas de la estructura, valores, oportunidades de aprendizaje para que la innovación no se convierta en un suceso que simplemente pasa, sino que sea el producto de una gestión y liderazgo direccionado desde la alta dirección.
(Cohen y Levinthal, 1990)	La capacidad de innovar.	La actitud innovadora puede permitirles responder a las necesidades del entorno (interno y externo) y obtener ventaja del uso de los recursos externos para crear y proveer nuevos servicios, llevar el control del entorno y responder rápidamente a los cambios.

(Schein, 1994)	Ambiente entre los empleados para la innovación.	Controla su entorno, puede cambiar y administrarse. Los trabajadores controlan sus actividades, son proactivos y están dispuestos a solucionar los problemas y mejorar las cosas. Adoptan novedades, rompen tradiciones, aunque sea riesgoso. Su perspectiva del tiempo es el futuro próximo. Sus empleados son capaces de mejorar. Las nuevas ideas son bienvenidas. Los empleados confían en sus ideas. Emplean métodos colegiados o participativos en la toma de decisiones
(Wolfe, 1994)	Revisión de la literatura sobre Innovación.	Temas explorados <ul style="list-style-type: none"> - Difusión de la innovación. - Causas que originan organizaciones innovadoras. - Proceso de implementación de la innovación.
(Nonaka y Takeuchi, 1995)	El aprendizaje en la organización.	La innovación como un proceso de aprendizaje. Los conocimientos tácitos no sólo se encuentran en las personas, sino que también pueden estar depositados en los grupos de trabajo, en la empresa en su conjunto o vinculados a las relaciones de cooperación con otras organizaciones.
(Tushman y O'Reilly, 1997)	Una primera aproximación a la implantación de actividades.	Ciertas normas que estimulan el proceso innovativo: Normas que promueven la creatividad, Normas que promueven la implementación.
(Damanpour y Gopalakrishnan, 2001)	Adopción de productos y procesos en la organización.	La innovación de producto requiere que las empresas asimilen la importancia de las necesidades de los clientes, el diseño y la producción; mientras que la innovación de proceso requiere la aplicación de tecnología para mejorar la eficiencia del desarrollo y comercialización de producto.

Tras este recorrido por los diferentes autores y elementos, se encuentra aceptable para el propósito de este proyecto la compatibilidad existente entre la literatura previa, junto con los análisis que se desean realizar.

2.2 Medición de la Innovación

La innovación como capacidad organizativa es un capital intangible y de valor futuro. Es un capital porque es un valor, de carácter no financiero, que determina el éxito de una organización. Lo que será una empresa a futuro tiene mucho que ver con cómo es hoy su capacidad de cambio o su capital. La respuesta mejor dependerá de la existencia de una capacidad de adaptación; pero esta capacidad de cambio no se improvisa y debe estar regida por un modo de proceder innovador, por un saber trasladar lo mejor y los recursos más importantes a las oportunidades más valiosas.

La implementación de nuevas estrategias innovadoras en el mercado de los fertilizantes orgánicos es requerida y justificada por múltiples y variados motivos, pero el más importante es el propuesto por la encuesta nacional agropecuaria (Ministerio de agricultura y desarrollo, 2009), el cual expone la necesidad de buscar soluciones conjuntas para aminorar el impacto en los costos de producción local, que no ha permitido la competitividad a nivel internacional y mucho menos nacional de la agricultura colombiana, por causa de la excesiva dependencia de la importación de materias primas (que es prácticamente total) y su permanente tendencia al alza. Es debido a esta problemática que se hace necesario realizar un estudio enfocado a innovar en este mercado.

La innovación en el mundo empresarial y en la competencia de mercados, se ha transformado en uno de los motores de crecimiento de empresas y economías; la manera como en un mercado altamente competitivo y globalizado las organizaciones pueden lograr diferenciarse de sus rivales, competencia, segmentar de menor manera los mercados, abarcar nuevos y potenciales clientes, etc. Para esto, existe una mecánica empresarial a seguir, en la cual, todo surge como “una idea creativa”, que es transformada en un proyecto. Este debe pasar por las diferentes etapas de evaluación (pre-factibilidad, factibilidad, entre otros), donde se debe cuantificar tanto el impacto del proyecto (su innovación) y su rentabilidad. Para poder conseguir inversionistas, la rentabilidad de los proyectos es fundamental.

La medición de la innovación es un desafío significativo para muchos negocios. El potencial para la mayor parte de las empresas es mejorar sus prácticas de medición y lograr incrementar su retorno en gastos de innovación. Las métricas que los ejecutivos consideran más importantes para la medición de la innovación son: el tiempo a mercado (*time to market*), ventas de nuevos productos, y retorno en la inversión, entre otras (Kim, 2008). La innovación puede ser medida “por las ganancias adicionales que esta genera y expresarlas en retornos sobre la inversión realizadas en las innovaciones.”

Las encuestas más reconocidas en el campo de la medición de la innovación corresponden al ámbito institucional y llevan la firma de organismos estatales o internacionales con competencias en el terreno de la estadística macroeconómica nacional. A este grupo corresponde la "Encuesta sobre la innovación tecnológica en las empresas", de carácter cuantitativo y publicado con regularidad anual por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE), la cual forma parte del proyecto de macro-encuestas europeas sobre innovación conocidas como CIS, contestadas por miles de empresas que

elevan el índice de representatividad. La metodología cuantitativa es también adoptada por la mayoría de Institutos Nacionales de Estadística europeos y de la OCDE. Los contenidos de estas encuestas surgen de las directrices marcadas por el Manual de Oslo, publicado por la OCDE en 1992 y revisado posteriormente en 2005, en sustitución del anterior Manual de Frascati. Este manual se erigió desde su publicación en el documento metodológico más relevante en la literatura internacional sobre la medición de la innovación.

Existen estudios empíricos sobre la evaluación del impacto de la innovación en las empresas y el rendimiento. Difieren en términos de variables dependientes (por ejemplo, el crecimiento de las ventas, los márgenes de beneficio, la productividad) y variables explicativas (por ejemplo, la I+D, patentes, la innovación de salida)

El primero en abordar empíricamente el papel de la innovación para el crecimiento económico es Solow en 1957. Utilizando una función de producción *Cobb-Douglas* llega a la conclusión de que los insumos tradicionales de la función de producción, es decir, mano de obra y capital físico, sólo explica una fracción del crecimiento económico. La fracción restante se genera como resultado de los avances tecnológicos.

(Molero y Buesa, 1996) proponen un modelo cuantitativo descriptivo con un tamaño muestral de 406 empresas, implementando indicadores estadísticos cuantitativos. La metodología está construida con 37 variables, aplicando un análisis factorial, se agrupan en 4 componentes o factores que explican la varianza total del Sistema: Entorno regional y productivo de la Innovación, el papel la administración, de las universidades y de las empresas innovadoras en los sistemas de innovación. La varianza total explicada por el modelo correspondiente a cada factor, se obtiene el peso relativo de cada uno de ellos dentro del índice final creando cuatro índices parciales (uno por cada factor). Del mismo modo, la ponderación de las variables, dentro de los índices es calculado como porcentaje a partir del grado de correlación entre el factor.

Para (Athreye, 2005), un buen indicador sobre innovación debe ser capaz de resolver dos problemas: la complejidad intrínseca de las actividades de innovación y el secreto que a menudo protege los esfuerzos por innovar de las intromisiones externas. Respecto a las limitaciones, destacan la imposibilidad de medición directa de determinadas entradas de la innovación, como el conocimiento tácito, así como la dificultad de cuantificar algunos comportamientos ante la innovación mediante medidas resumen, como por ejemplo los motivos para elegir una determinada estrategia de innovación.

(Panda y Ramanathan, 1996) optan también por un planteamiento amplio que les lleva a proponer cinco categorías de indicadores: de entradas, de salidas, de productividad, de calidad y de efectividad. En total sugieren diez indicadores que evalúan entre otros aspectos, la capacidad de creación de innovaciones, la capacidad productiva, o las capacidades de apoyo y de guía.

(Coronado y Acosta, 1999) elaboran un modelo de corte microeconómico con datos de 1342 empresas, con el propósito de analizar la medida en que diversos aspectos de localización influyen en la capacidad de innovación.

(March, *et al.*, 1999) ofrece una metodología de medición a partir de los resultados de un diagnóstico de innovación realizado sobre una muestra de empresas valencianas pertenecientes al sector iluminación. Propone una agregación a dos niveles. En primer lugar las variables originales se resumen en una serie de indicadores, los cuales a su vez se agrupan nuevamente de forma consistente hasta obtener 3 macro-indicadores que informan sobre la estrategia de innovación, los resultados de la actividad de innovación y la propensión a la colaboración tecnológica con otros agentes.

En el modelo conceptual de (March, *et al.*, 1999), la capacidad de innovación está sustentada en el desarrollo de siete elementos: visión y estrategia, inteligencia organizacional, creatividad, administración de las ideas, estructura organizacional, cultura y clima laboral y administración de la tecnología. Bajo esta perspectiva, los recursos organizacionales toman un peso relevante en el desarrollo de la capacidad de la firma; aunque este análisis contempla elementos indispensables, excluye los recursos humanos y financieros.

(Vandervert, 2003) demuestra que el concepto de la capacidad de generalización y el establecimiento de modelos dinámicos cerebrales (comandos que permiten la capacidad de generalización) son los factores clave de la innovación. Como consecuencia, la creación de valor a través de la innovación está en función de la reestructuración de la dimensión cognitiva de las personas involucradas en el proceso.

La mayoría de los modelos utilizados en la literatura para la medición de la innovación se basan generalmente en la evaluación de los resultados (*outputs*) de la innovación de procesos y de los recursos (*inputs*) dedicados a ella. Todas estas declaraciones pueden considerarse a través de tres niveles de análisis (dejando de lado el nivel cognitivo individual y colectivo) (Napal, 2001).

(Lopez y Lugones, 1998) definen cinco factores claves que facilitan la gestión de la innovación de productos: la estrategia y el liderazgo, la cultura y el clima, la planificación y la selección, la estructura y el rendimiento, la comunicación y la colaboración. Las prácticas de innovación también se pueden clasificar en función de tres aspectos: las mejores prácticas operacionales, internas y externas (Breznitz, 2005). Distinguen en primer lugar, las mejores prácticas de "estado estable" para el proceso de innovación, la actividad innovadora esencialmente formal dentro de los entornos de selección conocido o cognoscible (hacer mejor las actividades). En segundo lugar, trataron de desarrollar una rutina que puede ser implementada para permitir la "innovación discontinua", que requiere mucho más enfoque abierto ágil de gestión dentro del campo emergente ("Hacer diferentes" actividades) (Breznitz, 2005).

(Ching-Chiao Yang, 2009), desarrolla una escala válida y fiable para medir la construcción de la innovación. Para probar su fiabilidad y plazos de vigencia discriminante y convergente, utiliza datos recopilados de 294 directores generales de las unidades de negocios en 89 empresas relacionadas con la electrónica de Taiwán y realizó una serie de análisis. Las medidas de análisis factorial exploratorio, análisis factorial confirmatorio, y convergentes y las pruebas de validez discriminante, conforman los resultados de la escala.

Por otra parte (Rush, *et al.*, 2007), describen el desarrollo de una evaluación y auditoría de capacidades en materia de tecnología. La herramienta ha sido diseñada para ayudar a localizar a las empresas dentro de los cuatro arquetipos basados en su nivel de madurez

y en nueve dimensiones claves de la gestión de la tecnología para diseñar políticas que tengan unos objetivos mejor definidos y alineados.

Los modelos basados en criterios intuitivos han ganado aceptación por diversos expertos, tales como académicos y representantes de la industria de I+D. El método Zadeh y Bellman, desarrollado en 1970 propone una teoría de lógica difusa que se basa en la toma de decisiones para incertidumbre y entornos borrosos. Muchos otros estudios han utilizado la teoría de conjuntos difusos en problemas con una incertidumbre (Chiou, *et al.*, 1999); (Wang, *et al.*, 1992). Este estudio trata de aplicar un enfoque analítico jerárquico que se describe explícitamente por la estructura de la decisión referente a las capacidades de Innovación, mediante la utilización de juicios subjetivos de evaluadores sobre la base de esta estructura de decisión.

Autores como Chun-hsien Wang et al (2008), Zhi-Ping Fan et al (2009); Sang-Yon T. L, Hee-Woong K, y Sumeet G (2009) proponen un modelo para evaluar las capacidades de innovación en empresas de alta tecnología, con criterios bajo incertidumbre, empleando lógica Fuzzy, relacionando indicadores capacidades tecnológicas, de estructura, de cultura, de adquisición, de conversión, de aplicación y de seguridad. Bajo dos dimensiones: capacidad de infraestructura y capacidad de procesos. En el estudio hacen referencia a un ejemplo de una fábrica de software nivel 5, acreditada, que posee aprox. 3400 empleados.

Para llevar a cabo la evaluación de capacidades se refieren a 3 grupos de encuestados, incluidos los trabajadores, altos directivos, y grupos externos. Los modelos basados en criterios intuitivos han ganado aceptación por diversos expertos, tales como académicos y representantes de I+D la industria. El método (Zadeh y Bellman, 1970) propone una teoría de lógica difusa borrosa que se basa en la toma de decisiones por incertidumbre y entornos borrosos. Muchos otros estudios han utilizado la teoría de conjuntos difusos a Fuzzy problemas con una incertidumbre (Wang, Li-Xin (1991,1992); Sang-Yon Hee-Woong y Sumeet(2009); Ching-Chiao Yang (2009)). Estos estudios aplican un enfoque analítico jerárquico que se describe explícitamente por la estructura de la decisión referente a las capacidades de Innovación, mediante la utilización de juicios subjetivos de evaluadores sobre la base de esta estructura de decisión.

Los trabajos de March (1999), Chun-hsien Wang et al (2008); Zhi-Ping et al (2009) y Wenqiang et al (2010), representan los estudios más pertinentes al tema que se está tratando, por el análisis realizado por los autores al usar lógica difusa como herramienta de medición de CTI, porque integra la subjetividad, la incertidumbre y la interactividad inherente en los procesos de innovación, las variables y factores a considerar. Este método de evaluación de capacidad innovadora se empleará como una guía para el desarrollo del presente trabajo, por la visión integrada que adoptan los autores para abordar el tema de la evaluación de las capacidades de forma cuantitativa y cualitativa.

Estos trabajos tienen en común el uso de lógica difusa para medir las capacidades tecnológicas de innovación, dichas investigaciones son muy pertinentes y tienen una formalidad estructural bien detallada, soportada en fundamentos matemáticos rigurosos y una validación experimental en diferentes sectores.

La medición de la innovación es requerida y justificada por múltiples y variados motivos, pero el más importante de ellos (sobre todo para los países de menor desarrollo relativo) es que proporciona criterios y elementos de juicio útiles para la toma de decisiones en materia de políticas públicas y de estrategias empresariales en el campo de la generación, difusión, apropiación y empleo de nuevos conocimientos en la producción y comercio de bienes y servicios. OCDE (2005).

En definitiva, la literatura revisada ha servido como marco de referencia para la elaboración del cuestionario y la formulación de la encuesta que se presenta en el capítulo 5. El método de evaluación de capacidad innovadora que se empleará como guía para el desarrollo del presente trabajo son los estudios realizados por March (1999), Chun-hsien Wang et al (2008); Zhi-Ping et al (2009), Wenqiang et al (2010) y Aguirre, J. (2010) por la visión integrada que adoptan los autores para abordar el tema de la evaluación de las capacidades de forma cuantitativa y cualitativa, empleando lógica difusa. El cuestionario surge de la adaptación de las variables y criterios empleados en los estudios antes mencionados, seleccionando los que son pertinentes para el sector de los fertilizantes y para evaluar la innovación de la estrategia.

2.2.1 Tipos de Variables

Las variables cuantitativas son aquellas cuyos valores, además de ser diferentes, se pueden ordenar de mayor a menor. Pueden expresarse numéricamente, como el peso, la temperatura, los ingresos anuales, o el número de desarrollos producidos por una organización. Las variables cuantitativas pueden ser ordinales, de intervalo lineal o de razón. En las variables ordinales los valores son diferentes y se pueden ordenar; admiten postulados del tipo “mayor que”, “menor que” (por ejemplo el estatus social). En las variables de tipo lineal, los valores además de ser diferentes y ordenados, conservan una unidad común; es decir que las distancias entre los valores consecutivos son idénticas. En las variables de razón además de los rasgos anteriores, existe un cero real (por ejemplo el peso, la talla, la edad).

Se han definido los tipos de variables cuantitativas que se pueden presentar, para caracterizar el tipo de variables que se emplearan en el desarrollo de la investigación, puesto que las variables a considerar para medir la innovación deben tener características únicas y particulares. Un tipo especial de variables estadísticas son las variables cuasi-cuantitativas. (Fernández, 2002). Inicialmente eran variables cualitativas pero al asignarles un número que indica mayor o menor grado de atributo, adquieren la capacidad de cuantificación.

2.2.1.1. Indicadores Cuantitativos.

Dentro de los indicadores cuantitativos se comprenden:

a) Indicadores de la Situación. Describen fundamentalmente aspectos relacionados con la organización, la gestión de la investigación y la infraestructura de investigación.

b) Indicadores de Insumos o Recursos. Describen aspectos relacionados con los recursos disponibles para hacer investigación. Una primera clasificación distingue entre indicadores absolutos, relativos o evolutivos. Son ejemplos de indicadores absolutos el número de proyectos exitosos conseguidos por la firma evaluada, o el número de patentes con las que cuenta para el desarrollo de su labor. Los indicadores relativos de insumos pueden referirse a la actividad desarrollada por el grupo de investigación (ej., tasa de productividad en proyectos desarrollados, al éxito del mismo, o a la concentración de los recursos con los que dispone). Por último, los indicadores de evolución expresan la variación experimentada en una determinada magnitud con el paso del tiempo, utilizando fundamentalmente dos tipos de medidas : (1) incrementos puros (sobre un período base que sirve de referencia) y (2) utilizando medias móviles para estimar la tendencia de la variable estudiada.

Una segunda clasificación de indicadores de recursos genera dos nuevos tipos de indicadores: los indicadores económicos y los indicadores de personal. A todos los efectos son indicadores de los inputs, ya que en definitiva miden los recursos disponibles para el desarrollo de la actividad innovadora, por lo que pueden perfectamente situarse como una subcategoría de los mismos.

c) Indicadores Económicos (subconjunto de los indicadores de inputs). Describen los recursos económicos utilizados para desarrollar la investigación. Son utilizados fundamentalmente en la evaluación de la investigación en niveles agregados. OCDE (2005) proporciona diversos tipos de indicadores económicos para medir el esfuerzo innovador de una determinada unidad objeto de evaluación: c1) Los referidos a gastos internos. Se dividen en gastos corrientes (ej: compra de libros para la investigación o suscripción a revistas científicas) y gastos de capital (ej: inmuebles, así como adquisición de instrumentos para la investigación). c2) Los referidos a las fuentes de fondos de I+D.

La medición de las fuentes de los fondos destinados a I+D por la unidad objeto de evaluación se puede realizar por dos procedimientos: Conforme a la suma de dinero que una unidad recibe de otra unidad, organización o sector en función de la investigación que realiza. Con base a las cantidades externas que una unidad, organización o sector declara haber pagado a otra unidad, organización o sector por el desarrollo de actividades de I+D.

d) Indicadores de resultados. Describen aspectos relacionados con los resultados obtenidos en la investigación. Se clasifican a su vez en directos e indirectos. Son indicadores directos los que miden directamente resultados de investigación en sí mismos, como son los referidos al número de productos propios, el número de patentes alcanzadas o Innovaciones graduales, entre otros. Por su parte, son indicadores indirectos los que miden no resultados en sí mismos, sino resultados que denotan indirectamente el desarrollo de una actividad investigadora.

2.2.1.2. Indicadores Cualitativos.

Son aquellos basados en encuestas o entrevistas, así como informaciones no estructuradas, métodos de investigación y desarrollo propio a partir de los cuales suele ser problemática la extrapolación estadística. Suministran información sobre aspectos no contemplados en los indicadores cuantitativos, por lo que su utilización suele ser complementaria a las metodologías cuantitativas. Son imprescindibles para lograr una evaluación integral y global de la investigación.

Los indicadores cuantitativos son aquellos basados en metodologías cuantitativas de obtención de información. La información que suministran es fácilmente cuantificable, y la extrapolación estadística no presenta dificultades extraordinarias. Por el contrario, los indicadores cualitativos están basados en métodos de obtención de información. Tienen la propiedad de matizar, enriquecer a los indicadores cuantitativos, aunque en ocasiones se utilizan como sistema exploratorio, previo a otros indicadores cuantitativos.

CAPÍTULO 3: LÓGICA DIFUSA

Desde su aparición en la década de los 60's hasta el año actual de 2010, las aplicaciones de la Lógica Difusa (LD) se han ido consolidando, paulatinamente al comienzo, y con un desbordado crecimiento en los últimos cinco años. Las principales razones para tal proliferación de aplicaciones es la sencillez conceptual de los sistemas basados en lógica difusa, su facilidad para adaptarse a casos particulares con pocas variaciones de parámetros, su habilidad para combinar en forma unificada expresiones lingüísticas con datos numéricos, y el no requerir de algoritmos muy sofisticados para su implementación.

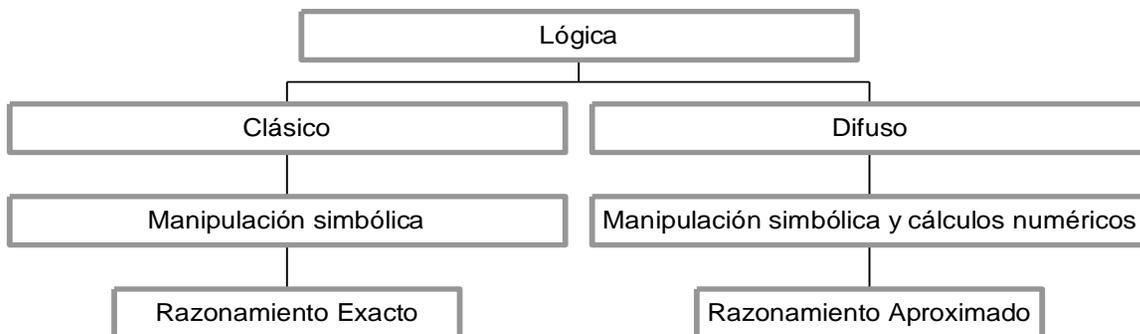
Trescientos años A.C. Aristóteles estableció su llamada Ley de Bivalencia que afirma que cualquier sentencia es verdadera o falsa (1,0), pero no ambas cosas a la vez. La lógica aristotélica ha sido útil por más de 2000 años y está en los cimientos de la matemática y en el principio de funcionamiento de las computadoras.

La Lógica Difusa pretende imitar la manera en que piensan los seres humanos en aspectos en que la lógica convencional o bivalente (lógica verdadero-falso o 1-0) resulta insuficiente. Hoy en día es empleada en sistemas expertos, control, predicción, diagnóstico de enfermedades y toma de decisiones financieras, entre otros campos. (Athreye, 2005); (Azadeh et al., 2008); (Jones et al., 2008).

La concepción lógica indica dos tipos de razonamiento, el clásico y el difuso (ver Figura - 3-1). Como el concepto de medición de la innovación no está contemplado en un razonamiento exacto, se considera un análisis de la información de tipo difuso, donde se puede realizar manipulación simbólica y además tiene grandes bondades así como el análisis mixto de variables cuantitativas y cualitativas de forma simultánea.

Figura 3-1: Tipos de Lógica

Fuente: Elaboración propia



En la actualidad, la principal aplicación de los sistemas con lógica difusa es el control, en lo que se denomina '*sistemas de control borroso*', que pueden ser considerados como una extensión de los sistemas expertos. Algunos ejemplos de este tipo de sistemas se

pueden encontrar en (Karsak y Kuzgunkaya, 2002),(Klir y Yuan, 1995), (Kathleen y Jeffrey 2002), y (Chiou, *et al.* 1999).

Se considera que el padre de la LD es Lofti Zadeh quien trabajando en la Universidad de Berkeley a principios de la década de los 60, publicó un par de trabajo y define que un conjunto difuso es caracterizado por la asignación de una función de pertenencia de los elementos de un dominio, el espacio o universo X al intervalo $[0,1]$, esto es: $A: X \rightarrow [0,1]$ ahora considerados medulares sobre lo que él denominó los conjuntos borrosos y cuya característica esencial es que, a diferencia de los conjuntos booleanos clásicos, la propiedad de pertenencia de un elemento a un determinado conjunto, se describe por una función que puede variar continuamente entre 0 y 1, llamada **Función de Pertenencia (FP)**.

En el álgebra de Boole clásica, la propiedad de un ente de pertenecer a un conjunto específico sólo puede tomar dos valores (falso, verdadero) a los que se les asigna por convenio los valores extremos 0 y 1, pero no hay valores intermedios. La Lógica Difusa pretende imitar la manera en que piensan los seres humanos en aspectos en que la lógica convencional o bivalente (lógica verdadero-falso o 1-0) resulta insuficiente.

La FP puede interpretarse como el grado en que el elemento particular que se está considerando cumple con las especificaciones que definen a los elementos del conjunto en cuestión y no debe interpretarse como la probabilidad de pertenencia. Si la probabilidad de que el elemento X pertenezca al conjunto A es de 0.8 y se afirma que X pertenece al conjunto A , se tiene 80 % de probabilidad de acertar, pero el elemento intrínsecamente pertenece o no-pertenece a A . Cuando se dice que la FP de X es 0.8 quiere decir que cumple en el criterio con el 80 % de las características que definen a los elementos del conjunto A .

El foco de la lógica difusa centra su interés en las cualidades de una herramienta computacional que de solución a problemas y toma de decisiones. (Pedrycz y Gomide, 1998). Dicha herramienta es una técnica que permite la clasificación de información de aspectos reales en una escala infinita de valores entre verdadero y falso en el intervalo $[0,1]$, a través de procesos matemáticos llevados desde circunstancias de racionamientos del lenguaje natural, basados en expresiones de caracteres imprecisos.

Un sistema de lógica difusa permite utilizar fácilmente el conocimiento de los expertos en un tema, como un punto de partida para una optimización automática al formalizar el conocimiento a veces ambiguo de un experto (o del sentido común) de una forma realizable. Además, gracias a la simplicidad de los cálculos necesarios (sumas y comparaciones, fundamentalmente), normalmente pueden realizarse en sistemas baratos y rápidos. (Del Brio y Sanz, 2002).

Este trabajo emplea básicamente tres conceptos de lógica difusa. El primero es de difuminado, el segundo es Regla Difusa, que tiene una importancia fundamental debido a que los algoritmos Neurodifusos implementados arrojan como resultados este tipo de reglas, el tercero es el de Operador Condicional.

3.1 Difuminado

Un ejemplo sencillo en el que se puede apreciar alguna imprecisión de la lógica convencional se presenta al tratar de determinar cuándo la temperatura ambiente en un determinado lugar es alta. Desde la lógica convencional se tendría que definir un umbral que podría ser de 30°C (Figura 3-2), de manera que a los 30°C, 31°C, 32°C, 33°C o más se pueda afirmar que “la temperatura ambiente es alta”; y para 29°C, 28°C, 27°C o menos se pueda afirmar que “la temperatura ambiente no es alta”. Así, usando la lógica bivalente se tendría que la temperatura ambiente a 30°C es alta, pero a 29.999°C no lo es.

Este razonamiento desde la lógica convencional no se parece a la manera de pensar de un ser humano, para quien el umbral de 30°C no está definido de una manera tan estricta: es un umbral difuso (Figura 3-2). Si bien para un ser humano es completamente claro que a los 50°C ó 40°C está haciendo calor y que a los 0°C y 10°C no está haciendo calor, a los 30°C, 29°C o 28°C no son tan claras: una persona podría decir que está haciendo calor y otra que no. En estos casos no se puede afirmar plenamente si una temperatura es alta, media o baja.

En las Figuras 3-2 y 3-3, se puede observar que para distinguir si una temperatura es o no alta se emplea una función, que en el caso de Figura 3-2 es un escalón y en el caso de la Figura 3-3 es una función lineal a tramos (trapezoidal). Dichas funciones son llamadas funciones de membrecía; con éstas se realiza un procedimiento conocido como emborronamiento o fusificación mediante el cual se convierte una variable que puede ser real, como la temperatura, en una variable difusa de acuerdo a qué tanto pertenece a un conjunto. En la Figura 3-3, se puede observar que la temperatura 25°C pertenece aproximadamente en 0.3 al conjunto de las temperaturas altas, pertenece en 0.6 al conjunto de las temperaturas medias y pertenece en 0.0 al conjunto de las temperaturas bajas, mientras que si se observa en la Figura 3-2, se podría tener la certeza de que una temperatura de 25°C no pertenece al conjunto de las temperaturas altas.

Otro ejemplo comúnmente empleado para introducir el concepto de Emborronamiento está relacionado con discernir cuando una persona está joven o no: en este caso usar umbrales desde la lógica clásica no siempre es muy apropiado (no se podría decir que una persona a los 30 años es joven, pero a los 31 no lo es) por lo que una alternativa es emplear funciones de membrecía difusas parecidas a las de la Figura 3-3.

Hay una marcada diferencia entre el concepto de distribución de probabilidad y el de membrecía difusa, esta diferencia, que puede causar confusión, se trata explícitamente en textos dedicados a este tipo de técnicas como (Del Brio y Sanz, 2002); (Kosko, 1992)

Figura 3-2: Lógica convencional o bivalente empleada para encontrar altas temperaturas.
Fuente (Kosko, 1992).

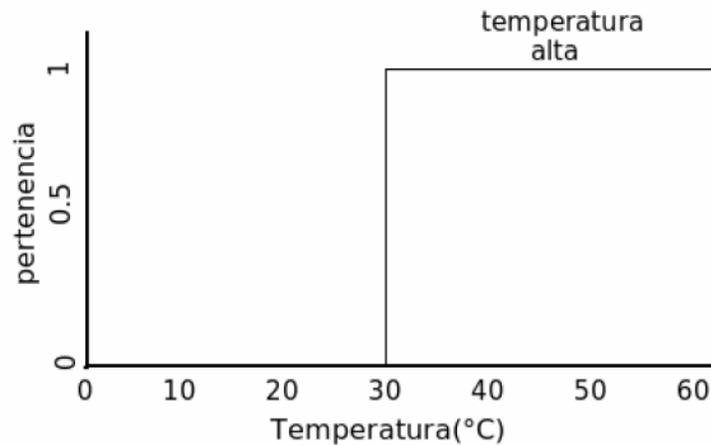
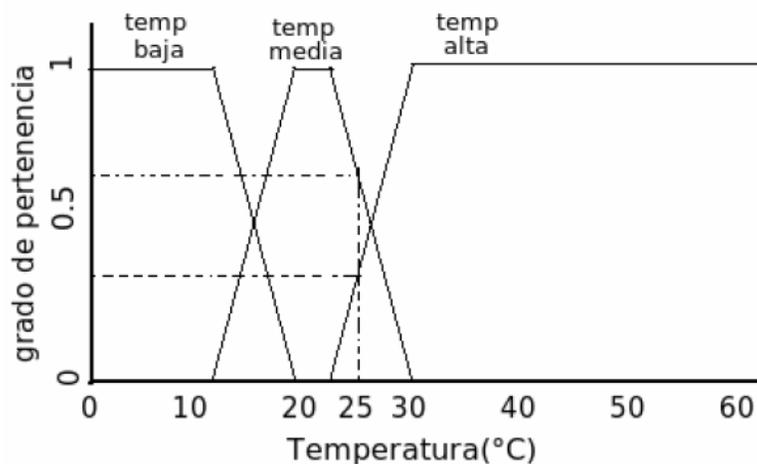


Figura 3-3: Lógica difusa empleada para encontrar bajas, medias y altas temperaturas.
Fuente (Kosko, 1992)

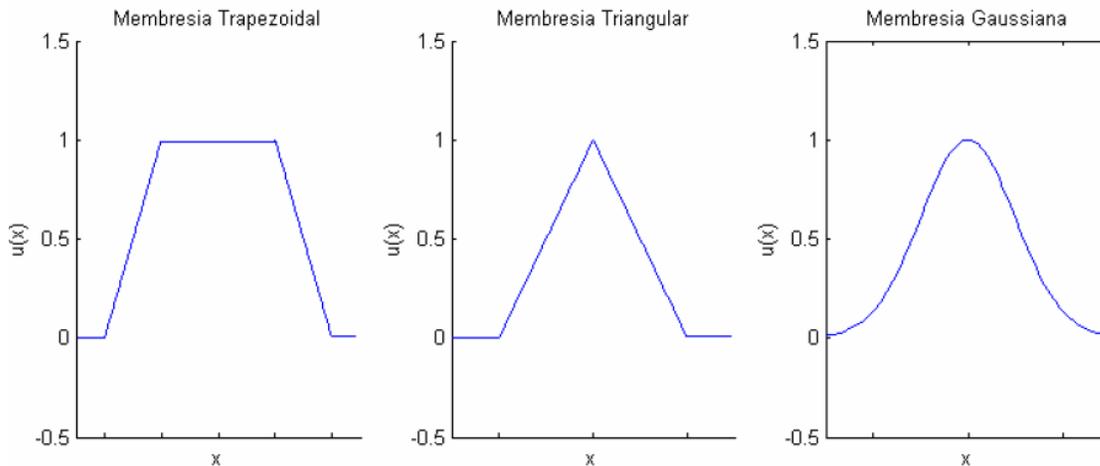


De una manera formal, se podría decir que Emborronamiento es el procedimiento mediante el cual se encuentran el grado de membrecía (x) A m al cual una variable x pertenece a un conjunto difuso A . Para el caso de la Figura 3-3, la variable x es una temperatura y el conjunto difuso podría ser '*temperatura alta*' (A), '*temperatura media*' (M), o '*temperatura baja*' (B) así, los grados de pertenencia o membrecía a dichos conjuntos serán $(25) = 0.3 A m$, $(25) = 0.6 M m$, $(25) = 0 B m$.

A parte de un emborronamiento trapezoidal (lineal a tramos) como en la Figura 3-4, son comunes otros tipos de funciones de membrecía como los expuestos en la Figura 3-3 (teniendo en cuenta que de acuerdo al conjunto que se desee expresar, los anchos y los centros de tales funciones varía). Además, es común hacer el emborronamiento en números impares de conjuntos, para aprovechar que haya un conjunto difuso en la mitad.

Para el caso de la Figura 3-3, se encontraron las membrecías a tres conjuntos difusos (alto, medio y bajo). También se pudo haber encontrado, por ejemplo, para el caso de cinco conjuntos difusos (muy alto, alto, medio, bajo, muy bajo).

Figura 3-4: Funciones de membrecía comunes para realizar Fusificación
Fuente Klir (1995)



3.2. Modulo de concreción

(Del Brio y Sanz, 2002), sugieren que el proceso de concreción es la función que transforma un conjunto borroso en V , normalmente salida de un dispositivo de inferencia difusa, en $u|$ valor no borroso $y \in V$. En otras palabras, es la última etapa donde se obtiene un valor nítido concreto (K) a partir del conjunto difuso de salida C' , el cual proporciona la solución del sistema planteado, (Medina, 2006).

3.3 Reglas Difusas

Otro concepto fundamental de la lógica difusa empleado en el presente trabajo es el concepto de regla difusa. Una regla difusa es una regla de la forma SI... ENTONCES... que puede ser cierta con un grado de certidumbre determinado. Un ejemplo de esto sería la expresión "SI la temperatura es alta ENTONCES el ventilador está apagado". Si bien desde la lógica convencional la expresión anterior podría ser sólo verdadera (tomando un valor de 1) o falsa (tomando un valor de 0), desde la lógica difusa podría tomar cualquier valor entre 0 y 1; esto podría tener sentido en el caso en que si la temperatura no está del todo alta es porque el ventilador está prendido en bajo, por ejemplo.

Es importante aclarar que las reglas difusas constan de dos partes principales: un antecedente y un consecuente separados por la palabra ENTONCES, que representa un condicional así:

SI (Antecedente) ENTONCES (Consecuente)

Ecuación 1. Forma de una Regla Difusa

A su vez, el antecedente puede estar dividido en varios predicados separados por una conjunción (Y) así:

Antecedente = (Predicado_1 Y Predicado_2 Y... Y Predicado_n)

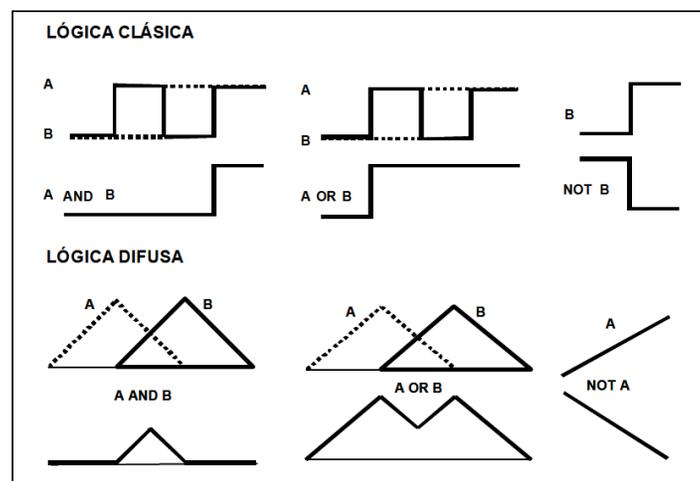
Ecuación 2. Forma del antecedente de una Regla Difusa

Existen gran cantidad de tipos de reglas difusas, la nomenclatura es similar a la empleada en el difuminado, es decir: i x son las variables empleadas, i A conjuntos difusos y y es la variable de salida.

Es bien conocido que la teoría de conjuntos, el álgebra booleana y la lógica tradicional son isomorfas, bajo transformaciones adecuadas. Esto significa que tienen una estructura subyacente similar, y que por tanto las definiciones que se hagan en una cualquiera de las tres teorías se puede llevar a las otras dos, mediante transformaciones adecuadas. (Klir, 1995)

Figura 3-5: Operadores Y, O y No, según la lógica clásica y la LD

Fuente: Fuente (Kosko, 1992), (Klir, 1995) y (Wang, 1992)



La LD emplea matemáticamente operadores de unión como \cup e intersección como \cap y realiza el mismo análisis matemático que en la lógica clásica (ver Figura 3-5) representa gráficamente las diferencias de los operadores en lógica clásica y lógica difusa.

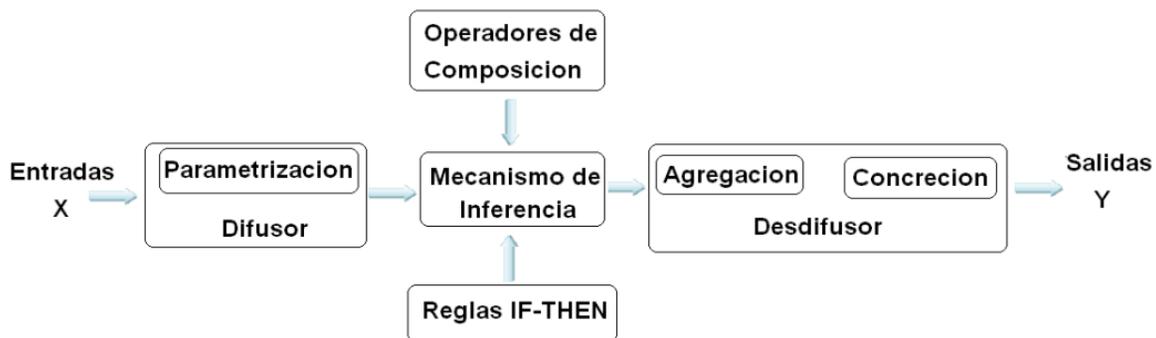
Algunos tipos de estas reglas son:

3.3.1 Tipo Zadeh-Mamdani.

Los sistemas de inferencia difuso tipo Mamdani, fueron los primeros sistemas en ser probados de manera práctica como aproximador universal de funciones. Caracterizándose como el mejor tratamiento para variables de alta incertidumbre así como las percepciones humanas e identificar eventos de falla. Posteriormente (Kosko, 1992, Klir 1995 y Wang L 1992), se estableció formalmente que cualquier relación entre variables de entrada y salida, puede ser aproximada mediante un sistema difuso construido en términos lingüísticos con alto grado de exactitud (aproximador universal).

La forma como funciona el sistema tipo Mamdani es la siguiente: Se definen las variables lingüísticas con sus respectivas etiquetas o valores lingüísticos. Para cada etiqueta lingüística se define la función de pertenencia respectiva. Si se cuenta solamente dos variables lingüísticas X y Y, entonces para los valores de entrada x e y se buscan las funciones de pertenencia que los contienen, sobre las cuales se hace el producto y se aplica el criterio de tomar el mínimo en cada relación, valor que se identifica en los conjuntos difusos asociados con la conclusión del sistema de reglas. Finalmente se hace la agregación a partir de los máximos valores sobre estas funciones de pertenencia para obtener un área de salida (Concreción) como se muestra en la Figura 3-6.

Figura 3-6: Taxonomía empleada en Logica Difusa,
Fuente: Aguirre, J. (2010) adaptado de Medina (2007)



En el sistema tipo Mamdani, utilizado en la solución del problema en consideración, se distinguen las siguientes partes: Modulo de difuminado, Difusor, Mecanismo de Inferencia, Base de reglas difusas, modulo de concreción.

Donde se emplean reglas del tipo:

Si 1 x es 1 A , 2 x es 2 A , ..., n x es n A entonces y es B
Ecuación 3. Forma General de una Regla Difusa del tipo Zadeh-Mamdani

Ecuación 4. Ejemplo de una Regla Difusa del tipo Zadeh-Mamdani : Para este caso temperatura sería la variable 1 x , presión sería la variable 2 x , la velocidad de los ventiladores sería la variable y , 1 A representa al conjunto difuso temperatura Baja, 2 A al conjunto difuso presión Alta y B representa al conjunto difuso ventiladores en alto.

3.3.2. Tipo Takagi-Sugeno

Este tipo de Reglas son empleadas principalmente para labores de interpolación o aproximación funcional, son del tipo: Si 1 x es 1 A , 2 x es 2 A , ..., x_n es A_n entonces (,)
 $1 \ 2 \ n \ y = f \ x \ x \ x$

Ecuación 4. Forma General de una Regla Difusa del tipo Takagi-Sugeno

3.4 Algunos Operadores Difusos

R1: Si la temperatura es Baja (9) Y la presión es Alta (2) ENTONCES poner ventiladores en bajo (16).

R2: Si luminosidad es alta (9) Y la temperatura es baja (1) ENTONCES poner ventiladores en alto (1).

Así como los conceptos de pertenencia difusa son similares a los de su contraparte de la lógica convencional (o booleanas o bivalente), los operadores definidos para los conjuntos difusos también son similares a las tablas de verdad definidas desde la lógica de Boole.

Otros operadores como: Concentración, Dilación, suma algebraica, producto algebraico, se pueden encontrar en el texto de (Klir, 1995). Obsérvese que las ecuaciones que definen los operadores difusos están basadas, y buscan generalizar a las operaciones del álgebra booleanas. Por ejemplo, la operación Unión es similar a la disyunción booleana, la operación Intersección es similar a la conjunción booleana y la operación complemento es similar a la negación booleanas.

Figura 3-7: Opción para operaciones de conjuntos difusos

Fuente: (Wang, 1992)

<p>Unión: $A \cup B$ $(x) \ (x) \ (x) \ \max\{(x), (x)\} \ A \ B \ A \ B \ A \ B \ m =$ $m \ \cup m = m \ m \ U$</p>
<p>Intersección: $A \cap B$ $(x) \ (x) \ (x) \ \min\{(x), (x)\} \ A \ B \ A \ B \ A \ B \ m =$ $m \ \cap m = m \ m \ I$</p>
<p>Igualdad: $A = B$ $A = B \ \text{sii} \ (x) \ (x) \ A \ B \ m = m \ "x$</p>
<p>Complemento: A $(x) \ 1 \ (x) \ A \ A \ m = -m$</p>
<p>Pertenencia: $A \ \dot{\in} \ B$ $A \ \dot{\in} \ B \ \text{sii} \ (x) \ (x) \ A \ B \ m \ \dot{\in} \ m \ "x$</p>

CAPITULO 4: LA INDUSTRIA DE FERTILIZANTES EN COLOMBIA

4.1 Análisis Del Sector

En Colombia el consumo de fertilizantes y acondicionadores de suelos a nivel nacional muestra un crecimiento relacionado de manera directa con las superficies de área cultivadas en el país, demostrando una alta dependencia respecto al comportamiento del sector agrícola (Ministerio de agricultura y desarrollo de Colombia, 2009). Entre otros factores que inciden en el consumo de fertilizantes en Colombia están las políticas de fomento a los cultivos y los niveles de precios del mercado nacional e internacional de los productos agrícolas.

En la medida en que los precios sean bajos o no existan políticas de fomento, el agricultor tendrá un desestímulo para sembrar cultivos en el corto o mediano plazo, o por otro lado, ante la necesidad de percibir ingresos busca cultivar disminuyendo sus costos de producción, lo cual se traduce en la disminución del uso de insumos agrícolas, entre ellos el de fertilizantes (Ministerio de agricultura y desarrollo de Colombia, 2009).

La industria de fertilizantes se encuentra dividida principalmente en 4 sectores: (Cartilla de comercialización de fertilizantes, 2008)

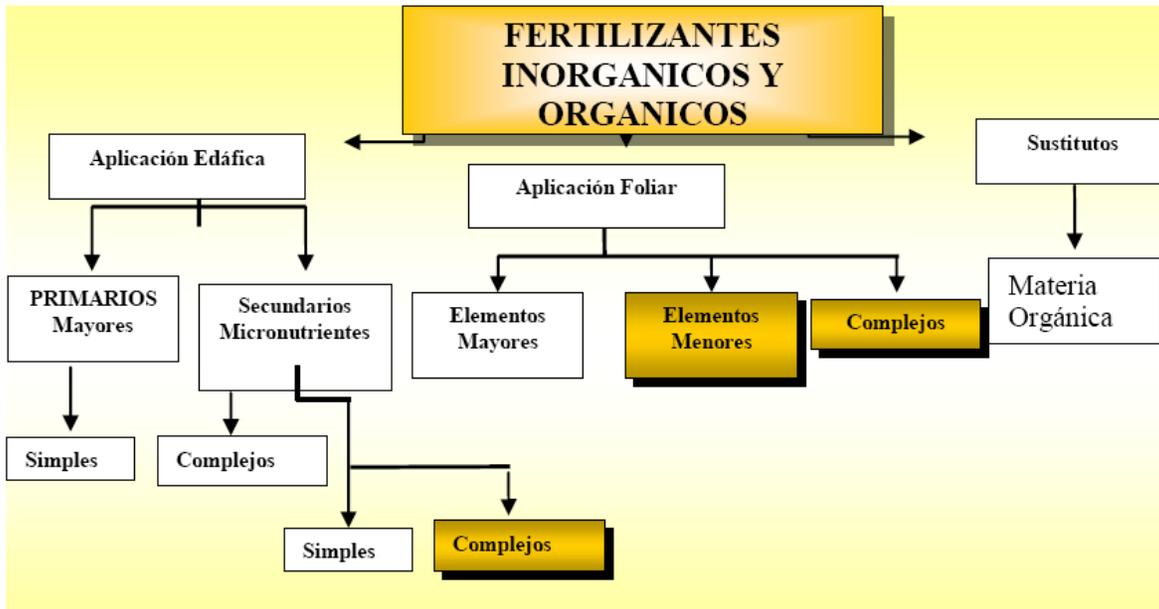
- Fertilizantes Químicos
- Fertilizantes Orgánicos
- Fertilizantes Foliars (De aplicación líquida en el follaje o suelo de la planta).
- Fertilizantes Minerales (enmiendas y micro elementos).

La clasificación existente de los fertilizantes puede darse principalmente por los siguientes aspectos, los cuales se muestran en la figura 4-1:

1. Fuente del material (orgánica o inorgánica).
2. Tipo de elementos químicos contenidos (mayores, secundarios y micronutrientes).
3. Cantidad de elementos químicos contenidos (fertilizantes simples o compuestos).
4. Tipo de aplicación: edáfica (directa al suelo) o foliar.

Figura 4-1: Clasificación de Fertilizantes

Fuente: Elaboración propia



Los nutrientes o elementos químicos de los fertilizantes se clasifican en: Mayores, Secundarios y micronutrientes o Menores. Los nutrientes primarios se encuentran constituidos por el nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), requeridos en alta proporción para el óptimo rendimiento de los cultivos (entre 100 – 300 Kilos por hectárea de cada elemento, es decir que para los productos mezclados se tendrían dosis de entre 300 y 900 kilos por hectárea), usualmente se conocen como nutrientes NPK (Madrid *et al.*, 1996)

El nitrógeno, el fósforo y el potasio son los elementos mas consumidos en Colombia, con una participación de **1.404.744 Toneladas** anuales aprox (ICA, 2008).

El nitrógeno que requieren los suelos lo provee primordialmente la urea, que representa el 40% de las ventas de estos insumos en el país y principalmente se importa de Europa Oriental y Venezuela.

Los nutrientes secundarios hacen referencia a los elementos de Calcio, Magnesio y Azufre, al igual que los elementos mayores se requieren en altas cantidades, pero en una proporción mucho menor que los primeros (entre 30 a 100 kilos por hectárea por elemento) (Madrid, *et al.*, 1996)

Los micronutrientes son requeridos en muy pequeñas cantidades en comparación con los elementos primarios y secundarios (entre 500g a 10 kilos por hectárea por elemento). Sin embargo, la ausencia de micronutrientes en los cultivos produce deficiencias que se ven reflejadas en los rendimientos y calidad de los cultivos. Los principales elementos menores en los cultivos dentro esta clasificación son: Boro, Zinc, Cobre, Manganeso, Níquel, Cloro, Hierro y Molibdeno (Fink, 1998).

Los fertilizantes simples contienen un único elemento químico, principalmente nutrientes Mayores (N, P ó K). Ejemplo de ello son los fertilizantes nitrogenados (urea, nitrato de amonio, sulfato de amonio), fosfóricos (superfosfato, fosfato de amonio) y potásicos (cloruro de potasio, sulfato de potasio, nitrato de potasio). Por su parte, los fertilizantes compuestos contienen más de un nutriente mayor y pueden contener nutrientes secundarios y micro nutrientes, dependiendo de la fórmula o grado. Los fertilizantes compuestos se pueden obtener a través de procesos de mezclado (mezcla física), o reacción química (complejos) (Madrid, *et al* (1996).

En el presente estudio se analiza con mayor énfasis los fertilizantes orgánicos, los cuales son el resultado de la transformación biológica de los materiales orgánicos (excrementos de animales, desechos vegetales, animales muertos etc.). Son productos finamente divididos y con una alta carga microbial que se utilizan como acondicionadores y mejoradores del suelo. (Rosas, 2008).

Los fertilizantes orgánicos son de gran importancia en la agricultura porque elevan el potencial productivo del suelo al actuar como mejoradores de sus características físicas, químicas y biológicas. Además son fuentes de varios nutrientes esenciales para las plantas, elevando el potencial de fertilidad del suelo. También contribuyen a incrementar el desarrollo radicular de las plantas mejorando el sostén de las mismas, promueven la sanidad del cultivo y aportan hormonas que influyen positivamente los mecanismos fisiológicos de las especies vegetales. La dosis recomendada para los fertilizantes orgánicos se encuentra entre 1 - 2 Ton por hectárea (Rosas, 2008); (Manual de fertilizantes, 1993).

Según la Encuesta nacional agropecuaria (Ministerio de agricultura y desarrollo, 2009) , el principal problema que se tiene con la industria de fertilizantes en Colombia está en buscar soluciones conjuntas para aminorar el impacto en los costos de producción local, por causa de la excesiva dependencia de la importación de materias primas (que es prácticamente total) y su permanente tendencia al alza a causa del continuo incremento de los precios del petróleo y del gas natural, que son los procesos de los cuales se genera el principal macroelemento de los fertilizantes que es la Urea.

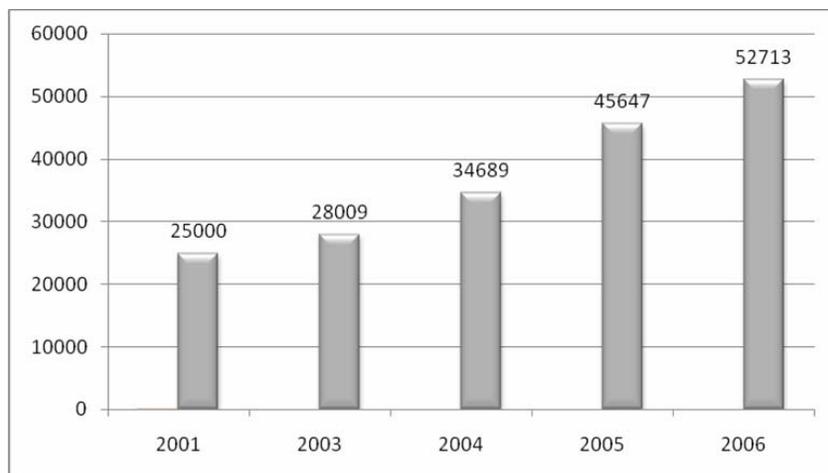
La producción de insumos orgánicos es un sistema de elaboración nuevo y que verdaderamente no cuenta hasta el momento con aportes o recursos económicos y de investigación necesarios para su crecimiento y desarrollo en Colombia en comparación con los modernos y eficientes sistemas y procesos basados en el uso intenso de energía y de hidrocarburos en la fabricación de insumos químicos. (Rosas, 2008).

Los abonos orgánicos presentan una dependencia de la evolución de la actividad agrícola hacia una cultura de desarrollo sostenible, especialmente de la agroindustria y de sectores importantes en productos orgánicos como el cafetero y bananero. Por lo tanto, su demanda se ve afectada por elementos diversos, factores como el nivel climático (cultivos) y las políticas de promoción de cultivos promisorios, como son los alimentos orgánicos con mercados internacionales (ICA, 2008); (FAO, 1998)

La cantidad de hectáreas para la producción de alimentos orgánicos demuestra una demanda de estos productos a nivel local e internacional, demostrando la importancia en

esta producción los insumos orgánicos como apoyo a la competitividad del sector de alimentos verdes. El área dedicada a la producción ecológica aumentó del 2001 al 2006 en un 36% con 19.518 hectáreas más como se muestra en la figura 4-2.

Figura 4-2: Hectareas dedicadas a la agricultura ecológica
Fuente: (Cartilla Comercialización de fertilizantes ICA, 2008)



En la Tabla 4-1 se observa la producción y venta de insumos orgánicos obtenida durante el año 2008 en Colombia según los registros estadísticos del ICA.

Tabla 4-1: Producción y ventas de fertilizantes en Colombia durante el año 2008
Fuente: (Cartilla Comercialización de fertilizantes ICA, 2008)

FUENTE	PRODUCCIÓN (TON)	VENTAS (TON)
Fertilizantes Orgánicos	67091	66.437
Fertilizantes Qcos NPK	1.404.745	15.294
Otros (Enmiendas, Foliares, Menores, Fertirriegos)	129.777	153.936

4.2 Comportamiento del Sector

Según datos suministrados en las Estadísticas del ICA sobre empresas registradas (2008), se tiene que hasta esa fecha existen registradas 798 empresas dedicadas a la producción y comercialización de abonos orgánicos y químicos, y que empresas titulares de registro de venta existen 390, con un total de 2115 registros de venta. De las 390 empresas, titulares de venta ante el ICA, 189 reportan datos de producción y/o ventas, lo cual equivale al 49% de las empresas activas.

Las empresas registradas que se dedican a la producción de insumos orgánicos representan el **1%** aproximado del total de kilogramos producidos como fertilizantes y acondicionadores de suelo. La oferta productiva y la distribución de insumos orgánicos en el país no dependen exclusivamente de la existencia de plantas con capacidad de manufactura, sino que están asociadas a las acciones de un conjunto de gremios vinculados al sector agrícola orgánico, a través de la mezcla de sus propios residuos de cosechas como materia prima para los abonos orgánicos y su posterior distribución entre sus afiliados.

El segmento de los abonos orgánicos muestra alrededor de 63 sociedades constituidas legalmente. Sin embargo, es preciso resaltar que este mercado se caracteriza por ser local o regional, sobretodo con abonos como el estiércol, la gallinaza y algunos tipos de compost con bajos procesos de descomposición, lo cual hace que se evidencie un alto número de pequeños productores informales.

4.3 Cálculo De La Demanda

Según registros del ICA (2008), las principales empresas comercializadoras de fertilizantes simples, compuestos y mezclados en Colombia son: Monómeros, Abocol, Nutrición de Plantas, Ciamsa, Ecofértil, Yara, Pacifex y Conagra, con una participación del mercado correspondiente al 95% de las ventas totales.

Adicional al precio del petróleo como se mencionó anteriormente, el comportamiento de los precios internacionales de los fertilizantes depende fundamentalmente de la oferta y la demanda del mercado. En la medida en que exista una alta demanda de producción agrícola, se dispara el consumo de fertilizantes, y si las capacidades de producción no reaccionan a los niveles demandados, se experimenta un aumento en los niveles de precios. ICA (2008)

Colombia cuenta con una superficie total continental de **114.174.800 hectáreas**. El área objeto de estudio de la Encuesta Nacional Agropecuaria es de **50.941.744 hectáreas** correspondiente al **45%** del total del territorio nacional según la Corporación Colombiana Internacional CCI, como lo muestra la Tabla 4-2.

La investigación de la CCI muestra que el 7% del área se destina a la producción agrícola, mientras que el 76% se destina a actividades pecuarias. Esta gran diferencia entre sistemas productivos agrícolas y pecuarios muestra el resultado de la tendencia histórica

de aumentar las áreas de pastos para la producción ganadera, disminuyendo las áreas para actividades agrícolas.

La sumatoria de áreas en actividades agrícolas y pecuarias muestra un resultado de **42.470.810 hectáreas** correspondientes al **83%** del área estudiada, lo que corrobora la focalización del estudio hacia las actividades agropecuarias comerciales del país. El resto del área corresponde a bosques y áreas en otros usos como vivienda e infraestructura agropecuaria. En términos generales, los resultados departamentales mostrados por la Encuesta Nacional Agropecuaria (2009) expuestos en las Tablas 4-3 y 4-4, permiten afirmar que la producción agrícola se concentra en las zonas montañosas y valles interandinos del país, mientras que las actividades pecuarias se distribuyen a lo largo y ancho del territorio nacional.

Durante el año 2009 los resultados de las estimaciones de la ENA reflejaron algunos cambios importantes en el comportamiento de la actividad agrícola del país respecto al año anterior. Según los resultados, se puede establecer que la superficie sembrada o utilizada para sembrar cultivos transitorios y permanentes para el año 2009 fue de 3.794.382 hectáreas, evidenciando una clara estabilidad respecto a 2008.

Tomando como referencia las áreas sembradas en cultivos permanentes y transitorios en 2009, se puede establecer que el 59% de la superficie corresponde a áreas sembradas en cultivos permanentes, resultado que supera en un 2% el comportamiento registrado en 2008. De otro lado las áreas sembradas en cultivos transitorios registraron una disminución del 2%, que frente al aumento porcentual registrado en las superficies sembrada en cultivos permanentes permite afirmar que los productores siguen encontrando una mayor rentabilidad en los cultivos de ciclo largo y rotan el uso de los suelos para realizar la siembra de nuevos cultivos que les brinden unas mejores perspectivas económicas.

Tabla 4-2: Superficie del uso del suelo en Colombia por departamento año 2009
Fuente: Ministerio de agricultura y desarrollo de Colombia (2009)

Departamento	Agrícola	Pecuario	Bosques	Otros usos	Total superficie	Total Unidades Productoras
Hectáreas						
Total nacional	3.354.349	39.196.059	7.425.041	966.294	50.941.744	1.612.225
Antioquia	281.508	2.952.318	687.379	80.679	4.001.884	100.781
Atlántico	5.638	255.225	14.971	3.660	279.493	6.241
Bolívar	79.710	1.335.307	48.448	20.157	1.483.621	16.484
Boyacá	135.574	1.149.539	474.821	34.672	1.794.606	350.073
Caldas	89.084	455.726	103.428	6.251	654.489	20.281
Casanare	172.328	3.571.274	212.673	44.657	4.000.933	17.337
Cauca	145.027	977.441	200.826	31.298	1.354.592	99.128
Cesar	119.224	1.625.682	144.501	104.230	1.993.637	17.155
Córdoba	108.529	1.709.546	27.053	53.601	1.898.729	50.975
Cundinamarca	185.393	1.462.403	319.957	59.410	2.027.163	203.764
Guajira	19.883	1.598.422	41.463	30.185	1.689.953	5.355
Huila	169.760	1.053.898	90.718	34.356	1.348.732	74.834
Magdalena	109.767	1.450.176	76.443	39.700	1.676.087	14.503
Meta	313.105	4.748.549	221.183	58.623	5.341.459	24.543
Nariño	148.098	577.324	45.962	15.489	786.874	183.741
Norte de Santander	104.230	818.626	389.075	11.277	1.323.208	56.052
Quindío	52.018	80.093	19.390	5.200	156.701	7.512
Risaralda	79.358	89.963	23.375	10.310	203.005	11.701
Santander	216.753	1.689.749	390.136	74.599	2.371.236	112.220
Sucre	73.204	781.766	10.912	17.662	883.544	27.115
Tolima	270.584	1.358.215	181.088	21.354	1.831.240	84.882
Valle del Cauca	304.379	632.745	112.467	49.732	1.099.324	32.180
Otros Departamentos	171.196	8.822.073	3.588.773	159.192	12.741.234	95.368

Tabla 4-3: Area sembrada en cultivos transitorios y permanentes en Colombia año 2009
Fuente: Ministerio de agricultura y desarrollo de Colombia (2009)

Cultivos transitorios	Área sembrada (ha)	Cultivos permanentes	Área sembrada (ha)
Arroz	521.847	Café	664.479
Maíz	421.182	Plátano	348.510
Yuca	154.704	Palma de aceite	342.547
Papa	128.701	Caña de azúcar	214.947
Hortalizas	122.306	Caña panelera	203.919
Fríjol	94.891	Otros frutales	132.670
Algodón	37.579	Cacao	119.102
Sorgo	21.620	Banano consumo interno	37.536
Soya	28.668	Banano Exportación	42.655
Trigo	14.250	Naranja	27.343
Tabaco	9.829	Otros permanentes	35.637
Cebada	9.053	Otros cítricos	48.962
		Mango	11.445
Total	1.564.630		2.229.752

Tabla 4-4: Área sembrada en cultivos transitorios y permanentes en Antioquia
Fuente: Ministerio de agricultura y desarrollo de Colombia (2009)

CULTIVOS TRANSITORIOS	HECTAREAS CULTIVAS ANTIOQUIA	CULTIVOS PERMANENTES	HECTAREAS CULTIVADAS ANTIOQUIA
Algodón	47	Café	101.309
Arroz	9479	Plátano	42.754
Frijol	18784	Caña panelera	31.056
Maíz	26145	Otros Frutales	16.709
Papa	8286	Banano	35.028
Yuca	5411	Naranja	1.600
Arveja	1213	Otros Cítricos	2.647
Cebolla Rama	1125	Cebolla Rama	1125
Yuca	5411	Otros	3.586
Arveja	1213	Zanahoria	625
Otras Hortalizas	1146		
TOTAL	72.291		234.689

Este estudio toma los datos pertenecientes al departamento de Antioquia, ya que la estrategia se centrará principalmente a esta zona, tomando los cultivos permanentes y transitorios de este departamento.

Los cultivos transitorios en el territorio antioqueño suman alrededor de 72.291 hectáreas y los permanentes suman alrededor de 234.689 hectáreas sembradas, equivalente a 306.980 hectáreas cultivadas en Antioquia. Según este dato, y teniendo en cuenta que los consumos de fertilizantes químicos NPK promedio es de 700 kilos/hectárea/año y de materia orgánica es de 2500 kilos/ hectárea/año, daría una demanda potencial alrededor de 214.886 ton/año de fertilizantes químicos NPK y de 767.450 ton/año de fertilizantes orgánicos.

Este estudio supondrá satisfacer el **2%** de la demanda potencial, es decir, que se tomará un tamaño de mercado de 6.140 hectáreas; lo cual corresponde a una oferta aproximada de 4.298 Ton anuales de fertilizantes NPK y de 15.350 ton de fertilizante orgánico. La estimación del porcentaje de la demanda específica se tomó de acuerdo a las capacidades promedio de las industrias existentes procesadoras de fertilizantes orgánicos, que según registros del ICA, se encuentran alrededor de 12.000 y 30.000 ton por año. ICA (2008).

Con este cálculo de la demanda, se realizarán los diseños de planta y procesos, proyecciones de los flujos de caja, análisis de inversiones y diseño de las estrategias de mercadeo que se analizarán más adelante.

CAPÍTULO 5: PROPUESTA METODOLÓGICA

5.1. DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA ESTRATEGIA INNOVADORA PARA EL MERCADO DE LOS FERTILIZANTES ORGÁNICOS

Para el diseño y desarrollo de la estrategia innovadora que se desea implementar en el estudio, se tomaron como bases los principales modelos teóricos que hasta el momento pueden tener mayor aplicabilidad al mercado de los fertilizantes, buscando establecer las estrategias que permitan atender demandas específicas, es decir, de definir con claridad y oportunidad los caminos que deben seguirse para participar en la preparación requerida del mercado objetivo.

En la literatura se encuentran una gran variedad de opiniones sobre el concepto de estrategia. Por ejemplo, Kenichi Ohmae (1998) menciona que “una estrategia se define por la manera en que una corporación se esfuerza por distinguirse, en forma positiva, de sus competidores, empleando sus puntos relativamente fuertes para lograr mejor satisfacción de las necesidades del cliente”. Otro de los conceptos más aceptados de estrategia, es el que sugiere (Hax, 1997), considerándola como una noción multidimensional que abarca todas las actividades fundamentales de la empresa.

Algo similar ocurre con el concepto de ventaja competitiva. La ventaja competitiva nace fundamentalmente del valor que una empresa es capaz de crear para sus compradores, con la cláusula de que exceda el costo de esa empresa por crearlo (Porter, 1987). Por tanto, la ventaja competitiva depende de la capacidad de adquirir o desarrollar habilidades o recursos particulares con el fin de tener acceso a nuevos clientes.

Modelos de estrategia

Las ventajas competitivas vienen de actividades empresariales internas de la cadena de valor de Porter (1987), así como de la combinación de recursos y capacidades de (C.K Prahalad y Hamel, 1990). Y a estos dos modelos de estrategia, se les suman el que contiene la mezcla de ambas teorías, plasmado en el modelo Delta de Hax y Wilde II, (1999), y por último, el Balanced Scorecard (BSC) de Kaplan y Norton (1996).

(Porter, 1987) sugiere que son dos los factores que determinan la rentabilidad de un negocio: El primer factor que postula, es el de las cinco fuerzas que moldean la estructura de una industria. Un sector industrial es un grupo de empresas que producen productos que son sustitutos cercanos entre sí. Las cinco fuerzas competitivas conjuntamente determinan la intensidad competitiva así como la rentabilidad del sector industrial, y la

fuerza o fuerzas más poderosas son las que gobiernan y resultan cruciales desde el punto de vista de la formulación de la estrategia. El otro factor que sugiere Michael Porter es el modelo de la cadena de valor, que sirve para evaluar el posicionamiento competitivo de una empresa. La ventaja competitiva no puede ser comprendida viendo a la empresa como un todo. Radica en las muchas actividades discretas que desempeña una empresa en el diseño, producción, mercadotecnia, entrega y apoyo de sus productos. Una forma sistemática para examinar estas actividades es la cadena de valor (Porter, 1987).

Para (C. K Prahalad y Hamel, 1990), por lo menos tres pruebas pueden ser aplicadas para identificar competencias claves en una empresa. Primero, una competencia clave provee acceso potencial a una amplia variedad de mercados. Segundo, una competencia clave debe contribuir significativamente a la percepción de los beneficios del producto para el cliente. Y finalmente, una competencia clave debe ser difícil de imitar por los competidores. Por lo tanto, una competencia clave es el conjunto de conocimientos, habilidades y tecnologías que una empresa aplica para adicionar valor para sus clientes, determinando esto, el grado de competitividad.

El tercer acercamiento a la estrategia es el Modelo Delta. El modelo resulta del complemento de las dos aproximaciones de la estrategia: el modelo de Porter y la visión de la empresa basada en recursos. El Modelo Delta provee un procedimiento integrado para formular y ejecutar la estrategia, teniendo como elementos claves la dirección estratégica, la dirección de operaciones, el mercado y la innovación orientada a las necesidades del cliente (Hax y Wilde, 1999)

Por último, el cuarto modelo es el Cuadro de Mando Integral (Balanced Scorecard, BSC) y los Mapas Estratégicos. Los objetivos e indicadores del BSC se derivan de la visión y estrategia de una organización, y contemplan la actuación de la organización desde cuatro perspectivas: la financiera, la del cliente, la del proceso interno y la de innovación y aprendizaje. Los mapas estratégicos sirven para que las organizaciones vean sus estrategias de forma coherente, integrada y sistemática (Kaplan y Norton, 1996).

Es conveniente anotar, que el determinante crítico para el éxito de una estrategia de innovación, es la integración organizacional con otros elementos externos (conjunto de relaciones sociales dirigidas al logro común de estrategias).

El análisis anterior demuestra que aunque existen metodologías para facilitar el proceso de implementación de estrategias, no existe un formato o modelo de estrategia empresarial ideal, ya que, responsablemente, el proceso estratégico debe ser diseñado o adaptado apuntando a las necesidades de cada empresa y mercado en particular. Además, la formulación de una estrategia es un proceso inherentemente creativo e impredecible, es decir, la esencia de la estrategia es el pensamiento estratégico; la creación de un modelo mental del negocio como fuente de creación de valor. Debido a lo anterior, el presente estudio centrará el análisis de la estrategia en los factores de dirección estratégica, dirección de operaciones, mercadeo y diseño de producto; siendo este último la génesis de la innovación en valor que se pretende realizar en este trabajo.

El diseño de nuevos productos es crucial para la supervivencia de la mayoría de las empresas. En las industrias que cambian con rapidez, la introducción de nuevos

productos es una forma de vida y se han desarrollado enfoques muy sofisticados para presentar nuevos productos (Chan, 2008).

El diseño del producto casi nunca es responsabilidad única de la función de operaciones, sin embargo ésta se ve muy afectada por la introducción de nuevos productos y viceversa. La función de operaciones es ser el "receptor" de la introducción de nuevos productos. Al mismo tiempo, estos nuevos productos se ven limitados por las operaciones existentes y la tecnología. A través de una cooperación íntima entre operaciones y mercadotecnia, la estrategia del mercado y la estrategia del producto se pueden integrar con las decisiones que se relacionan con el proceso, la capacidad, inventarios, fuerza de trabajo y calidad. (Kothler, 2006).

La definición del producto es el resultado del desarrollo de una estrategia empresarial. Estas definiciones de nuevos productos se convierten entonces en un insumo para la estrategia de operaciones y las decisiones de operaciones se ajustan para acoplarse a la estrategia de nuevos productos. (Schoroder, 2005).

5.2. ESTRATEGIA A IMPLEMENTAR PARA LA INTRODUCCIÓN DE LOS NUEVOS PRODUCTOS

Existen tres maneras fundamentales de enfocar el proceso de introducción de nuevos productos: se le puede considerar como un impulso del mercado, un impulso de la tecnología o uno de la naturaleza interfuncional. (Leiro, 2006) (Chiva y Camison, 2002).

5.2.1 Impulso de Mercado

De acuerdo con este enfoque, " se debe fabricar lo que se puede vender". En este caso los nuevos productos quedan determinados por el mercado dando muy poca consideración a la tecnología existente y a los procesos de operaciones. Las necesidades del cliente son la base primordial (o única) para la introducción de nuevos productos. Se puede determinar el tipo de nuevos productos que se necesitan a través de la investigación de mercados o a la retroalimentación de los consumidores.

5.2.2 Impulso de la Tecnología

Este enfoque sugiere que "se debe vender lo que se puede hacer". De acuerdo con esto, los nuevos productos deben derivarse de la tecnología de producción, con poca consideración al mercado. La tarea de mercadotecnia es la de crear un mercado y "vender" los productos que se fabrican. Este enfoque queda dominado por el uso vigoroso de la tecnología y la simplicidad en los cambios de operaciones. A través de un enfoque agresivo en investigación y desarrollo y en operaciones, se crean productos de tipo superior que tienen una ventaja "natural" en el mercado.

5.2.3 Interfuncional

Con este enfoque, la introducción de nuevos productos tiene una naturaleza interfuncional y requiere de la cooperación entre mercadotecnia, operaciones, ingeniería y otras funciones. El proceso de desarrollo de nuevos productos no recibe ni el impulso del mercado ni el de la tecnología, sino que queda determinado por un esfuerzo coordinado entre funciones. El resultado debe ser los productos que satisfacen las necesidades del consumidor mientras que se utilizan las mayores ventajas posibles en la tecnología.

El enfoque interfuncional casi siempre produce los mejores resultados. El enfoque también resulta más difícil de implementar debido a las rivalidades y fricciones interfuncionales. En muchos casos se utilizan mecanismos organizacionales especiales como diseños de matriz o fuerza de apoyo, con el objeto de integrar distintos elementos de la organización.

Para el actual estudio se tendrá en cuenta el enfoque interfuncional para el diseño de los nuevos productos, analizando globalmente los requerimientos de producción, mercadeo y gestión. A nivel de producción se evalúan los aspectos concernientes a diseño de los procesos y tecnologías, costes de producción y capacidades de fabricación. A nivel de mercadeo se analizan los factores que permitan la plena satisfacción del cliente: presentación, composición, servicio, calidad y resultados. Con respecto a la Gestión, se evalúan las ventajas competitivas y la generación de valor en los nuevos productos desarrollados.

Para encontrar las principales fortalezas del nuevo producto, se comenzó evaluando los requerimientos que éste debería tener para la plena satisfacción de los clientes. Para esto se realizó una búsqueda en la literatura sobre las principales fortalezas y debilidades de cada tipo de fertilizante, obteniéndose los siguientes resultados mostrados en la tabla 5-1:

Tabla 5-1: Características de Abonos Organicos y Quimicos

Fuente: Elaboracion Propia

FACTOR	ABONOS ORGANICOS	ABONOS QUIMICOS
PRODUCTIVIDAD DEL SUELO (Castillo N, 1998 - Wierer K y JC A, 1978 - Fuentes J, 1994 – Manual de fertilizantes, 1993)	Incrementa con el tiempo, aporta flora microbiana benéfica para el desarrollo de microorganismos, mejorando el humus y el rendimiento.	Disminuye con el tiempo ya que la pérdida de humus debido al aumento de la acidez y salinidad, impacta negativamente la productividad del suelo.
PRECIO (Wierer K y JC A, 1978 - Fuentes J, 1994)	Estable, ya que la materia prima utilizada proviene de fuentes renovables. El precio es aproximadamente un 80% menor que el químico.	Inestable. Depende de combustibles fósiles (Nitrógeno) y minería (fosforo y potasio). Esto conlleva a un precio inflacionario a medida que la oferta de estas fuentes no renovables disminuye.

<p>SALUD Y FORTALEZA</p> <p>(Castillo N, 1998 - Wierer K y JC A, 1978 - Fuentes J, 1994 – Manual de fertilizantes, 1993; Fink, (1998))</p>	<p>Mejora el ecosistema del suelo, desarrollando plantas más resistentes y saludables. Mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos. Mejora la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de éste. Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento. El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes. Aumentan el poder tampón del suelo reduciendo las oscilaciones de pH. Aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, aumentando la fertilidad. Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo, el agua en el suelo durante el verano.</p>	<p>Eliminan el ecosistema natural del suelo, desarrollando plantas más vulnerables a plagas y enfermedades. Los altos niveles de acidez y salinidad causan desequilibrio y matan los microorganismos que viven en él. Reduce la colonización de las raíces y la tierra es menos resistente a las sequías, altas temperaturas, toxinas, altos niveles de pH y protecciones contra patógenos de la raíz. El uso excesivo puede destruir la composición del suelo, impidiendo que los microorganismos sean capaces de regenerarse naturalmente.</p>
<p>NUTRIENTES</p> <p>(Castillo N, 1998 - Wierer K y JC A, 1978 - Fuentes J, 1994 – Manual de fertilizantes, 1993)</p>	<p>Baja cantidad de contenidos en NPK. Posee también minerales y micronutrientes (en bajas cantidades). Sus altos niveles de mineralización facilitan la absorción de elementos hacia la planta que de otra manera serían inasequibles. Su mayor desventaja es la lenta asimilación de los nutrientes NPK</p>	<p>Alta cantidad de contenidos NPK. Pocas veces es enriquecido con micro elementos, lo cual disminuye la diversidad del suelo. Bajos niveles de mineralización, lo cual no ayuda a la planta a descomponer los elementos nutritivos presentes en la materia orgánica dificultando su acceso y absorción. Ventaja es la rápida asimilación de los nutrientes NPK.</p>
<p>RIESGOS DE APLICACIÓN</p>	<p>No hay riesgo de una sobre aplicación siempre y cuando sea compostado.</p>	<p>Toxico en altas dosis</p>
<p>DESPERDICIO (Manual de fertilizantes, 1993)</p>	<p>La planta absorbe al 100% los nutrientes. Los elementos que no sean asimilados inmediatamente son almacenados en la tierra hasta que la planta los necesite. No existe desperdicio de producto. El único desperdicio que se puede generar es debido a la presentación en polvo que al momento de la fertilización puede producir desperdicios físicos del producto.</p>	<p>Altos niveles de desperdicio a nivel de absorción de los nutrientes. Antes que la planta tenga tiempo de absorberlos, sus componentes se evaporan y escapan rápidamente. A nivel de desperdicios físicos, su presentación granulada permite disminuir pérdidas físicas.</p>
<p>PRESENTACIÓN DEL PRODUCTO (Castillo N, 1998 - Wierer K y JC A, 1978 - Fuentes J, 1994 – Manual de fertilizantes, 1993)</p>	<p>Polvo. Este tipo de presentación genera muchas pérdidas físicas, además que no es muy apetecido por el agricultor ya que le ocasiona problemas de salud. También ocasiona problemas al momento de realizar mezclas físicas con otros productos de origen mineral o químico, ya que tiende a sedimentarse, lo cual no garantiza una mezcla homogénea.</p>	<p>Granulado. Se disminuyen las pérdidas físicas, su aspecto es mucho más agradable y confiable. Ideal para mezclas físicas.</p>

La información sirve para comenzar el desarrollo del nuevo producto, ya que el objetivo principal es potencializar las desventajas de los abonos orgánicos y potencializarlas para poder diseñar un producto con mayores beneficios y de mejor aceptación de los potenciales clientes. La técnica utilizada para el proceso de generación de la idea del diseño del nuevo producto se basa en una combinación de las metodologías propuestas por: técnica de relación de atributos, análisis morfológicos, identificación de necesidades y problemas. (Schroder, 2005); (Leiro, 2006).

En la técnica de relación de atributos se desea enumerar los principales atributos de ambos tipos de abonos y después modificar cada uno de ellos en la búsqueda de un producto mejorado. Por medio de la aplicación de la técnica de análisis morfológicos se busca identificar las dimensiones estructurales del problema y el examen de las relaciones entre ellos, tratando de encontrar alguna combinación novedosa. Por último con la técnica de identificación de problemas y necesidades se desea conocer los requerimientos del consumidor o cliente final del producto para poder implementarlos en el diseño.

Técnica de relación de atributos y análisis morfológico: Después de analizar las ventajas y desventajas de los abonos orgánicos y químicos se tiene que los principales factores a nivel teórico que deben potencializarse en los abonos orgánicos son los siguientes:

1. Bajo contenido de macronutrientes NPK y micronutrientes.
2. Lenta asimilación de los nutrientes.
3. Presentación en polvo.

Técnica de identificación de problemas y necesidades: Para la aplicación de esta técnica se sostuvieron entrevistas con seis gerentes de mercadeo pertenecientes a empresas de fertilizantes y se les pidió que calificaran en orden de importancia para sus clientes los siguientes aspectos: Composición nutricional del producto, Precio, Marca, presentación, asistencia y servicio. Los resultados se muestran en la Tabla 5-2.

Tabla 5-2: Resultados encuesta a empresarios sobre factores de mayor importancia en los fertilizantes y abonos orgánicos

Nivel de importancia	Gerente 1	Gerente 2	Gerente 3	Gerente 4	Gerente 5	Gerente 6
1	Precio	Marca	Precio	Precio	Precio	Marca
2	Composic	Precio	Presentac	Composic	Composic	Precio
3	Marca	Asistencia	Marca	Presentación	Marca	Compos
4	Asistencia	Composic	Asistenci	Marca	Presentación	Presenta
5	Presentación	Presentación	Compos	Asistencia	Asistencia	Asistencia

Al realizar un balance de los resultados obtenidos, se puede concluir que los aspectos fundamentales para los clientes de fertilizantes es el siguiente: Precio, Composición, Marca, Presentación, Asistencia y Servicio

Teniendo como base los resultados realizados por las técnicas de relación de atributos, análisis morfológicos, identificación de necesidades y problemas, se da inicio con el diseño del producto, dando prioridad a los aspectos en los cuales los abonos orgánicos no cumplan con los requerimientos del mercado. Evaluando los aspectos del precio, composición, marca, presentación, asistencia y servicio para los abonos orgánicos, se pueden identificar fácilmente que el único aspecto que cumple es el precio, pero en los demás es insuficiente para los requerimientos del mercado; por lo cual es necesario desarrollar un nuevo producto que posea mayores potenciales de composición, marca, presentación, asistencia y servicio.

5.3. Diseño Preliminar Del Producto.

Esta etapa se relaciona con el desarrollo del mejor diseño para la idea del nuevo producto. En el diseño preliminar se toman en cuenta los aspectos analizados anteriormente (precio, composición, marca, presentación, asistencia y servicio) buscando un diseño de producto que resulte competitivo en el mercado y que se pueda producir. (Kothler, 2006)

5.3.1. Precio y Composición:

Para mejorar la composición de los abonos orgánicos se requiere enriquecerlos o fortalecerlos con fuentes que aporten los nutrientes más importantes para el suelo y las plantas tales como el Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Silicio, Azufre, Boro, Zinc, Cobre. Para lograr lo anterior se debe realizar una mezcla ideal entre las materias orgánicas y las fuentes que aportan los nutrientes.

Como el factor principal del mercado está representado en el precio, es necesario optimizar la mezcla para garantizar el costo mínimo que genere igual o mejores resultados que los abonos químicos. Analizando este aspecto, se pretende realizar dos tipos de productos:

El primero se basa en fabricar productos genéricos que cumplan con los requerimientos mínimos de nutrientes para cada etapa de evolución de un cultivo (almacigo, siembra, levante y producción) utilizando un aplicativo informático de optimización, que de acuerdo a los requerimientos, formule una mezcla que garantice el balance nutricional de acuerdo a la etapa del cultivo aportando los beneficios tanto de los abonos orgánicos como de los químicos.

El segundo tipo de producto pretende generar la diferenciación, tomando como base la venta personalizada, la asistencia y el servicio, que según los resultados del mercado no son de gran importancia para el consumidor puede ser la mejor estrategia para penetrar en este mercado (Abascal, 2004). En el diseño de este segundo tipo de producto se quiere formular mezclas orgánicas minerales y orgánicas químicas específicas para cada cliente que de acuerdo a los análisis de suelos y tipos de cultivos, garanticen los nutrientes necesarios para el buen desempeño.

La diferencia entre el tipo de producto 1 y 2 radica en que en el primero no se tiene en cuenta el análisis de los nutrientes que ya el suelo posee, ni tampoco el tipo de cultivo, ya que los suelos difieren significativamente a nivel nutricional en las diferentes zonas de un país, departamento, ciudad y hasta de la parcelación. Debido a que la mayor parte de los nutrientes que necesita la planta los toma del suelo, es necesario aportar a éste los elementos que se encuentren deficientes en las proporciones requeridas por el cultivo, así se podrá garantizar una nutrición balanceada de la planta, al mínimo costo y conservando la fertilidad del suelo para futuras siembras.

Además según estudios realizados, los abonos orgánicos potencializan la asimilación de los abonos químicos y minerales, disminuyendo las pérdidas y facilitando la disminución

del uso excesivo de estos (Castillo, 1998). Por medio del diseño personalizado del producto 2 se quiere establecer una estrategia de diferenciación que radica en mostrarle a los agricultores o consumidores de fertilizantes que aunque los fertilizantes químicos poseen grandes niveles de nutrientes NPK, muchas veces no son requeridos en tan altas proporciones y pueden generar ahorros significativos en la fertilización, garantizando iguales o mejores resultados.

Las estrategias de producto 1 y 2 también generan disminución de costos a nivel de jornales y transporte, ya que en cada formulación se está garantizando la adición de la parte orgánica, mineral y química que generalmente el agricultor realiza por separado, por lo cual también implica costos de jornales para aplicación y transporte. En la Tabla 5-3 se explica de forma resumida las características de los productos a desarrollar.

Tabla 5-3: Principales características de los productos a desarrollar
Fuente: Elaboración propia

	PRODUCTO	PROCESO	MERCADEO	DIR. ESTRATEGICA
Producto 1 “Generico”	-Diseño según etapa del cultivo -Aporte Organico Mineral y Quimico -Disolucion h ₂ O -Asimilacion de nutrientes	-Dosificacion -Muestra -Granulacion -Secado -Tamizado - Almacenamiento	-Comercial -Tradicional -Mazificacion -Puntos de venta -Combos	-Tradicional
Producto 2 “Personalizado”	-Formulacion según requerimientos. -Aporte organico Min. Quim. especifico -Formulacion balanceada -Reduce Costos -Dureza -Durabilidad -Homogeneidad -Disolucion h ₂ O -Asimilacion de nutrientes	-Secado rápido -Homogeneidad -Mayor Dureza -Mejor durabilidad -Dosificacion -Muestra -Granulacion -Secado -Tamizado - Almacenamiento	-Estrategia diferenciadora -Ahorros efectivos -Venta personalizada -Crecimiento intensivo -Asesoría Experta -Prod según caract. del suelo. -Nuevos Mercados	-Análisis de valor -Posicionamiento -Flujo de fondos -Mejora rendimiento del suelo -Efecto Ecologico

5.3.2. Marca, Asistencia y Servicio

El mercado de los fertilizantes en Colombia está dominado por grandes multinacionales que compiten por aumentar su participación en el medio. Los agricultores ya se encuentran familiarizados con estas marcas que durante largo tiempo han demostrado ser

efectivas en la producción de fertilizantes de calidad. La estrategia que se plantea en este estudio no tiene como objetivo batallar contra estas marcas, sino ofrecer al mercado una venta personalizada, con productos diferenciadores que permitan generar una nueva cultura de fertilización y demostrar que existen nuevas técnicas para el adecuado sostenimiento del suelo y de los cultivos. A partir de la asistencia técnica y el servicio se quiere generar posicionamiento de estos nuevos productos, para incentivar la confianza en los clientes y poder garantizar la supervivencia de la estrategia.

5.3.3 Presentación

Como ya se presentó en la tabla 5-1 una de las desventajas del abono orgánico es que generalmente se comercializa en presentación polvo. Esta presentación genera significativas pérdidas físicas, además no es muy apetecido por el agricultor ya que le ocasiona problemas de salud. También genera problemas al momento de realizar mezclas físicas con otros productos de origen mineral o químico, ya que tiende a sedimentarse, lo cual no garantiza una mezcla homogénea.

Por lo anterior es necesario buscar una metodología para la granulación de este producto para mejorar su presentación y generar mayor confianza en el cliente. Uno de los factores más críticos para el diseño de los nuevos productos 1 y 2 es el granularlo, ya que la mayoría de las técnicas utilizadas necesitan de procesos de calentamiento mayores a 80°C sea para el secado o para pre mezcla, lo cual perjudica la flora microbiana que genera los beneficios en los abonos orgánicos. También debido a la estructura de la materia orgánica, ésta después de estar granulada no cumple fácilmente con los niveles de dureza y durabilidad, lo cual ocasiona que al ser empacado en el bulto y manipulado en los cargues y descargues se deteriore fácilmente, dando mal aspecto.

Para contrarrestar lo anterior, es necesario realizar una formulación ideal que acompañada con un análisis técnico, termodinámico y de durabilidad permita garantizar una adecuada presentación granulada de los productos. En la construcción del prototipo se explica más adelante los análisis realizados.

5.4 Construcción Del Prototipo.

5.4.1 Proceso de Fabricación

Dosificación: En esta etapa se pesan los ingredientes que componen el producto: materias orgánicas y minerales de acuerdo a los requerimientos.

Mezcla: Después de la dosificación deben mezclarse de forma homogénea los ingredientes para poder garantizar la composición de la mezcla.

Granulación: Es importante para esta etapa que las materias primas utilizadas sean de un tamaño de partícula muy pequeño (2 – 4mm), para poder tener buenos rendimientos y disminuir las pérdidas en el proceso. En la etapa de granulación se utilizan platos giratorios en los cuales se adiciona la mezcla y agua en aspersión y por medio de las

fuerzas centrifugas se van generando granos que se regulan de acuerdo a la granulometría deseada (para el caso es de 3 y 2 mm).

Secado: Esta es la parte más crítica del proceso ya que es necesario garantizar una temperatura de secado que no sobrepase los 70°C ya que de lo contrario ocasionaría la pérdida de la flora microbiana presente en la materia orgánica.

Para que el flujo de proceso sea continuo se debe implementar una metodología de secado por medio de tambor giratorio cuyo diseño dependerá especialmente de la capacidad de producción necesaria, la humedad con la que sale el producto en la etapa de granulación y de la temperatura máxima requerida. Debido a que gran parte del éxito de la estrategia del diseño del producto depende de los adecuados cálculos termodinámicos para el diseño del sistema de secado, se muestra a continuación el análisis elaborado que garantiza la calidad del producto a desarrollar:

Datos:

Humedad inicial del abono org granulado= 70% Humedad del aire=0.03
 Humedad final del abono org granuado= 8% Cp abono = 0,86 BTU/lb
 T° aire de entrada = 260°F Tw aire = 113°F
 T° abono de entrada= 86°F Cp aire a 260°F=0,45
 Tmax del abono= 176°F CpL = 1
 mabono= 2200 Lb/h

$$Nt = 1.5 = \ln\left(\frac{260-113}{Thb-113}\right) \text{ despejando queda que } Thb = 145 \text{ °F}$$

$$\text{Para } 113 \text{ °F } Hfg = 1029 \text{ BTU/lb por lo que } mv = 2200 \frac{\text{lb}}{\text{h}} (0,7 - 0,07) = 1386 \text{ lb/h}$$

Calculo de las necesidades de calor:

1. Calentamiento de la alimentación (abono + H2O) hasta la temperatura de vaporización (Q sensible).
2. Vaporizar el liquido (Q Latente)
3. Calentar solidos hasta T° final (Q sensible)
4. Calentar vapor hasta T° final (Q sensible)

$$\frac{qT}{m \text{ abono}} = 751,86 \text{ BTU/lb}$$

$$qt = (309,48 \text{ BTU/lb}) \times (m \text{ abono}) = 1.654.092 \text{ BTU/h}$$

$$mg (1 + Hairei) = \frac{qT}{Csa(T^{\circ} \text{entraire} - T^{\circ} \text{salidaaire})}$$

Por carta psicrométrica Csa = 0,254 BTU/Lb°F por lo que mg (1 + Hairei) = 23.309 Lb aireh/h

Calculando CFM para el ventilador : δ aire = 0.075 lb/pie³
 $m = \delta V A$ donde $VA = \text{CFM}$ por lo que $\frac{m}{\delta} = V A = 310.786 \text{ pie}^3/\text{h}$

Calculando dimensiones del equipo:
 Suponiendo un diámetro de 3.3 pies

$$A \text{ transv} = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2 = 8.55 \text{ pie}^2$$

$$G = \text{Velocidad masica máxima} = \frac{m}{A} = \frac{23.309}{8.5} = 2725,2 \text{ Lb/pie}^2\text{h}$$

$$\text{Longitud del secadero} = \frac{qT}{0,125\pi D(\Delta T \log) G^{0,67}}$$

La diferencia de Temperatura media logarítmica es: 75.42°F

$$\text{Longitud} = 34 \text{ pies} = 11 \text{ mts}$$

$$L/D = 10,53 \text{ Valor razonable para secaderos rotatorios}$$

Los cálculos mostrados anteriormente permiten demostrar y argumentar que existe una metodología eficiente que permite el adecuado secado del producto a desarrollar, conservando sus propiedades físicas, químicas y microbiológicas. Estos cálculos también permiten conocer las dimensiones del equipo de secado a utilizar y por consiguiente su costo, datos que serán necesarios más adelante en el estudio financiero para el análisis de la inversión.

Tamizado: Después que el producto sale de la etapa de secado es necesario tamizarlo para separar los granos que cumplan con la granulometría requerida (3- 4 mm) , ya que de lo contrario se tendría una combinación de tamaños que posteriormente daría una mala presentación al producto final y además ocasionaría sedimentos de polvo en la etapa de mezcla impidiendo una buena homogeneidad. Después del tamizado se debe almacenar este material sea en tolvas o bultos para su posterior mezcla con los ingredientes NPK o de acuerdo a la formulación específica que se necesite.

Cabe anotar que la novedad en los procesos descritos anteriormente radica en la formulación del núcleo orgánico mineral que cumple con todos los requisitos técnicos y físicos para garantizar la satisfacción del cliente final. Estos procesos son utilizados actualmente por muchas empresas pero según los registros del ICA, (2008) no han sido acoplados ni registrados al procesamiento de productos orgánicos. Debido a lo anterior expuesto, se puede tomar estos tipos de productos como innovadores.

5.5 Pruebas Iniciales

Las pruebas en los prototipos buscan verificar el desempeño técnico y comercial. Una manera de apreciar el desempeño comercial es construir suficientes prototipos como para apoyar una prueba de mercado para el nuevo producto. (Leiro, 2006). Las pruebas técnicas que se deben realizar a los productos 1 y 2 corresponden a análisis de composición, disolución en agua, durabilidad y asimilación de nutrientes. Las pruebas de mercado se pueden realizar con pequeños agricultores que estén dispuestos a aplicar estos nuevos productos y realizar controles de resultados. Estas pruebas de mercado pueden durar entre seis meses y dos años dependiendo del tipo de cultivo y suelos en que se hagan los ensayos. El propósito de una prueba de mercado es obtener cuantitativos sobre la aceptación que tiene el producto entre los consumidores.

5.6 Diseño Definitivo Del Producto

Durante la fase final, se desarrollan planos y especificaciones para el producto. Como resultado de las pruebas en los prototipos se pueden incorporar ciertos cambios al diseño definitivo, teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las pruebas técnicas, comerciales y administrativas. (Leiro, 2006).

Si deben realizarse cambios, el producto debe someterse a pruebas adicionales para asegurar el desempeño del producto final. En esta etapa del diseño definitivo debe centrarse la atención en la terminación de las especificaciones de diseño para que se pueda proceder con la producción en masa.

Sin embargo, la investigación y desarrollo no solo debe desarrollar especificaciones de diseño para operaciones. Debe desarrollarse un paquete de información para asegurar la factibilidad de desarrollar el producto (Kothler, 2006). Este paquete de información debe contener detalles relacionados con la tecnología de proceso, datos de control de calidad, procedimientos de prueba del rendimiento del producto y análisis exhaustivo de los costos para posteriormente poder evaluar los precios de venta. Más adelante se analizarán los respectivos estudios financieros de la propuesta.

5.7. Análisis de Valor

En el momento de diseñar una estrategia innovadora o de diferenciación en el mercado, siempre se debe tener en cuenta la necesidad de mejorar constantemente los productos y los servicios que se producen para seguir siendo competitivos y poder garantizar el máximo de supervivencia de la estrategia (Abascal, 2002; 2004). La innovación es una necesidad básica en todo lo que se hace. El análisis del valor o ingeniería del valor proporciona una manera conveniente de organizar la innovación, enfocada a mejorar el valor de los productos y de los servicios (Chan, 2008)

El análisis del valor es una filosofía que busca eliminar todo aquello que origine costos y no contribuya al valor ni a la función del producto o del servicio. Su objetivo es satisfacer los requisitos de rendimiento del producto y las necesidades del cliente con el menor costo posible (Sallenave, 2002). El análisis del valor también es un enfoque organizado

para analizar los productos y servicios en que se utilizan rutinariamente varias etapas y técnicas (Kothler, 2006).

El valor, es la percepción que tiene el cliente de la relación de utilidad del producto y servicio con su costo. La utilidad incluye la calidad, confiabilidad y rendimiento de un producto para el uso que se le busca dar (Sallenave, 2002). El valor es lo que busca el cliente: satisfacer sus necesidades con el menor costo. Por lo tanto el valor de un producto, se puede mejorar incrementando su utilidad con el cliente con el mismo costo o disminuyendo el costo con el mismo grado de utilidad. Esto se hace mediante la eliminación de funciones innecesarias o costosas que no contribuyan al valor (Cespedes, 2005).

En el análisis de valor se utilizan los siguientes términos o definiciones: (Cham, 2008)

Objetivo: El propósito por el que existe el producto o servicio. Para el presente estudio el objetivo es el de ofrecer a los clientes consumidores de fertilizantes una alternativa innovadora de fertilización que permita garantizar los requerimientos nutricionales y funcionales del suelo y los cultivos al mínimo costo con una venta personalizada, ofreciendo los beneficios de los abonos orgánicos y de los químicos.

Función básica: Una función básica, si se elimina, haría que el producto dejara de tener utilidad en términos de su objetivo: Mezclas balanceadas y a la medida de los requerimientos del cliente.

Funciones secundarias: Las funciones secundarias existen para apoyar una función básica debido a la manera en que se diseñó el producto en particular: La venta personalizada y el servicio al cliente.

El análisis del valor casi siempre se realiza en cinco pasos: planeación, información, diseño creativo, evaluación e implementación. La etapa de planeación comienza al orientar a la organización hacia el concepto del análisis del valor. Se informa a la alta y media gerencia del potencial de análisis del valor y de los procedimientos involucrados para dar apoyo necesario. Después se diseña un equipo de análisis del valor formado por aquellos afectados por los cambios potenciales (Sallenave, 2002).

5.8. Estrategias de mercadeo a implementar

El propósito de las estrategias es brindar a la empresa u organización una guía útil acerca de cómo afrontar los retos que encierran los diferentes tipos de mercado; por ello, son parte de la planeación estratégica a nivel de negocios (Abascal, 2004).

Durante la selección y elaboración de las estrategias de mercadeo, es preciso realizar un análisis cuidadoso de las características de la empresa u organización, su mezcla de mercadotecnia, el mercado meta en el que realizará la oferta y las características de los competidores con la finalidad de elegir las estrategias más adecuadas (Cespedes, 2005). Durante la etapa de implementación de las estrategias de mercado que han sido planificadas, es imprescindible realizar un monitoreo constante de los objetivos que se

van logrando, para de esa manera, tomar decisiones acerca de si se mantiene una determinada estrategia o se cambia por otra acorde a la situación actual (Abascal, 2002). Después de analizar la literatura sobre las estrategias de mercadeo, se tiene que las que más se acoplan al presente estudio son las siguientes:

5.8.1 Estrategias de crecimiento intensivo

(Kothler, 2006): Consisten en "cultivar" de manera intensiva los mercados actuales de la compañía. Son adecuadas en situaciones donde las oportunidades de producto-mercado existentes aún no han sido explotadas en su totalidad, e incluyen las siguientes estrategias:

Estrategia de penetración: Se enfoca en la mercadotecnia más agresiva de los productos ya existentes (por ejemplo, utilizando los abonos orgánicos que normalmente se comercializan y utilizarlos en un "combo" junto con los productos nuevos a desarrollar, mediante una oferta de precio más conveniente que la competencia y actividades de publicidad, venta personal y promoción de ventas agresiva. Este tipo de estrategia, por lo general, produce ingresos y utilidades porque 1) persuade a los clientes actuales a usar más del producto, 2) atrae a clientes de la competencia y 3) persuade a los clientes no decididos a transformarse en prospectos.

Estrategia de desarrollo de mercado: Se enfoca en atraer miembros a los nuevos mercados, por ejemplo, los pequeños y medianos agricultores que buscan una alternativa más económica y efectiva para el sostenimiento de sus cultivos.

Estrategia de desarrollo del producto: Incluye desarrollar nuevos productos para atraer a miembros de los mercados ya existentes.

5.8.2 Estrategias de reto de mercado

(Kothler, 2006); (Abascal, 2002, 2004): Son estrategias que las compañías pueden adoptar contra el líder del mercado y se clasifican en dos:

Ataque en los costados: Consiste en enfocarse en los puntos débiles del líder. Por medio de la implementación de esta estrategia se desea penetrar con mayor fuerza en el mercado de los fertilizantes sin tener que entrar en una lucha frontal con los competidores mayores. Los principales aspectos que se evalúan en esta estrategia para este estudio es el precio, la venta personalizada y la composición.

Estrategias de derivación: Consiste en enfocarse en áreas que no son abarcadas por el líder que en este caso sería la venta técnica personalizada y el cuidado de los suelos.

5.8.3 Estrategias de nicho de mercado

(Cespedes, 2005); (Kothler, 2006); (Abascal, 2004): Son utilizadas por los competidores más pequeños que están especializados en dar servicio a nichos del mercado y que los competidores más grandes suelen pasar por alto o desconocen su existencia. Para la implementación de esta estrategia se tendrá en cuenta el sector de los cultivos agroecológicos que requieren utilizar un nivel muy bajo de fertilizantes químicos y potencializar mucho más los fertilizantes orgánicos. Según estadísticas del ICA (2008) este tipo de cultivos está en constante crecimiento ya que los mercados europeos pagan muy bien este tipo de productos orgánicos.

5.9. Concepto de negocio

La estrategia propuesta en este estudio se enfoca principalmente a generar un mayor valor en el negocio de los abonos orgánicos, ofreciendo un nuevo portafolio de productos integrales y con mayor ventaja competitiva aportando todos los beneficios de los abonos orgánicos y complementando sus debilidades por medio de los abonos químicos. Es decir, se quiere implementar una nueva técnica de fertilización a precisión que no pretende desplazar el mercado de los fertilizantes químicos, sino segmentar el mercado para aquellos consumidores que necesitan una alternativa integral, económica, diferenciadora y efectiva para la fertilización, dando reconocimiento al negocio de los fertilizantes orgánicos por su compromiso con la calidad, el servicio, el aporte a la productividad con precisión y la competitividad del campo en Colombia. Esta propuesta debe ir ligada a una estrategia de nivel comercial para garantizar su aceptación y supervivencia.

5.10 Mercado Objetivo

La estrategia propuesta en este estudio se enfoca principalmente a pequeños productores agroecológicos, ya que son los consumidores que tendrían mayor receptibilidad de la estrategia. También se tendrán en cuenta las cooperativas y asociaciones campesinas ubicadas principalmente en el Departamento de Antioquia. Sin embargo dadas las características técnicas del producto y al incremento de las prácticas agroecológicas establecidas, se podría perfectamente satisfacer las expectativas de cualquier otro tipo de segmento. Los cultivos de mayor potencial agroecológico en Antioquia son principalmente el de banano y café, los cuales poseen grandes beneficios económicos en el mercado europeo cuando garantizan el mínimo de uso de fertilizantes químicos y potencializan la aplicación de los abonos orgánicos.

Como se analizó anteriormente en el capítulo de análisis del sector, en Antioquia el cultivo de café posee un área de siembra de 101.309 hectáreas y el de banano 35.028. Los datos anteriores dan una proximación de la potencialidad del mercado objetivo.

5.10.1 Necesidades y expectativas a satisfacer

Entre las necesidades más relevantes para el mercado objetivo se encuentran:

- Aplicar nuevas técnicas de fertilización orgánico mineral y orgánico químico balanceados, que permita obtener buenos rendimientos productivos en los cultivos y fertilidad de los suelos.
- Reducción de los costos de producción
- Incrementar el valor económico de los productos aprovechando los beneficios económicos existentes para la producción agroecológica, mejorando rentabilidad.
- Acceder a nuevos mercados que demandan productos ecológicos.
- Obtener una garantía o respaldo de producción ecológica
- Proteger y mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos.
- Producir alimentos sanos con la ayuda de los abonos orgánicos.
- Tener una opción diferente frente a la fertilización con abonos químicos.

5.10.2 Diferenciación

La estrategia de diferenciación según (Kothler, 2006) es aquella que tiene como objetivo crearle al producto o servicio algo que sea percibido en toda la industria como único, seleccionando uno o más atributos que muchos compradores en un sector industrial perciben como importantes, y ponerlos en exclusiva a satisfacer esas necesidades. Es importante anotar que la estrategia de diferenciación sólo se debe seguir tras un atento estudio de las necesidades y preferencias de los compradores, a efecto de determinar la viabilidad de incorporar una característica diferente o varias a un producto singular que incluya los atributos deseados.

Un riesgo que se corre por seguir una estrategia de diferenciación es que los clientes podrían no valorar suficientemente el producto exclusivo como para justificar su precio elevado. Cuando esto sucede, una estrategia de liderazgo en costos supera con facilidad a una estrategia de diferenciación (Best, 2008).

Tomando como referencia las empresas productoras de abonos orgánicos, se identifican las siguientes diferencias.

Precio: El consumidor podrá pagar exactamente por los requerimientos nutricionales de su suelo y cultivo, minimizando el costo y aumentando la rentabilidad.

Producto: En comparación con los productos orgánicos identificados por el ICA, (2008) el estudio presenta un producto con mejor presentación y composición que los tradicionales, ofreciendo formulas al mínimo costo que aprovechan los beneficios de los abonos orgánicos y químicos, garantizando los requerimientos nutricionales para el adecuado desarrollo de los cultivos y suelos.

Relación con los clientes: La venta personalizada permite atender de manera especial las necesidades económicas y requerimientos técnicos particulares de los clientes.

Impacto Social: Para el desarrollo de la estrategia se tomará como parte del mercado objetivo la integración de la población con bajos recursos, como cooperativas y asociaciones campesinas municipales y pequeños productores independientes.

Impacto ambiental: La alternativa orgánica minimiza el impacto ambiental negativo que los fertilizantes químicos ocasionan al medio ambiente. Con el paso del tiempo y a medida que se fortalezca la cultura ecológica en la población, la respuesta de los clientes puede resultar muy positiva para los intereses de la estrategia propuesta.

Servicios complementarios: Adicionalmente a la venta del producto, se ofrecerá a los clientes una asesoría inmediata sobre el uso adecuado del producto, preparación del suelo y cuidado del medio ambiente, buscando crear y fortalecer una cultura agroecológica en la comunidad.

5.10.3 Competencia

Analizando la posición competitiva de la industria de los abonos orgánicos según las 5 fuerzas competitivas (Porter, 1979), se obtiene la información de la Tabla 5-4, en la cual F son las fortalezas y D las debilidades.

Tabla 5-4: Analisis de la posición competitiva de la industria de los abonos orgánicos según las 5 fuerzas competitivas de Porter
Fuente: Elaboracion Propia

FUERZA	Evaluación		OBSERVACIÓN
	F	D	
Ingreso de Nuevos Competidores	X		Las empresas actuales productoras de abonos orgánicos mantienen un dominio sobre la materia prima, ya que según datos del ICA la mayor parte de estas empresas pertenecen al mercado de la avicultura y aprovechan la materia orgánica para procesarla como abono. Lo anterior obstaculiza el ingreso de nuevos competidores ya que las materias primas fundamentales (gallinazas y pollinazas) son controladas por los mismos avicultores.
Amenaza de productos sustitutos	X		Los abonos químicos han visto disminuida su demanda debido a la inestabilidad en los costos y las tendencias proteccionistas del medioambiente y la agricultura ecológica. Sin embargo productos como el humus y desechos compostados podrían ser percibidos de la misma manera por el cliente, pero debido a la diferenciación establecida por medio de la venta y formulación técnica personalizada se puede garantizar la supervivencia de la estrategia.
Poder de negociación	X		Los precios de los productos son establecidos de acuerdo a las necesidades del cultivo y suelos del cliente, lo cual permite una negociación personalizada de los productos a ofertar.

Poder de negociación de los proveedores		X	Debido a que en los productos desarrollados se utilizarán también materias primas provenientes de fertilizantes químicos, la compra de éstos estará siempre sujeta a la inestabilidad en los costos de este mercado. Además, debido a que la actual propuesta es una alternativa nueva de fertilización, las empresas de fertilizantes químicos no permitirían realizar negocios de buenas rentabilidades ya que directa o indirectamente sería competencia para ellos. La formulación óptima por medio de software basado en los tipos de cultivo y suelo, contrarrestan los sobrecostos sujetos a la volatilidad de los precios de los fertilizantes químicos
Rivalidad entre competidores		X	El mercado de los fertilizantes está dominado por grandes multinacionales que sostienen una guerra de precios constantes. La estrategia de diferenciación e innovación propuesta en el actual estudio permite no tener una competencia directa con ellos sino que por medio de la segmentación del mercado poder tener unos clientes potenciales.

5.10.4 Posicionamiento

Según Kothler, (2006) el posicionamiento es el “proceso de estudio, definición e implementación de una oferta diferenciada de valor cuyos atributos proporcionen una posición ventajosa sostenible de una marca en relación con la competencia en una categoría, desde el punto de vista de la percepción de un público objetivo”. Kothler también afirma que el posicionamiento es el lugar que ocupa el producto en la mente del consumidor, además es un indicador de la percepción del cliente sobre el producto y mezcla de marketing en comparación con los demás productos existentes en el mercado. La estrategia de posicionamiento a implementar en el actual estudio está basada en los siguientes 3 tipos de posicionamiento explicados por Kothler:

5.10.4.1. Posicionamiento por beneficio: El producto se posiciona como el líder en lo que corresponde a cierto beneficio que las demás no dan. Se pretende ofrecer un producto lo más completo posible a nivel nutricional conforme a los requerimientos del cliente.

5.10.4.2. Posicionamiento por competidor: Se afirma que el producto es mejor en algún sentido o varios en relación al competidor. Se ofrecen los beneficios tanto de los abonos químicos como de los orgánicos aportando mayor fertilidad a los suelos y mayor nutrición a los cultivos, además de disminuir el impacto ambiental generado por los fertilizantes químicos.

5.10.4.3. Posicionamiento por calidad o precio: El producto se posiciona como el que ofrece el mejor valor, es decir la mayor cantidad de beneficios a un precio razonable. Se formula el producto de acuerdo a los requerimientos específicos del cliente ofreciendo la mejor formulación al mínimo costo.

5.10.5 Supervivencia de la estrategia

Toda estrategia innovadora debe tener una protección contra la imitación. A medida que una estrategia innovadora tiene éxito, van apareciendo otras estrategias provenientes de la competencia que desean hacer lo mismo, por lo que se debe tener un plan sobre la sostenibilidad y renovación de la estrategia. Según Chan, (2006), la mejor manera de sobrevivir en un mercado es por medio de la innovación y generación de valor. Para el presente estudio, la implementación de la venta personalizada y formulaciones a la medida del cliente permiten establecer una relación muy estrecha y estable con él, lo cual permite obtener en la mayoría de los casos una lealtad de compra. Esta relación estrecha con el cliente también permite conocer nuevas necesidades, que sirven de retroalimentación para el desarrollo o mejora de nuevos productos, por medio de lo cual se puede garantizar la evolución en la diferenciación y generación de valor, permitiendo la supervivencia del negocio.

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS FINANCIERO DE LA PROPUESTA

Después de exponer anteriormente la estrategia a implementar es necesario cuantificar su impacto a nivel financiero, ya que nada se ganaría con desarrollar una estrategia innovadora sino se puede implementar por su inviabilidad financiera. Para lo anterior se realizó una proyección de los flujos de caja pertenecientes al nuevo negocio durante un periodo de nueve años (sin financiación y con financiación) para el cual se tuvieron en cuenta los siguientes supuestos:

- Durante el primer año se comercializarán 9800 bultos/mes de los cuales 4.300 pertenecen a los productos innovadores, los demás son productos de genéricos que permiten la generación de flujo de caja mientras se obtiene el posicionamiento de los nuevos productos. Se obtienen ingresos el primer año de \$2.862.992.194. generando ingresos mensuales promedio de \$238.582.682. Para el segundo año se estima un crecimiento del 15%, el tercer y cuarto año se estimó un crecimiento del 20% y de este año en adelante se mantuvo un crecimiento constante del 5%. Se comercializarán seis tipos de productos: abono orgánico, orgánico-mineral, orgánico-químico (mayor parte orgánica que química), núcleo menores, químico orgánico (mayor parte química que orgánica), y mezclas especiales, siendo los productos innovadores los pertenecientes a los orgánico-químicos, núcleo menores, mezclas personalizadas, y químico-orgánicos. El criterio para proyectar las ventas tan altas durante el primer año se basa en que la estrategia se implementará en empresas que actualmente ya están operando y tienen un mercado de clientes ya establecido. Hay que recordar que la estrategia está basada en la generación de valor a productos que actualmente se están comercializando.
- El costo de ventas corresponde en promedio a un 65% de los ingresos, el cual se divide en un 80% para compras de materias primas, insumos y accesorios y un 20% para costos de producción, mantenimiento y arriendos.
- Se tomaron unos gastos de administración de \$19.500.000 mensuales y unos gastos fijos de ventas de \$25.500.000 más una comisión del 3%, proyectando aumentos promedio del 3% durante cada año.
- En el flujo de caja con financiamiento, para la amortización de la deuda (\$600.000.000) se estimó una tasa de interés del 19% anual durante un tiempo de 6 años. Se supuso 2 años de gracia en los cuales únicamente se pagará los intereses. En el tercer año se iniciará con la amortización de la deuda.
- La utilidad neta en el primer año corresponde a un 1% de los ingresos. El primer año se obtiene utilidad debido a que como se indicó en el punto 1, la estrategia se enfocará principalmente a empresas productoras de abonos orgánicos que quieran innovar y generar valor en sus productos actuales, lo cual permite comenzar con

ingresos fijos de la operación que permitan apalancar el desarrollo de los nuevos productos. En el segundo año la utilidad corresponde al 3% sobre los ingresos y se estabiliza en un promedio del 14% a partir del tercer año en adelante.

- Para la obtención del capital de trabajo se supuso una cartera de 40 días, un pago a proveedores de 35 días y un inventario de 60 días, Dando como resultado un capital de trabajo neto operativo (KTNO) para el primer año de \$468.968.556.
- Para la obtención del valor presente neto (VPN) en el flujo de caja sin financiación se estimó un costo de capital (WACC) después de impuestos del 20%, ya que según datos obtenidos en las entrevistas con los empresarios, es la tasa exigida por los inversionistas en estos tipos de negocio. Para el flujo de caja con financiación del 85% se calculó un WACC después de impuestos del 14%; dando como resultados \$1.014.681.459,55 (sin financiación) y \$1.620.150.936,93 (con financiación). Para los cálculos de la tasa interna de retorno (TIR) se obtuvieron datos de 55% y 39% respectivamente. Lo anterior muestra que si se cumple con los presupuestos de ventas y gastos proyectados, el proyecto es viable económicamente.
- El valor de la Inversión Total corresponde a la suma de las inversiones iniciales para el desarrollo del proyecto (Inversión infraestructura planta + Inversión equipos de Mtto y operación+ inversión en equipos de oficina + inversión sistema contable+ inversión registros ICA + inversión fletes + KTNO primer año – flujo de caja primer año). Al realizar esta operación se obtiene que para la realización del proyecto se requiere una inversión aproximada de \$600.000.000. En las Tablas 6-1 y 6-2 se muestran las inversiones que se deben realizar para el inicio del proyecto dependiendo si es financiado o no. Es importante anotar que gran parte de la inversión en activos fijos se tomó por la modalidad de Leasing, ya que permite mejores flujos de caja y potencializa la viabilidad del proyecto. Tanto los terrenos disponibles para producción, almacenamiento y operación administrativas se tomaron por la modalidad de arriendo. La inversión final queda comprendida por los siguientes rublos:

Inversión en infraestructura planta:	\$80.000.000
Inversión equipos de mantenimiento y operación =	\$19.200.000.
Inversión en equipos de oficina =	\$10.000.000
Inversión en sistema contable =	\$10.000.000
Inversión en registros ICA =	\$9.500.000
Inversión en fletes =	\$24.500.000
TOTAL	\$153.200.000
TOTAL ACTIVOS POR LEASING	\$416.500.000
KTNO	\$468.968.556

- Se supone que no se harán inversiones en activos durante los 9 años de operación.
- La depreciación se aplicó en línea recta: 5 años para los equipos de cómputo. Los demás activos como se tomaron por Leasing quedan exentos de la aplicación de la depreciación.

Tabla 6-1: Flujo de caja de la estrategia con financiación
Fuente: Elaboración propia

Precio Abono organico - mineral	14.741,90	14.741,90	15.478,99	15.943,36	16.421,67	16.914,32	17.421,74	17.944,40	18.482,73
Precio Abono Organico - Qco	33.173,70	33.173,70	34.832,38	35.877,35	36.953,67	38.062,28	39.204,15	40.380,27	41.591,68
Precio Abono Qco - Organico	68.294,86	68.294,86	71.709,61	73.860,89	76.076,72	78.359,02	80.709,79	83.131,09	85.625,02
Precio Nucleo menores	39.831,50	39.831,50	41.823,08	43.077,77	44.370,10	45.701,20	47.072,24	48.484,41	49.938,94
Precio Abono Organico	7.500,00	7.500,00	7.875,00	8.111,25	8.354,59	8.605,23	8.863,38	9.129,28	9.403,16
Mezclas personalizadas	35.000,00	35.000,00	36.750,00	37.852,50	38.988,08	40.157,72	41.362,45	42.603,32	43.881,42

		AÑO 1	AÑO2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9
Bultos Vendidos Abono Org - mineral	2500	30000	34500	41400	49680	54648	57380,4	60249,42	63261,891	66424,98555
Bultos Vendidos Org-qco	1500	18000	20700	24840	29808	32788,8	34428,24	36149,652	37957,1346	39854,99133
Bultos vendidos Qco-org	800	9600	11040	13248	15897,6	17487,36	18361,728	19279,8144	20243,80512	21255,99538
Bultos vendidos nucleo menores	1000	12000	13800	16560	19872	21859,2	22952,16	24099,768	25304,7564	26569,99422
Bultos vendidos de abono organico	3000	36000	41400	49680	59616	65577,6	68856,48	72299,304	75914,2692	79709,98266
Mezclas personalizadas	1000	12000	13800	16560	19872	21859,2	22952,16	24099,768	25304,7564	26569,99422

VENTAS MENSUALES PROMEDIO		\$238.582.682,81	\$ 274.370.085,23	\$ 345.706.307,39	\$ 427.292.995,93	\$ 484.122.964,39	\$ 523.578.985,99	\$ 566.250.673,34	\$ 612.400.103,22	\$ 662.310.711,63
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
VENTAS		\$ 2.862.992.194	\$ 3.292.441.023	\$ 4.148.475.689	\$ 5.127.515.951	\$ 5.809.475.573	\$ 6.282.947.832	\$ 6.795.008.080	\$ 7.348.801.239	\$ 7.947.728.540
Organico Mineral		\$ 442.256.992	\$ 508.595.541	\$ 640.830.382	\$ 792.066.352	\$ 897.411.177	\$ 970.550.188	\$ 1.049.650.028	\$ 1.135.196.505	\$ 1.227.715.021
Organico - Qco		\$ 597.126.513	\$ 686.695.490	\$ 865.236.317	\$ 1.069.432.088	\$ 1.211.666.555	\$ 1.310.417.380	\$ 1.417.216.396	\$ 1.532.719.532	\$ 1.657.636.174
Qco - Organico		\$ 655.630.689	\$ 753.975.292	\$ 950.008.868	\$ 1.174.210.961	\$ 1.330.381.018	\$ 1.438.807.071	\$ 1.556.069.848	\$ 1.682.889.540	\$ 1.820.045.038
Nucleos menores		\$ 477.978.000	\$ 549.674.700	\$ 692.590.122	\$ 856.041.391	\$ 969.894.896	\$ 1.048.941.330	\$ 1.134.430.048	\$ 1.226.886.097	\$ 1.326.877.314
Abono organico		\$ 270.000.000	\$ 310.500.000	\$ 391.230.000	\$ 483.560.280	\$ 547.873.797	\$ 592.525.512	\$ 640.816.341	\$ 693.042.873	\$ 749.525.867
Mezclas personalizadas		\$ 420.000.000	\$ 483.000.000	\$ 608.580.000	\$ 752.204.880	\$ 852.248.129	\$ 921.706.352	\$ 996.825.419	\$ 1.078.066.691	\$ 1.165.929.126
Costo de Ventas	76%	\$ 2.172.359.700	\$ 2.469.330.767,04	\$ 2.696.509.197,61	\$ 3.332.885.368,25	\$ 3.776.159.122,22	\$ 4.083.916.090,69	\$ 4.416.755.252,08	\$ 4.776.720.805,12	\$ 5.166.023.550,74
Compras materias primas	82%	\$ 1.775.704.200	\$ 2.098.931.152	\$ 2.292.032.818	\$ 2.832.952.563	\$ 3.209.735.254	\$ 3.471.328.677	\$ 3.754.241.964	\$ 4.060.212.684	\$ 4.391.120.018
Compras accesorios y repuestos	1%	\$ 16.584.000	\$ 24.693.308	\$ 26.965.092	\$ 33.328.854	\$ 37.761.591	\$ 40.839.161	\$ 44.167.553	\$ 47.767.208	\$ 51.660.236
Costo pdn	17%	\$ 380.071.500	\$ 345.706.307	\$ 377.511.288	\$ 466.603.952	\$ 528.662.277	\$ 571.748.253	\$ 618.345.735	\$ 668.740.913	\$ 723.243.297
Utilidad Bruta		\$ 690.632.494	\$ 823.110.256	\$ 1.451.966.491	\$ 1.794.630.583	\$ 2.033.316.450	\$ 2.199.031.741	\$ 2.378.252.828	\$ 2.572.080.434	\$ 2.781.704.989
Gastos de Administracion y		\$ 625.063.766	\$ 655.479.111	\$ 699.357.776	\$ 747.620.696	\$ 787.694.921	\$ 820.269.243	\$ 856.788.342	\$ 895.380.474	\$ 936.183.146
Salarios		\$ 228.294.000	\$ 232.859.880	\$ 237.517.078	\$ 242.267.419	\$ 247.112.768	\$ 252.055.023	\$ 257.096.123	\$ 262.238.046	\$ 267.482.807
Arrendamientos		\$ 48.000.000	\$ 50.400.000	\$ 52.920.000	\$ 55.566.000	\$ 58.344.300	\$ 61.261.515	\$ 64.324.591	\$ 67.540.820	\$ 70.917.861
Servicios admon y ventas		\$ 121.560.000	\$ 125.206.800	\$ 128.963.004	\$ 132.831.894	\$ 136.816.851	\$ 140.921.356	\$ 145.148.997	\$ 149.503.467	\$ 153.988.571
Seguros		\$ 1.560.000	\$ 1.591.200	\$ 1.623.024	\$ 1.655.484	\$ 1.688.594	\$ 1.722.366	\$ 1.756.813	\$ 1.791.950	\$ 1.827.789
Comisiones		\$ 85.889.766	\$ 98.773.231	\$ 124.454.271	\$ 153.825.479	\$ 174.284.267	\$ 188.488.435	\$ 203.850.242	\$ 220.464.037	\$ 238.431.856
Promocion y trabajo de ventas		\$ 108.000.000	\$ 113.400.000	\$ 119.070.000	\$ 125.023.500	\$ 131.274.675	\$ 137.838.409	\$ 144.730.329	\$ 151.966.846	\$ 159.565.188
Depreciaciones		\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
otros		\$ 29.760.000	\$ 31.248.000	\$ 32.810.400	\$ 34.450.920	\$ 36.173.466	\$ 37.982.139	\$ 39.881.246	\$ 41.875.309	\$ 43.969.074
Utilidad Operativa(UAII)		\$ 65.568.728	\$ 167.631.145	\$ 752.608.715	\$ 1.047.009.887	\$ 1.245.621.530	\$ 1.378.762.498	\$ 1.521.464.486	\$ 1.676.699.959	\$ 1.845.521.843
Intereses		\$ 114.000.000	\$ 114.000.000	\$ 114.000.000	\$ 102.226.731	\$ 88.216.540	\$ 71.544.414	\$ 51.704.583	\$ 28.095.184	\$ 0
Utilidad antes de impuestos		\$ 48.431.272	\$ 53.631.145	\$ 638.608.715	\$ 944.783.156	\$ 1.157.404.989	\$ 1.307.218.084	\$ 1.469.759.903	\$ 1.648.604.775	\$ 1.845.521.843
Impuestos		\$ 227.008	\$ 38.525.547	\$ 248.403.904	\$ 361.439.200	\$ 439.948.600	\$ 495.224.016	\$ 555.186.014	\$ 621.104.479	\$ 693.619.016
Industria y Comercio		\$ 17.177.953	\$ 19.754.646	\$ 24.890.854	\$ 30.765.096	\$ 34.856.853	\$ 37.697.687	\$ 40.770.048	\$ 44.092.807	\$ 47.686.371
Predial		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Renta		\$ 16.950.945	\$ 18.770.901	\$ 223.513.050	\$ 330.674.105	\$ 405.091.746	\$ 457.526.329	\$ 514.415.966	\$ 577.011.671	\$ 645.932.645
Utilidad Neta		\$ 48.658.280	\$ 15.105.598	\$ 390.204.810	\$ 583.343.956	\$ 717.456.390	\$ 811.994.068	\$ 914.573.888	\$ 1.027.500.296	\$ 1.151.902.827

VENTAS MENSUALES		\$ 238.582.682,81	\$ 274.370.085,23	\$ 345.706.307,39	\$ 427.292.995,93	\$ 484.122.964,39	\$ 523.578.985,99	\$ 566.250.673,34	\$ 612.400.103,22	\$ 662.310.711,63
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9
YENTAS		\$ 2.862.992.194	\$ 3.292.441.023	\$ 4.148.475.689	\$ 5.127.515.951	\$ 5.809.475.573	\$ 6.282.947.832	\$ 6.795.008.080	\$ 7.348.801.239	\$ 7.947.728.540
Organico Mineral		\$ 442.256.992	\$ 508.595.541	\$ 640.830.382	\$ 792.066.352	\$ 897.411.177	\$ 970.550.188	\$ 1.043.650.028	\$ 1.135.196.505	\$ 1.227.715.021
Organico - Qco		\$ 597.126.513	\$ 686.695.490	\$ 865.236.317	\$ 1.069.432.088	\$ 1.211.666.555	\$ 1.310.417.380	\$ 1.417.216.396	\$ 1.532.719.532	\$ 1.657.636.174
Qco - Organico		\$ 655.630.689	\$ 753.975.232	\$ 950.008.868	\$ 1.174.210.961	\$ 1.330.381.018	\$ 1.438.807.071	\$ 1.556.069.848	\$ 1.682.889.540	\$ 1.820.045.038
Nucleos menores		\$ 477.978.000	\$ 549.674.700	\$ 692.590.122	\$ 856.041.391	\$ 969.894.896	\$ 1.048.941.330	\$ 1.134.430.048	\$ 1.226.896.097	\$ 1.326.877.314
Abono organico		\$ 270.000.000	\$ 310.500.000	\$ 391.230.000	\$ 483.560.280	\$ 547.873.797	\$ 592.525.512	\$ 640.816.341	\$ 693.042.873	\$ 749.525.867
Mezclas personalizadas		\$ 420.000.000	\$ 483.000.000	\$ 608.580.000	\$ 752.204.880	\$ 852.248.129	\$ 921.706.352	\$ 996.825.419	\$ 1.078.066.691	\$ 1.165.929.126
Costo de Ventas	76%	\$ 2.172.359.700	2.469.330.767,04	2.696.509.197,61	3.332.885.368,25	3.776.159.122,22	4.083.916.090,69	4.416.755.252,08	4.776.720.805,12	5.166.023.550,74
Compras materias primas	82%	\$ 1.775.704.200	\$ 2.098.931.152	\$ 2.292.032.818	\$ 2.832.952.563	\$ 3.209.735.254	\$ 3.471.328.677	\$ 3.754.241.964	\$ 4.060.212.684	\$ 4.391.120.018
Compras accesorios y repuestos	1%	\$ 16.584.000	\$ 24.693.308	\$ 26.965.092	\$ 33.328.854	\$ 37.761.591	\$ 40.839.161	\$ 44.167.553	\$ 47.767.208	\$ 51.660.236
Costo pdn	17%	\$ 380.071.500	\$ 345.706.307	\$ 377.511.288	\$ 466.603.952	\$ 528.662.277	\$ 571.748.253	\$ 618.345.735	\$ 668.740.913	\$ 723.243.297
Utilidad Bruta		\$ 690.632.494	\$ 823.110.256	\$ 1.451.966.491	\$ 1.794.630.583	\$ 2.033.316.450	\$ 2.199.031.741	\$ 2.378.252.828	\$ 2.572.080.434	\$ 2.781.704.989
Gastos de Administracion y		625.063.766	624.231.111	666.547.376	713.169.776	751.521.455	782.287.104	816.907.096	853.505.166	892.214.072
Salarios		228.294.000	232.859.880	237.517.078	242.267.419	247.112.768	252.055.023	257.096.123	262.238.046	267.482.870
Arrendamientos		48.000.000	50.400.000	52.920.000	55.566.000	58.344.300	61.261.515	64.324.591	67.540.820	70.917.861
Servicios admon y ventas		121.560.000	125.206.800	128.963.004	132.831.894	136.816.851	140.921.356	145.148.997	149.503.467	153.988.571
Seguros		\$ 1.560.000	1.591.200	1.623.024	1.655.484	1.688.594	1.722.366	1.756.813	1.791.950	1.827.799
Comisiones		\$ 85.893.766	\$ 98.773.231	\$ 124.454.271	\$ 153.925.479	\$ 174.294.267	\$ 188.488.435	\$ 203.850.242	\$ 220.484.037	\$ 238.431.856
Promocion y trabajo de ventas		\$ 108.000.000	\$ 113.400.000	\$ 119.070.000	\$ 125.023.500	\$ 131.274.675	\$ 137.838.409	\$ 144.730.329	\$ 151.966.846	\$ 159.565.188
Depreciaciones		\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Amortizaciones		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
otros		\$ 29.760.000	\$ 31.248.000	\$ 32.810.400	\$ 34.450.920	\$ 36.173.466	\$ 37.982.139	\$ 39.881.246	\$ 41.875.309	\$ 43.969.074
Utilidad Operativa(UAII)		\$ 65.568.728	\$ 198.879.145	\$ 785.419.115	\$ 1.081.460.807	\$ 1.281.794.996	\$ 1.416.744.637	\$ 1.561.345.732	\$ 1.718.575.268	\$ 1.889.490.917
Intereses		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Utilidad antes de impuestos		\$ 65.568.728	\$ 198.879.145	\$ 785.419.115	\$ 1.081.460.807	\$ 1.281.794.996	\$ 1.416.744.637	\$ 1.561.345.732	\$ 1.718.575.268	\$ 1.889.490.917
Impuestos		\$ 40.127.008	\$ 89.362.347	\$ 299.787.544	\$ 409.276.378	\$ 483.485.102	\$ 533.558.310	\$ 587.241.055	\$ 645.594.151	\$ 709.008.192
Industria y Comercio		\$ 17.177.953	\$ 19.754.646	\$ 24.890.854	\$ 30.765.096	\$ 34.856.853	\$ 37.697.687	\$ 40.770.048	\$ 44.092.807	\$ 47.686.371
Predial		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Renta		\$ 22.949.055	\$ 69.607.701	\$ 274.896.690	\$ 378.511.282	\$ 448.628.248	\$ 495.860.623	\$ 546.471.006	\$ 601.501.344	\$ 661.321.821
Utilidad Neta		\$ 25.441.720	\$ 109.516.798	\$ 485.631.570	\$ 672.184.429	\$ 798.309.894	\$ 883.186.327	\$ 974.104.677	\$ 1.072.981.117	\$ 1.180.482.725
Utilidad/Ventas		1%	3%	12%	13%	14%	14%	14%	15%	15%

Depreciaciones		\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Amortizaciones		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Flujo de Caja Operativo o Bruto		\$ 27.441.720	\$ 111.516.798	\$ 487.631.570	\$ 674.184.429	\$ 800.309.894	\$ 883.186.327	\$ 974.104.677	\$ 1.072.981.117	\$ 1.180.482.725
(+) Inversion en Cartera		\$ 318.110.244	\$ 365.826.780	\$ 460.941.743	\$ 569.723.995	\$ 645.497.286	\$ 698.105.315	\$ 755.000.898	\$ 816.533.471	\$ 883.080.949
(-) Inversion en Inventarios		\$ 362.059.950	\$ 411.555.128	\$ 449.418.200	\$ 555.480.895	\$ 629.359.854	\$ 680.652.682	\$ 736.125.875	\$ 796.120.134	\$ 861.003.925
(-) Proveedores		\$ 211.201.638	\$ 240.073.825	\$ 262.160.616	\$ 324.030.522	\$ 367.126.581	\$ 397.047.398	\$ 429.406.761	\$ 464.403.412	\$ 502.252.290
KTND		\$ 468.968.556	\$ 537.308.094	\$ 648.199.326	\$ 801.174.367	\$ 907.730.559	\$ 981.710.599	\$ 1.061.720.013	\$ 1.149.250.194	\$ 1.241.832.584
Variación KTND		\$ 68.339.527	\$ 110.891.243	\$ 152.975.041	\$ 106.556.191	\$ 73.980.040	\$ 80.009.414	\$ 86.530.181	\$ 93.582.391	\$ 93.582.391
(-) Aumento en activos		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Inversión Infraestruc Planta (Edif)	\$ 80.000.000									
Inversión equipos de Mtto y operac	\$ 19.200.000									
Inversión equipos de oficina	\$ 10.000.000									
Inversión sistema contable	\$ 10.000.000									
Inversión registros ICA	\$ 9.500.000									
Inversión fletes	\$ 24.500.000									
Flujo de Caja Libre	\$ 153.200.000	\$ 441.526.836	\$ 43.177.271	\$ 376.740.328	\$ 521.209.388	\$ 693.753.703	\$ 809.206.287	\$ 894.095.263	\$ 986.450.936	\$ 1.086.900.334
TIR Proyecto		55%								
VPN		\$ 1.014.681.459,55								
Tasa Exigida por inversionista		20%								
INVERSIÓN TOT.		\$ 594.726.836								

CAPÍTULO 7: CONSTRUCCIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN

La construcción del modelo debe dar respuesta al planteamiento inicial de esta investigación, es decir a la necesidad de valorar el grado de aceptación de una propuesta innovadora para el sector de los fertilizantes en Antioquia Colombia. Por tal razón se desarrolló un instrumento de medición implementando sistemas de lógica difusa que permite extraer la información y la percepción de los individuos que serán los gerentes, directores o de cargos significativamente altos en la toma de decisiones para la implementación de la propuesta en el sector Colombiano.

El logro de este objetivo se abordará a través de tres etapas que son:

Etapas 1. Desarrollar un instrumento de medición.

Etapas 2. Evaluación de Impacto de la estrategia de Innovación.

Etapas 3. Análisis de Resultados.

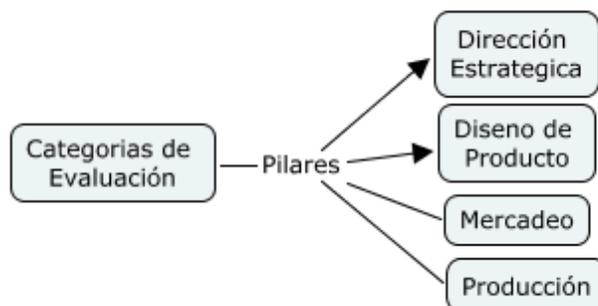
7.1 DESARROLLAR UN INSTRUMENTO DE MEDICION

7.1.1 Categorías De Innovación A Considerar

La propuesta metodológica desarrollada, se enfoca principalmente en el análisis de cuatro parámetros claves para la implementación y desarrollo de cualquier tipo de estrategia de generación de valor:

Figura 7-1: Categorias de la Evaluacion

Fuente: Elaboracion Propia



Según la aproximación conceptual, (Wang *et al.*, 2008) donde proponen un método de medición de Innovación que involucra la Lógica Difusa como técnica de procesamiento de las variables, el modelo distingue cinco categorías de innovación, con base en los trabajos de (Guan y Ma, 2003), (Burgelman *et al.*, 2004), (Yam *et al.*, 2004), (Archibugi, 2004) y (Kim *et al.*, 1997). En este trabajo se retoma la propuesta de clasificación de (Wang *et al.*, 2008) y se redefinen las cuatro categorías de innovación de la manera como se presenta a continuación.

7.1.1.1 Dirección Estratégica: Denota la habilidad de la dirección empresarial para asegurar la productividad, el rendimiento y la armonía organizacional desde el proceso de toma de decisiones sobre innovación tecnológica, realizando una correcta planeación prospectiva, estratégica y operativa, y promoviendo una cultura organizacional propicia a la innovación (Kim *et al.*, 1997). Entre las variables que miden la capacidad de Dirección Estratégica se encuentran aquellas asociadas a la estrategia de innovación, al dominio de técnicas de análisis prospectivo y estratégico de la tecnología, a la cultura y los valores de la organización, y al estilo de gerencia. (Guan y Ma, 2003); (Burgelman *et al.*, 2004).

(Yam *et al.*, 2004) se refieren a esta capacidad como la habilidad de la firma para identificar las fortalezas y debilidades internas, las amenazas y oportunidades externas, formular planes de acuerdo a la misión y visión corporativa y ajustar los planes para su implementación. Por su parte, (Guan y Ma, 2003) la definen como la capacidad de formular e implantar diferentes tipos de estrategias que se adapten a los cambios externos para sobresalir en los ambientes competitivos actuales. (Wang, *et al.*, 2008) consideran que la capacidad de dirección estratégica denota la habilidad de las empresas para tomar e implementar decisiones estratégicas relacionadas con la innovación; según estos últimos autores, esta capacidad se expresa a través del grado de novedad de las ideas de I+D, la intensidad de la colaboración investigativa con otras empresas o centros de I+D, la habilidad para compartir el conocimiento generado por la I+D, la utilización de técnicas de previsión y evaluación de la innovación tecnológica y las iniciativas de creación de empresas innovadoras.

7.1.1.2 Mercadeo: Según (Yam *et al.*, 2004) y (Guan y Ma, 2003), esta capacidad representa la habilidad de la firma para publicitar y vender productos con base en la comprensión de las necesidades del mercado tanto presentes como futuras, el ambiente competitivo, los costos y beneficios y la aceptación de la innovación. De acuerdo con (Wang *et al.*, 2008), esta capacidad, entendida como la habilidad de promover y vender productos con base en la comprensión de la demanda, se mide por las variables participación en el mercado el grado de la competitividad de los nuevos productos, el monitoreo de las fuerzas del mercado, la existencia de una unidad de mercadeo especializada y las exportaciones como porcentaje de las ventas totales.

7.1.1.3 Producción: Tanto (Guan y Ma, 2003) como (Yam *et al.*, 2004) definen esta capacidad como la habilidad de la empresa para transformar los resultados de I+D en productos que satisfagan los requerimientos del mercado, integrando los requisitos del diseño y las limitaciones y posibilidades del sistema de manufactura disponible para la empresa. (Wang *et al.*, 2008) la entienden como la habilidad de la empresa para transformar los resultados de I+D en técnicas de producción y mejoramiento de la calidad de los productos, y la asocian a la utilización de tecnologías avanzadas de manufactura,

el nivel de calidad de la producción, la tasa de éxito comercial, el nivel de cualificación del personal de producción y el tiempo de ciclo de producto.

7.1.1.4 Diseño de Producto. (Yam *et al.*, 2004) y (Wang *et al.*, 2008) se refieren a esta capacidad como a la habilidad de la firma para desarrollar y asignar apropiadamente capital, experiencia y tecnología al desarrollo de productos nuevos. Según (Wang *et al.*, 2008), esta capacidad se refleja en la habilidad de la empresa para acceder a recursos financieros externos encadenados con la investigación, (Burgelman *et al.*, 2004), por la intensidad de la investigación y los retornos sobre la inversión.

7.1.3 Elección de una Métrica

Diferentes estudios han introducido métricas a sus aplicaciones, de manera tal que puedan cuantificar un nivel de cumplimiento frente a un ideal o un óptimo. Las escalas de tipo Likert por ejemplo tienen un alto nivel de uso en encuestas de investigación y buscan identificar niveles de acuerdo o desacuerdo, asemejándose a escalas bipolares, en un caso como este por ejemplo se asociaría al cumplimiento de esos estados ideales de cada capacidad en cada dimensión o por el contrario la inexistencia o baja presencia de estos elementos al interior de la organización.

Toda empresa debería utilizar indicadores generales relacionados con el proceso como un todo e indicadores específicos para cada una de sus etapas o fases, y de esta manera poder referirse a la eficacia. Por ello, en el presente trabajo se propone que para empresas del sector de fertilizantes se defina sus propios indicadores, de tal forma que sirvan para medir la innovación.

Cada criterio cualitativo puede ser entonces evaluado así: {*Alto (A)*, *Medio (M)*, *Bajo (B)*}. Combinando estos dos conjuntos de variables lingüísticas, con un número difuso triangular puede ser construido.

Tras sopesar los pros y contras de los planteamientos cuantitativos versus cualitativos, sin obviar las limitaciones de tiempo y recursos, se elige que la mayoría de cuestiones fueran de tipo cualitativo para el actual análisis, pidiendo al entrevistado que puntuara su valoración personal respecto a cada ítem, si bien algunas variables referidas a datos generales de la empresa eran de tipo cualitativo se opta por la escala de Likert con valores comprendidos de 1 a 5. (Ver Tabla 7-1).

Tabla 7-1: Valores de Referencia
Fuente: Elaboracion Propia

<p>En esta compañía nunca se ha hecho referencia a los términos que componen el enunciado.</p> <p>En esta empresa no existe alguien dedicado a lo que se enuncia. No existe información coherente para sustentar la respuesta</p> <p>Se han hecho evaluaciones y análisis formales que definitivamente indican que en esta empresa la afirmación enunciada no se cumple en lo absoluto.</p>	1	Fuertemente en desacuerdo (Bajo)
<p>Se conoce la terminología del enunciado</p> <p>Se sabe a qué área de la compañía le compete el enunciado. Se conoce o se sabe quién es la persona que dirige y lidera esa área</p> <p>El tema se ha tratado en algunas reuniones y mas o menos se sabe que algo hay sobre la afirmación que hace el enunciado pero nada concreto</p>	3	No se con certeza (medio)
<p>Se tiende a pensar que definitivamente sí se argumenta dando el juicio en la experiencia que se tiene en ese tópico en particular</p> <p>Se tiene la información actualizada para sustentar el que si se está de acuerdo totalmente con la afirmación</p> <p>Se ha evaluado y analizado formalmente esa información y se puede concluir que la afirmación que hace el enunciado se cumple totalmente en esta empresa.</p>	5	Si, totalmente de acuerdo (Alto)

7.1.4 Espacio Muestral

Aunque se reconoce que el reducido tamaño muestral impide extraer resultados estadísticamente significativos, la finalidad del estudio no radica en reflejar de manera irrefutable la realidad de un sector, a fin de derivar recomendaciones sobre determinadas acciones estratégicas en el ámbito empresarial o institucional, sino en tratar de caracterizar de forma aproximada el comportamiento empresarial ante una estrategia que influye directamente en innovación del sector, a partir de indicadores propios para las empresas de fertilizantes.

Estos índices pueden complementar y resumir la abundante pero segmentada y a veces incoherente información reunida en las diferentes encuestas realizadas al sector, obtenida a partir del análisis de variables originales y que subdivide el fenómeno de la innovación en sucesivas dimensiones como objetivos, modalidades, obstáculos, origen, impacto, coste, entre otras.

El reducido tamaño muestral aconseja que se conforme con las técnicas estadísticas de análisis descriptivo, por lo que no fue contemplada ninguna técnica multivariante. La posibilidad de aplicar un análisis factorial, aunque deseable por su mayor rigor científico en la elección de variables originales para cada indicador, fue desestimada por el insuficiente número de empresas.

Considerando que el estudio es una herramienta para medir la aceptación y grado de pertinencia de la estrategia propuesta para el sector de fertilizantes, y que los expertos recomiendan la aplicación de esta técnica a partir de un tamaño muestral preferiblemente

superior a 100, junto a un número de observaciones al menos cinco veces superior al número de variables a analizar, se circunscribe en principio la representatividad de los resultados a las empresas que componen la muestra. (Grundey *et al.*, 1998)

No obstante, se puede pensar que algunas de las conclusiones y resultados más contundentes son extensibles con cierta cautela a la totalidad de la población objetivo, formada por las compañías del sector de fertilizantes dentro del ámbito territorial Antioqueno, ya que la mayor de este mercado está focalizado en 10 empresas (ICA, 2008).

7.2 Instrumento de Aplicación

La validación conceptual se soportará en el uso de un cuestionario que se aplica a diferentes empresarios del sector, el mismo está hecho a partir del modelo y sugiere una calificación a partir de la escala Likert, con cinco valores de respuesta. No se aplica el mismo mediante encuesta, sino a través de entrevistas personalizadas que se solicitan con personas en cargos estratégicos y responsabilidades preestablecidas frente a las diferentes capacidades, de acuerdo a la estructura organizacional de la empresa.

Para determinar un criterio estable y confiable de medición del impacto y aceptación de la estrategia innovadora se desarrolló una propuesta que contempla la percepción humana y los valores cualitativos, la información se obtuvo basado en los criterios de expertos investigadores (fundamentos teóricos) y empresarios aportando las experiencias y discernimientos para crear la base de conocimiento.

7.2.1 Perfil del Entrevistado

Se realizó una categorización según el perfil del entrevistado, donde se le asigna diferentes pesos por medio de porcentajes según el tipo de formación, experiencia, cargo desempeñado, tipo del perfil y estudios, asignando valores enteros entre 1 y 5 según el criterio a evaluar (Ver Tabla 7-2), posteriormente se realiza una ponderación para determinar el grado de importancia de las respuestas del individuo y el peso que tendrá en la encuesta.

Tabla 7-2: Criterios, pesos y perfiles de los entrevistados.
Fuente: Elaboracion Propia

	Estrategia Propuesta	Peso
Perfil del Entrevistado	1= Compras y Logística. 2= Planta y Producción. 3= Servicio Técnico. 4= Investigación y Desarrollo. 5= Gerencia Dirección	20
	1= Operativo. 2= Administrativo. 3= Profesional. 4= Ejecutivo. 5= Directivo.	30
	1= 0 - 2 años 2= 3 - 5 años 3= 6 - 9 años 4= 10 - 15 años 5= 16 años o más	20
	1= Técnico. 2= Tecnólogo 3= Profesional 4= Especialización 5= Maestría o Doctorado	30

7.2.2 Definición de los Modelos Lingüísticos (ML) de las variables de entrada y salida.

Se aplicaron Modelos triangulares, LM1, LM2, LM3, LM4 que dependen del grado de incertidumbre asociado a cada variable según el resultado ponderado obtenido en la encuesta, de esta forma, el modelo LM1 (Figura 7-2) es aplicado a la variable Dirección Estratégica, el modelo LM2 (Fig. 7-3) para la variable Diseño de Productos, el modelo LM3 (Fig. 7-4) para la variable Mercadeo, el modelo LM4 (Figura 7-5) corresponde a la variable Producción y finalmente el modelo LM_Out (Figura 7-6) para la variable de Salida.

Para los modelos LM1, LM2, LM3 y **LM_Out** los criterios son evaluados como Bajo (B), Medio (M), Alto (A), la evaluación depende de la capacidad de innovación y de su grado de importancia. En los anexos 1 y 2 se muestra con mayor rigor la obtención de los datos.

Figura 7-2: Modelo Lingüístico de Entrada LM1 en fuzzyTECH 5.52 professional demo

Min	Promedio	Max
0	0,22	0,4398
0,23	0,449	0,6681
0,58	0,79	1

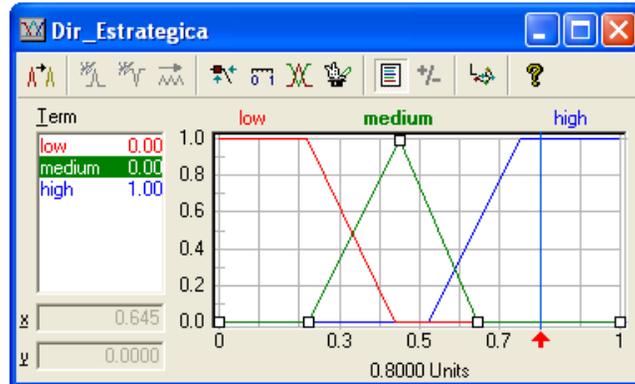


Figura 7-3: Modelo Lingüístico de Entrada LM2 LM1 en fuzzyTECH 5.52 professional demo

Min	Promedio	Max
0	1,56	3,1195
0,24	0,456	0,6672
0,52	0,76	1

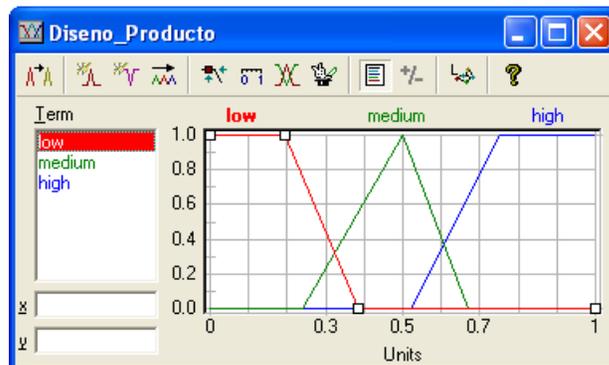


Figura 7-4: Modelo Lingüístico de Entrada LM3 LM1 en fuzzyTECH 5.52 professional demo

Min	Promedio	Max
0	0,239	0,4782
0,22	0,43	0,6348
0,45	0,727	1

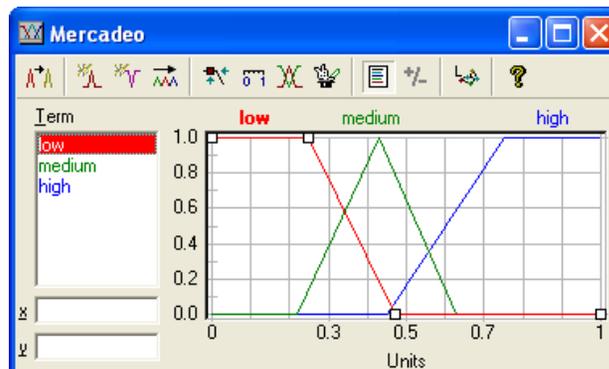


Figura 7-5: Modelo Lingüístico de Entrada **LM4** LM1en fuzzyTECH 5.52 proffesional demo

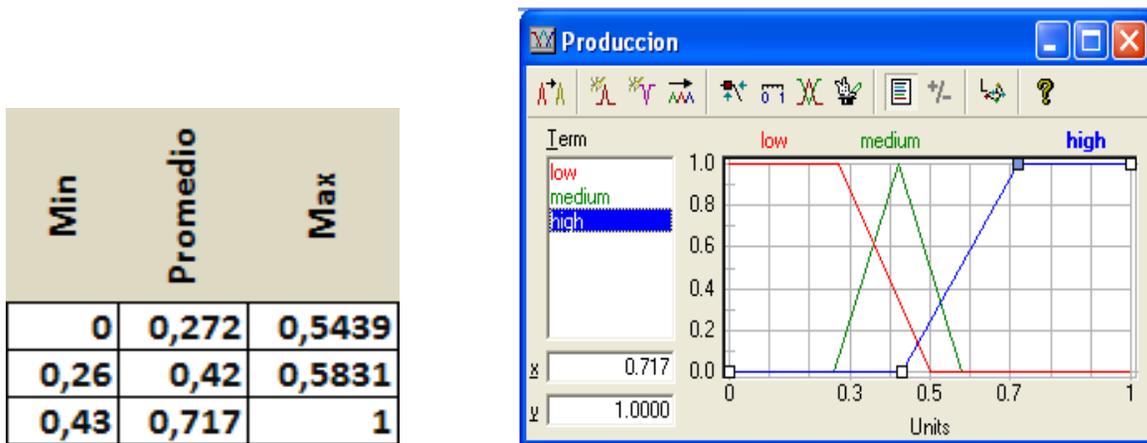
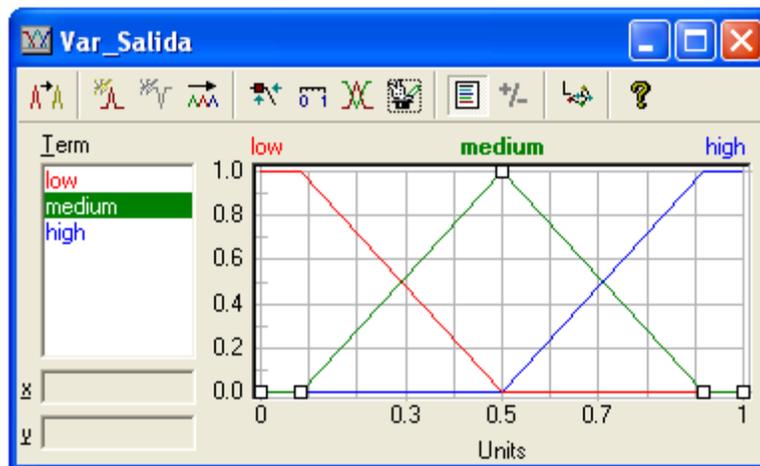


Figura 7-6: Modelo Lingüístico de Salida **LM_Out** LM1en fuzzyTECH 5.52 proffesional demo



7.2.3 Bases de Conocimiento

Las bases del conocimiento se construyeron con el apoyo de los expertos seleccionados, de acuerdo al proceso de *scoring* propuesto por (Medina, 2010). La matriz debe complementarse a través de una serie de procedimientos realizados con los expertos por medio de entrevistas o mesas redondas (Medina, 2010) propone un método *scoring* el cual permite identificar la calificación o impacto de las variables de entrada y sus

conjuntos difusos respecto a la variable de salida. Éste permite a través de algoritmos, desarrollar de forma más exacta la base del conocimiento.

Después de desarrollar rigurosamente este procedimiento con cada uno de los miembros entrevistados se obtiene la siguiente información con respecto a la validación de los criterios a utilizar. (Ver Tabla 7-3).

Tabla 7-3: Reglas para Base de Conocimiento
Fuente: Elaboración Propia

IF				THEN	
Dir Estrategica	Diseno de Producto	Mercadeo	Produccion	DoS	Variable de Salida
low	Low	low	low	1.00	low
low	Low	low	medium	1.00	low
low	Low	low	high	1.00	medium
low	Low	medium	low	1.00	low
low	Low	medium	medium	1.00	low
low	Low	medium	high	1.00	medium
low	Low	high	low	1.00	low
low	Low	high	medium	1.00	medium
low	Low	high	high	1.00	medium
medium	Low	low	low	1.00	low
medium	Low	low	medium	1.00	low
medium	Low	low	high	1.00	medium
medium	Low	medium	low	1.00	low
medium	Low	medium	medium	1.00	low
medium	Low	medium	high	1.00	medium
medium	Low	high	low	1.00	medium
medium	Low	high	medium	1.00	medium
medium	Low	high	high	1.00	high
high	Low	low	low	1.00	medium
high	Low	low	medium	1.00	medium
high	Low	low	high	1.00	high
high	Low	medium	low	1.00	medium
high	Low	medium	medium	1.00	medium
high	Low	medium	high	1.00	high
high	Low	high	low	1.00	medium
high	Low	high	medium	1.00	high
high	Low	high	high	1.00	high
low	Medium	low	low	1.00	medium
low	Medium	low	medium	1.00	medium
low	Medium	low	high	1.00	high
low	medium	medium	low	1.00	medium

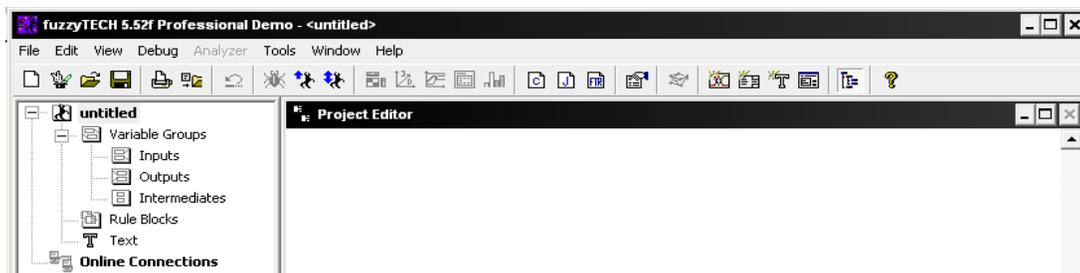
IF				THEN	
low	medium	medium	medium	1.00	medium
low	medium	medium	high	1.00	high
low	medium	high	low	1.00	medium
low	medium	high	medium	1.00	high
low	medium	high	high	1.00	high
medium	medium	low	low	1.00	medium
medium	medium	low	medium	1.00	medium
medium	medium	low	high	1.00	high
medium	medium	medium	low	1.00	medium
medium	medium	medium	medium	1.00	medium
medium	medium	medium	high	1.00	high
medium	medium	high	low	1.00	high
medium	medium	high	medium	1.00	high
medium	medium	high	high	1.00	high
high	medium	low	low	1.00	high
high	medium	low	medium	1.00	high
high	medium	low	high	1.00	high
high	medium	medium	low	1.00	high
high	medium	medium	medium	1.00	high
high	medium	medium	high	1.00	high
high	medium	high	low	1.00	high
high	medium	high	medium	1.00	high
high	medium	high	high	1.00	high
low	high	low	low	1.00	medium
low	high	low	medium	1.00	medium
low	high	low	high	1.00	high
low	high	medium	low	1.00	medium
low	high	medium	medium	1.00	medium
low	high	medium	high	1.00	high
low	high	high	low	1.00	high
low	high	high	medium	1.00	high
low	high	high	high	1.00	high
medium	high	low	low	1.00	medium
medium	high	low	medium	1.00	high
medium	high	low	high	1.00	high
medium	high	medium	low	1.00	high
medium	high	medium	medium	1.00	high
medium	high	medium	high	1.00	high
medium	high	high	low	1.00	high
medium	high	high	medium	1.00	high
medium	high	high	high	1.00	high
high	high	low	low	1.00	high
high	high	low	medium	1.00	high

IF				THEN	
high	high	low	high	1.00	high
high	high	medium	low	1.00	high
high	high	medium	medium	1.00	high
high	high	medium	high	1.00	high
high	high	high	low	1.00	high
high	high	high	medium	1.00	high
high	high	high	high	1.00	high

7.2.4 Programación con Lógica Difusa

La Lógica Difusa de tipo Mamdani es una de las herramientas que permite hacer una transformación y que proporciona una visión diferente a la otorgada por la lógica clásica (Zadeh y Bellman, 1970). Además por las características y propiedades inherentes a este sistema, se realizó la programación con técnicas de tipo Mandani, además para el análisis de esta información se utilizó la herramienta fuzzyTech 5.52f Profesional Demo (versión académica). Ver Figura 7-7.

Figura 7-7: Interfaz del Software Utilizado



Esta herramienta proporciona diversos tipos de razonamientos, dependiendo de los modelos lingüísticos de entrada, los mecanismos de inferencia y bases de conocimiento, lo que permite establecer las variables que componen los conjuntos difusos, crear reglas difusas y además proporciona un conjunto de métodos de difuminado y concreción.

La composición de funciones triangulares superpuestas representan los diferentes modelos lingüísticos utilizados, que dependen del grado de borrosidad para cada variable a medir. Dubois y Prade (1980) se basan en aritmética borrosa a tres vértices del triángulo para calcular el número de agregación determinado de las variables, mostrándose este como el mejor análisis para criterios de innovación. Los pasos que se siguieron para analizar el impacto de la estrategia, dependen de las variables de entrada, el grado de incertidumbre propio inherente a cada una.

Se realizó la programación en FuzzyTech con las variables a evaluar. Donde la Dirección Estrategica, Diseño de Producto, Mercadeo, Producción son las variables de entrada y después del análisis difuso se logra obtener la Variable de salida, la cual indicará el grado de aceptación o el impacto de la propuesta. (Ver Figura 7-8).

Figura 7-8: Estructura del Sistema de Lógica Difusa para Medir el impacto de la estrategia (Variable de salida)

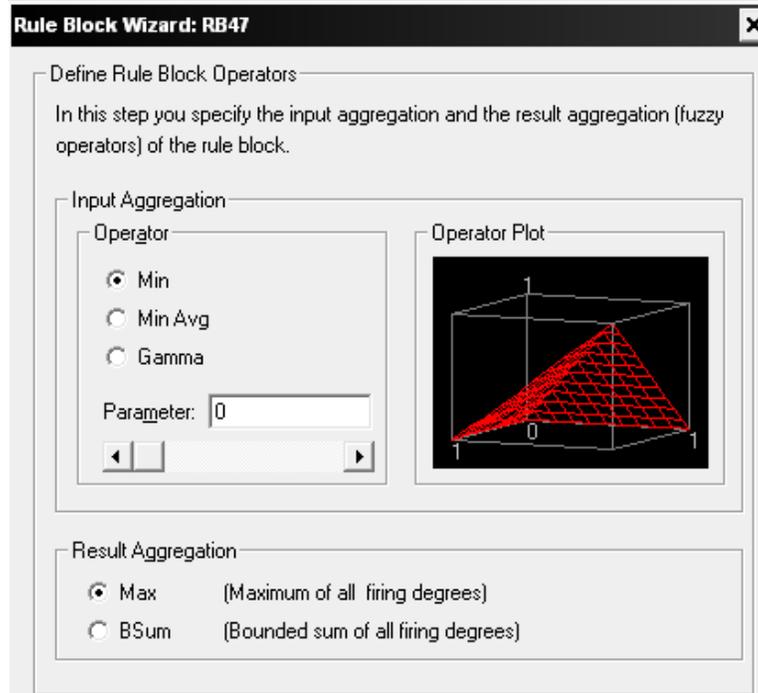


7.2.5 Programación de Bloques Operadores de Inferencia

Son aquellos donde se incorporan las reglas de operación, las bases de conocimiento y los procesos de difuminado y concreción, dicha programación se realizó con agregación difusa del tipo Mamdani como se especificó anteriormente. La programación en el software corresponde a operadores *Min*, y los resultados de la agregación corresponden al Método *Max*. (Ver Figura 7-9).

Luego de realizar el razonamiento difuso se obtiene un valor entre 0 – 1, para la variable de salida que corresponde al impacto de la estrategia, que basará su información en el modelo LM_Out. Además a la programación se ingresan los valores obtenidos en la base de conocimiento.

Figura 7-9: Reglas de Bloques Operadores



7.3. Validación Conceptual

Una vez que se ha elaborado la propuesta de modelo, es necesario pasar a la validación del mismo, entiéndase entonces que un modelo conceptual es la representación abstracta de un sistema real, el cual permite estudiar, predecir o explicar un fenómeno, proceso o metodología con un grado de precisión determinado (Camagni, 1991).

Para cumplir con esa aproximación es necesario realizar un proceso de validación; para esta investigación se busca que la elección de implementación de una propuesta en la industria de fertilizantes que debe desarrollar la organización haya sido bien seleccionada, así como los criterios a considerar para que éstas sean evaluadas. El proceso de validación del modelo es indispensable para obtener confianza en su uso posterior y que realmente explique la interrelación de un grupo de capacidades con las dimensiones organizacionales que genera condiciones propicias para la innovación.

La validación del modelo debe conducir a la minimización de la incertidumbre que hay frente a la elección o faltante de las variables adecuadas y relevantes y si las relaciones que se establecieron son funcionales.

Cabe anotar que un modelo es sólo una representación de la realidad, lo que varía es su aproximación (Camagni, 1991). Además el proceso de validación del modelo ha de continuar en las etapas de implementación y posterior aplicación del mismo.

El proceso de validación de este modelo se realiza en las siguientes fases:

1. Diseño del instrumento de aplicación donde se han dividido diferentes componentes, la administrativa, la modelación, la relacional y la métrica.
2. Etapa de validación preliminar, previa a la aplicación del mismo, prueba de escritorio.
3. Ajustes tras la validación preliminar del instrumento.
4. Aplicación de piloto y ajustes.
5. Validación continua y se realimentará con las aplicaciones que se hagan del modelo. Usualmente la validación se consigue a través de un proceso iterativo de comparación del comportamiento del modelo con el del sistema real y su representación.

7.3.1. Face Validation o Prueba de Escritorio

Cuando se valida un instrumento, se establece que la propuesta es una representación creíble del sistema real, cuando se verifica un modelo se determina si la lógica del modelo ha sido correctamente implementada. Dado que los objetivos de la verificación y de la validación son diferentes también lo son las técnicas para realizarlos.

El Modelo diseñado en esta investigación será verificado mediante la técnica de *Face Validation*, que se basa en la mirada cuidadosa que se hace sobre los resultados del instrumento. Además permite una rápida evaluación inicial del instrumento. La *Face Validation* es particularmente usada en las etapas iniciales del desarrollo de un modelo (Molero y Buesa 1996).

Por supuesto el instrumento ha de estar bien diseñado, documentado y listo para revisión. Esa revisión debe reflejar alertas significativas respecto a las expectativas, en la medida que los resultados esperados se consideran válidos, de lo contrario serán sospechosos.

La técnica usa la opinión de expertos para evaluar el impacto de la estrategia, pero se debe tener en cuenta que se trata de un método no formal, con la funcionalidad para detectar errores e inconsistencias. Cabe anotar que si el Modelo ha sido bien documentado la *Face Validation* es suficiente, la informalidad del proceso permite que la opinión de expertos sea la base para determinar la validación, sin embargo al ser una técnica más cualitativa que cuantitativa, se trata de un tipo de validación de gran utilidad para etapas previas a un desarrollo de software (Molero y Buesa 1996).

Además la validación del modelo debe brindar los elementos necesarios para probar que el planteamiento de la hipótesis de investigación ha sido acertivo y que efectivamente, no sólo es posible el desarrollo de un método de evaluación de la capacidad de gestión para la innovación, si no que el método, en este caso el modelo, cumpla efectivamente con el propósito para el cual ha sido construido, y es la contextualización de realidades situacionales y elecciones acertadas de proyectos de innovación.

7.3.2. Pasos para llevar a cabo una Face Validation o Prueba de Escritorio

Para hacer la respectiva validación se requiere de los siguientes pasos: (Molero y Buesa, 1996).

1. **La consecución del grupo de expertos:** Es necesario convocar un grupo de empresarios, o ejecutivos de una compañía, en este caso, un jefe de calidad de empresa de manufactura que asumirá este rol.
2. **Documentación sobre el modelo:** Previo a la reunión, los expertos reciben la documentación del modelo, que evidencia cómo se hizo la construcción del mismo.
3. **Realizar simulación con el experto:** Los integrantes deben aplicar en forma real, para cada uno de sus contextos, en este caso la necesidad de evaluar las capacidades organizacionales para la innovación en una compañía, el modelo y a partir de esta aplicación identificar fortalezas y debilidades en el modelo.
4. **Aplicación de Cuestionario de Validación:** Identificar las relaciones, fallas o puntos a mejorar con el grupo a partir de la aplicación de este cuestionario.

Los expertos/as y consultados/as, introducen diferencias según la forma de calificar, afectando los resultados consensuados, para lo cual, se aplicó el método *delphi*. Donde se calcula la media y la varianza de cada una de las actividades calificadas y ordenadas de mayor a menor las desviaciones correspondientes y sus coeficientes de variación, en cada una de las actividades que contaron con la calificación de 10 expertos y actores de la región. Es de anotar que el haber tomado la muestra para 10 expertos se argumenta en que según las estadísticas del ICA, el 80% de la producción de abonos y fertilizantes en Antioquia se centra en éstos 10 actores. (ICA, 2008).

Además se desarrollaron diferentes tipos de validaciones, estas son:

- **Validez de Contenido y Criterio.** Una medición que incluya una muestra representativa de la industria de los fertilizantes en Antioquia. Así, el poder de la validez de contenido de la medición, es la amplitud de las deducciones que se obtienen al validar con los empresarios bajo una serie de condiciones en diferentes situaciones y tamaños de la firma. Este proceso se realizó con académicos expertos en el tema de capacidades.
- **Validez de Base de Conocimiento.** Es la correlación de una escala con otras mediciones de la característica del fenómeno que se analiza, en particular la industria de fertilizantes, que presenta un comportamiento de innovación latente en su forma de trabajo. La validez de cada criterio se analizó partiendo de las propuestas académicas existentes sometidas a juicio por los empresarios, que determinaron el grado de importancia y pertinencia según el tipo de industria.
- **Validez Predictiva.** Se encuentra inmersa en el estudio de validez de criterio, y determinando validez predictiva se intenta establecer la capacidad de la nueva escala para predecir resultados o el desarrollo de algún acontecimiento en estudio.

- **Confiabilidad Del Instrumento.** La confiabilidad o reproducibilidad, constituye un aspecto fundamental en medición y evaluación. Significa que las mediciones realizadas en ocasiones diferentes, por observadores diferentes, por pruebas paralelas, obteniendo resultados congruentes.

7.4 Analisis de Resultados

Los valores que se ingresaron a la programación (ver Tabla 7-4), dependen del valor obtenido según las encuestas con los empresarios, la variable de salida, se obtiene después de hacer el proceso de difuminado donde los resultados obtenidos se ven en la Figura 7-10.

Figura 7-10: Variable de salida obtenida con los datos de los empresarios
Fuente: Elaboracion Propia

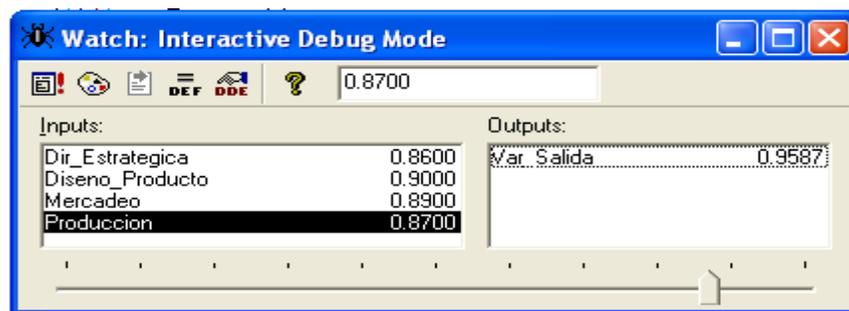
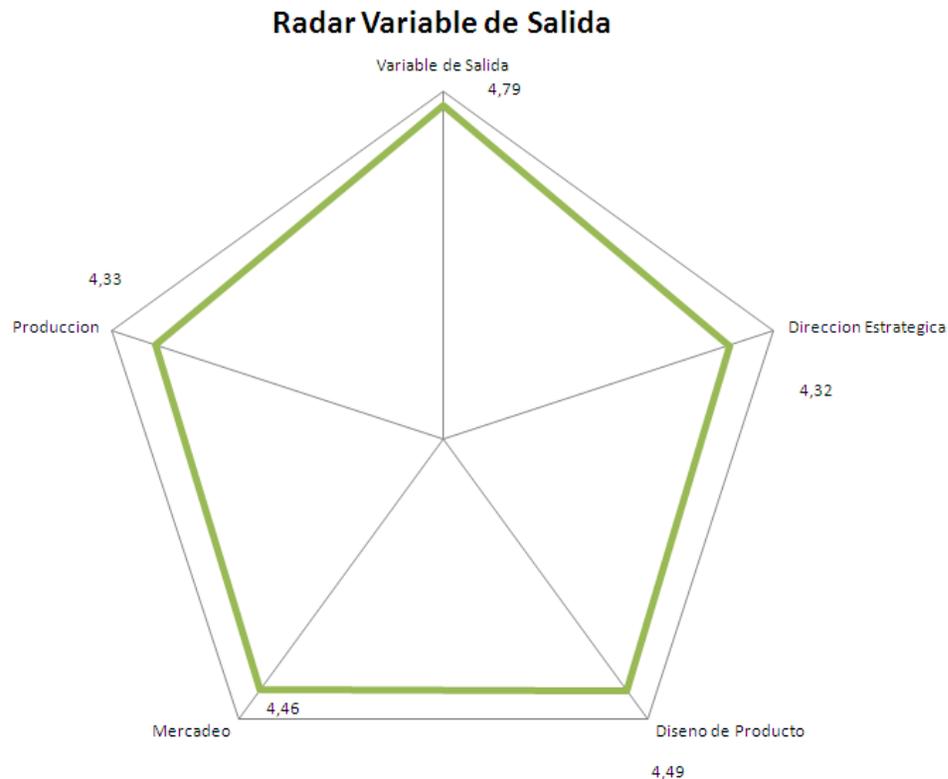


Tabla 7-4: Resultado Obtenidos
Fuente: Elaboracion Propia

Resumen	Valor	Normal
Variable de Salida	4,79	0,96
Direccion Estrategica	4,32	0,86
Diseno Producto	4,49	0,90
Mercadeo	4,46	0,89
Produccion	4,33	0,87

Figura 7-11: Radar de Impacto
Fuente: Elaboracion Propia



En la Figura 7-11 se muestra un radar resumen sobre los resultados obtenidos de acuerdo a los datos dados por los empresarios. Según el valor obtenido para la variable de salida que corresponde a 0,96 demuestra que la estrategia se encuentra en un grado de aceptación e impacto alto. Lo anterior explica que de acuerdo a las variables analizadas (Dirección estratégica, Diseño de producto, Mercadeo y Producción), la estrategia impacta positivamente cada una de ellas, demostrando la integralidad de la innovación y dando respuesta a la hipótesis inicial sobre la posibilidad de formular e implementar una propuesta innovadora en el sector de los fertilizantes que pueda ser adaptable a las necesidades de los empresarios antioqueños, identificando los componentes que generan valor y diferenciación para incrementar la capacidad de innovación en esta industria y enfocando el análisis principalmente en el desarrollo de nuevos productos, la implementación de una nueva estructura comercial y conceptual del negocio, permitiendo ofrecer al mercado un producto con características técnicas, precio, servicio y generando una ventaja competitiva significativa.

En las Figuras 7-12, 7-13, 7-14 y 7-15 se muestran los radares correspondientes a los resultados obtenidos para el análisis de cada una de las variables:

Figura 7-12: Radar de resultados para la variable de Dirección estratégica
Fuente: Elaboracion Propia

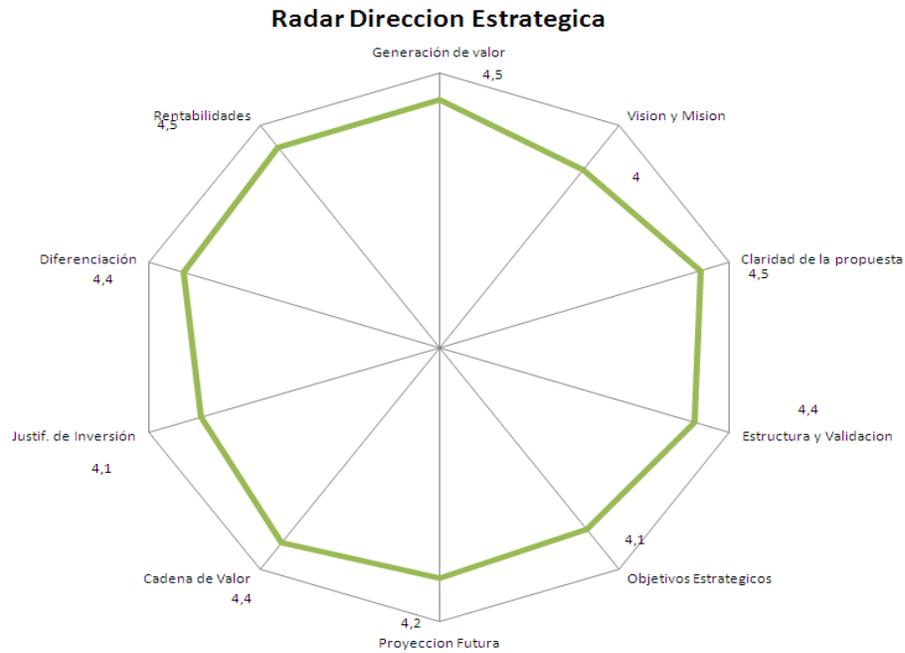


Figura 7-13: Radar de resultados para la variable de diseño de producto
Fuente: Elaboracion Propia

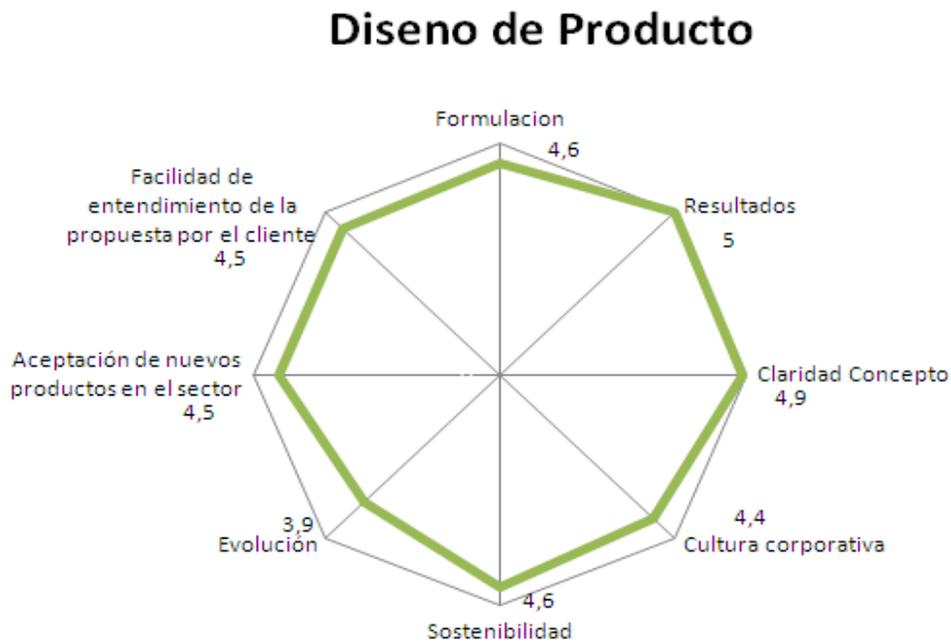


Figura 7-14: Radar de resultados para la variable de producción
Fuente: Elaboración Propia

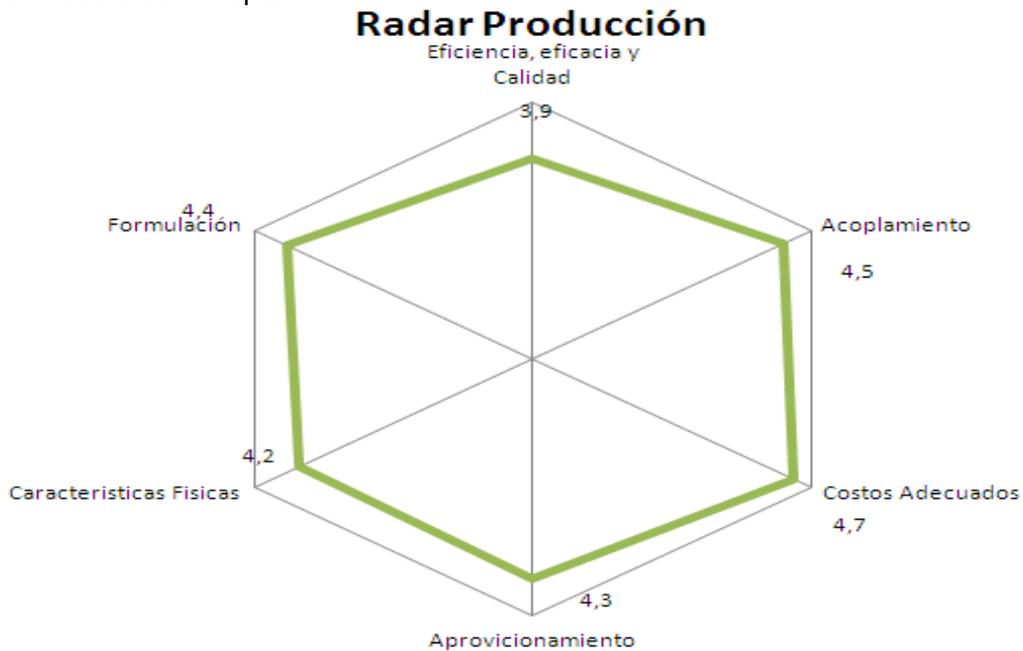
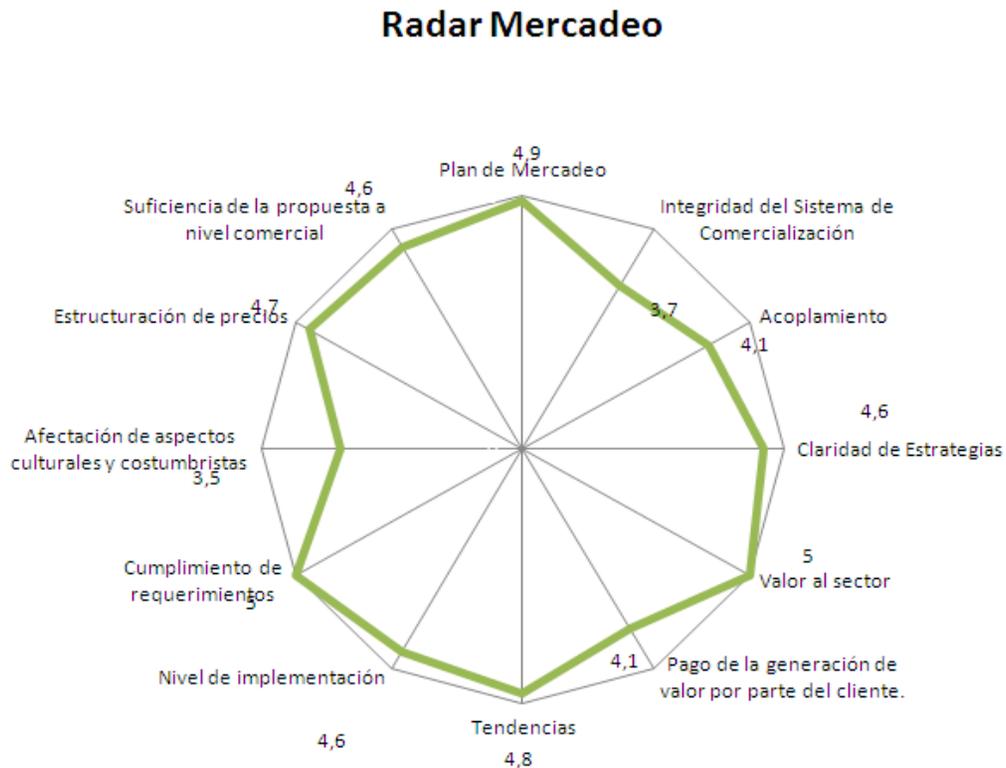


Figura 7-15: Radar de resultados para la variable de mercadeo
Fuente: Elaboración Propia



Como se puede ver en los resultados, la mayoría de los radares se comportan de forma estable indicando impactos positivos para cada una de las variables, lo cual explica que la estrategia de innovación en valor propuesta en el actual estudio cumple con el objetivo de lograr un salto cualitativo en el valor tanto para los compradores o clientes potenciales como para las mismas empresas.

CONCLUSIONES

En el anterior estudio, se hace referencia a la idea de innovación partiendo de la formulación de una estrategia aplicable al negocio de los fertilizantes, evaluando su impacto a nivel interno de la empresa y la aceptación por parte del mercado objetivo. Al analizar los resultados obtenidos de la evaluación por medio de la herramienta de Lógica Difusa, se puede ver que la metodología implementada para el diseño de la estrategia propuesta, se alinea con los criterios fundamentales de la innovación en valor, demostrando que aunque las fronteras del mercado y la estructura de la industria de los fertilizantes estén dadas, los actores o empresas pertenecientes a ésta las pueden reconstruir a través de estrategias y postulados específicos, definiendo nuevas reglas para la diferenciación y rompiendo la disyuntiva entre valor y costo.

La estructuración de la estrategia basada en la fusión de los modelos propuestos por Porter (1987), Prahalad y Hamel (1990), modelo Delta y Modelo Blanced Scorecard partiendo principalmente de una innovación incremental de producto y servicio, fue la más efectiva para la generación de una estrategia innovadora en el mercado de los fertilizantes, ya que permitió articular las perspectivas básicas del desempeño empresarial integrando un sistema estratégico de gestión que permite observar y evaluar los resultados de una forma integrada y sistemática. Los resultados obtenidos también permiten dar certeza a la teoría expuesta por Freeman (1982), el cual expresa que, casi todos los éxitos de estrategias de innovación se relacionan con un interés alto por los requerimientos del mercado, o por las demandas del cliente, los cuales fueron factores básicos en la formulación de la estrategia. El haber tomado como variables fundamentales de análisis la dirección estratégica, el diseño de producto, la dirección de operaciones y el mercadeo permitió crear una estructura conceptual de la estrategia, generando mayor aceptación y posibilitando su fácil implementación en la industria de los fertilizantes.

La revisión bibliográfica demostró que aunque existen metodologías y técnicas específicas enfocadas al concepto de generación de valor, innovación y estrategia, no existe un formato o modelo de evaluación de estrategia empresarial ideal, ya que el proceso estratégico debe ser diseñado o adaptado apuntando a las necesidades de cada empresa y mercado en particular. Lo anterior demuestra que la formulación y evaluación de una estrategia es un proceso inherentemente creativo e impredecible, es decir, la esencia de la estrategia es el pensamiento estratégico; la creación de un modelo mental del negocio como fuente de creación de valor.

Los resultados obtenidos también dan respuesta a la hipótesis inicial planteada, concluyendo que sí es posible formular y evaluar una propuesta innovadora en el sector de los fertilizantes, que pueda ser adaptable a las necesidades de los empresarios antioqueños, identificando los componentes que generan valor y diferenciación para incrementar la capacidad de innovación en esta industria.

El estudio demuestra que es necesario evaluar de forma efectiva el impacto de toda estrategia, ya que aunque teóricamente se cumplan con los procedimientos académicos y teóricos, no siempre se puede garantizar que realizar la implementación a nivel real ésta tenga el mismo impacto. Debido a lo anterior se buscó por medio de la lógica difusa la evaluación del impacto de la estrategia implementada, teniendo como base los conceptos y experiencias de los empresarios antioqueños pertenecientes al sector de los fertilizantes, lo cual permitió conocer con mayor exactitud los marcos de referencia y las reglas de juego, permitiendo generar confianza y validez en la estrategia; además de argumentar las posibilidades estratégicas de que dispone cada empresa para ubicarse en una posición ventajosa.

Los directivos entrevistados para la investigación concordaron que la estrategia de innovación tiene alto grado de adaptabilidad tanto al mercado como a las estructuras empresariales, dejando una brecha de posibilidades para extender el estudio a nivel real. De igual manera coincidieron en afirmar que la innovación, enfocada al mercado de los fertilizantes, no termina, toda vez que se asimila a un proceso de mejoramiento continuo y evolución de acuerdo a los requerimientos del medio internos (empresariales) y externos (mercado).

Fue un acierto el utilizar la lógica difusa como sistema de evaluación de la estrategia, ya que demostró su enfoque principal en las intuiciones tanto del diseño como de la aceptación de la estrategia, permitiendo enfrentarse con la complejidad y con la naturaleza mal definida de los sistemas a gran escala, valorando con mayor peso los aspectos cualitativos y permitiendo la evolución hacia una menor preocupación por los problemas matemáticos y por la precisión y una mayor tendencia hacia el desarrollo de soluciones aproximadas o de calidad para los problemas del mundo real.

ANEXOS

ANEXO 1. ENCUESTA CON LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS EMPRESARIOS.

		Microfertifza S.A	Abonos el sol LTDA	Biomezclas Ltda	Ecof- Monomeros	Multiquimica	Abonamos S.A	Yara S.A	Ciamsa S.A	Abonaza Ltda.	Biorganicos S.A	
Estrategia Propuesta		88%	88%	74%	74%	90%	78%	78%	82%	72%	80%	
		11%	11%	9%	9%	11%	10%	10%	10%	9%	10%	1,00
Perfil del Entrevistado	1= Compras y Logística. 2 = Planta y Producción. 3 = Servicio Técnico. 4 = Investigación y Desarrollo. 5 = Gerencia Dirección	20	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00
	1= Operativo. 2 = Administrativo. 3 = Profesional. 4 = Comercial - Ejecutivo. 5 = Directivo.	30	4,00	5,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	3,00	5,00
	1= 0 - 2 años 2= 3 - 5 años 3= 6 - 10 años 4= 10 - 15 años 5= 15 años o más	20	5,00	5,00	3,00	3,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00
	1= Técnico. 2 = Tecnologo 3 = Profesional 4 = Especialización 5 = Maestria o Doctorado	30	4,00	3,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

AFIRMACIONES: Indique su respuesta al frente con base en el racional de puntuación												CALIFICACIÓN
Dirección Estratégica		4,60	4,90	4,30	4,20	4,40	4,10	4,00	3,90	4,10	4,60	4,32
La utilización de la propuesta permitiría generar valor a los productos actuales de la cia?		5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	3,00	5,00	5,00	4,50
La propuesta esta alineada con la Vision y la mision de la organización?		4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,00
Hay claridad en la propuesta innovadora?		5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,50
Considera que hay un Proceso estructurado, academico y validado de la propuesta?		4,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,40
La implementacion de la propuesta ayudaría al cumplimiento de objetivos estrategicos?		4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,10
La organización tiene claro cuales son los productos o servicios que apalancaran el crecimiento en los años futuros?		5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,20
Es notable la articulacion de la cadena de valor propuesta en la estrategia?		4,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,40

Está bien justificada la inversión para la implementación de la propuesta?		5,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	4,10
Considera que el seguimiento detallado de la implementación de esta propuesta permitiría generar una diferenciación significativa en el negocio de los fertilizantes?		5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00	5,00	4,40
Las rentabilidades mostradas en el análisis financiero justifican la implementación de la propuesta?		5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,50
Diseno Producto		4,38	4,75	4,38	4,50	4,63	4,38	4,38	4,38	4,38	4,38	4,75	4,49
La formulacion personalizada de acuerdo a necesidades del cliente, cultivo y suelo aporta valor en la eleccion del fertilizante?		5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,60
La formulacion personalizada balanceando las fuentes organicas, quimicas y minerales puede dar mejores resultados que el uso por separado de éstos?		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Es clara la estrategia de diseno y producto propuesta en este estudio?		5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,90
La implementación de la propuesta esta alineada con la cultura corporativa actual?		4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	3,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,40

Cree usted que este producto tiene un buen grado de sostenibilidad en el tiempo		4,00	5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,00	5,00	4,60
Es posible generar mayor valor a este producto en el tiempo?		4,00	4,00	3,00	4,00	5,00	3,00	5,00	4,00	4,00	4,00	4,00
La generacion de nuevos productos en el sector de los fertilizantes es de buena aceptación en el mercado?		4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	5,00	3,90
La investigacion cientifica realizada al producto puede ser vista y entendida facilmente por el cliente?		4,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	3,00	5,00	5,00	5,00	4,50
Mercadeo		3,67	4,75	4,33	4,75	4,58	4,50	4,75	4,33	4,33	4,67	4,46
La propuesta cuenta con un plan de mercadeo efectivo y claro?		5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,90
El plan de accion de mercadeo esta contemplando TODO el proceso necesario para la comercialización de nuevos productos?		4,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00	4,00	3,70
Las estrategias de mercadeo propuestas se pueden alinear facilmente con las que actualmente tiene implementada la compañía?		4,00	5,00	3,00	5,00	4,00	4,00	5,00	4,00	3,00	4,00	4,10
Son claras las estrategias de producto, precio, distribucion y comunicación a implementar?		4,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,60

Considera que la propuesta realmente genera valor al sector?		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
La generación de valor aportada en el producto puede ser vista y pagada fácilmente por el cliente?		4,00	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,00	3,00	3,00	4,00		4,10
La estrategia puede tener un impacto positivo en el medio, marcando tendencias o nuevas practicas?		3,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,80
¿Cuál es el nivel de implementación?		4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	4,00		4,60
Según la formulación y aspectos técnicos, el producto cumple con las requerimientos fundamentales de los clientes ?		5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
La estrategia no depende de aspectos culturales o costumbres en los clientes?		3,00	4,00	3,00	4,00	3,00	3,00	4,00	3,00	3,00	5,00		3,50
La valoración tecnológica, los activos de conocimiento, son elementos claves en la estructuración de precios?		2,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,70
El apoyo, estudios y acompañamiento profesional que se ofrece en la propuesta es suficiente?		1,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	4,60

Produccion		4,67	4,67	4,33	4,33	4,17	4,00	3,67	4,17	4,83	4,50	4,33
La tecnología y diseño de los procesos propuestos garantiza la eficiencia, eficacia y calidad en el desarrollo de los productos?		5,00	5,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,00	5,00	4,00	3,90
La implementación de la nueva tecnología y procesos se puede alinear fácilmente al <i>layout</i> actual de la planta de producción?		5,00	5,00	4,00	4,00	4,00	5,00	4,00	4,00	5,00	5,00	4,50
Los costos de producción son adecuados de acuerdo a la generación de valor en el producto?		5,00	5,00	5,00	4,00	4,00	5,00	4,00	5,00	5,00	5,00	4,70
Se ve reflejado en el producto la planificación de las compras e insumos?		5,00	5,00	4,00	5,00	5,00	4,00	3,00	4,00	5,00	3,00	4,30
Cual es la valoración respecto a características físicas del producto que se ha desarrollado?		4,00	3,00	5,00	5,00	4,00	4,00	3,00	4,00	5,00	5,00	4,20
Cual es la valoración respecto a la formulación propuesta?		4,00	5,00	4,00	4,00	5,00	3,00	5,00	5,00	4,00	5,00	4,40

Resumen	Valor	Normal
Variable de Salida	4,79	0,96
Dirección Estratégica	4,32	0,86
Diseño Producto	4,49	0,90
Mercadeo	4,46	0,89
Producción	4,33	0,87

ANEXO 2. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS CRITERIOS ALTO - MEDIO Y BAJO

	Microfertifza S.A	Abonos el sol LTDA	Biomezclas Ltda	Ecof- Monomeros	Multiquimica	Abonamos S.A	Yara S.A	Ciamsa S.A	Abonaza Ltda.	Biorganicos S.A
Estrategia Propuesta	88%	88%	74%	74%	90%	78%	78%	82%	72%	80%

Conjuntos Difusos																							
Direccion Estrategica	Min	Max	Min	Promedio	Max																		
Bajo	0,00	0,60	0,00	0,50	0,00	0,50	0,00	0,65	0,00	0,40	0,00	0,55	0,00	0,65	0,00	0,55	0,00	0,60	0,00	0,50	0	0,2199	0,4398
Medio	0,30	0,85	0,35	0,85	0,20	0,85	0,35	0,79	0,30	0,85	0,35	0,75	0,35	0,80	0,25	0,85	0,15	0,75	0,25	0,95	0,231	0,4494	0,6681
Alto	0,50	1,00	0,80	1,00	0,80	1,00	0,80	1,00	0,65	1,00	0,75	1,00	0,80	1,00	0,75	1,00	0,70	1,00	0,70	1,00	0,58	0,7901	1

Conjuntos Difusos																							
Diseno Producto	Min	Max	Min	Promedio	Max																		
Bajo	0,00	6,00	0,00	5,00	0,00	6,00	0,00	0,50	0,00	0,60	0,00	6,00	0,00	0,75	0,00	7,00	0,00	0,50	0,00	6,00	0	1,5598	3,1195
Medio	0,30	0,90	0,35	0,75	0,20	0,80	0,50	0,85	0,30	0,80	0,20	0,80	0,25	0,80	0,30	0,95	0,40	0,85	0,25	0,80	0,245	0,4559	0,6672
Alto	0,55	1,00	0,65	1,00	0,60	1,00	0,55	1,00	0,80	1,00	0,80	1,00	0,50	1,00	0,50	1,00	0,75	1,00	0,75	1,00	0,519	0,7596	1

Conjuntos Difusos

Mercadeo	Min		Max		Min	Promedio	Max																
	Min	Max																					
Bajo	0,00	0,65	0,00	0,55	0,00	0,60	0,00	0,65	0,00	0,60	0,00	0,65	0,00	0,60	0,00	0,50	0,00	0,55	0,00	0,60	0	0,2391	0,4782
Medio	0,30	0,80	0,25	0,75	0,25	0,80	0,35	0,80	0,20	0,75	0,20	0,70	0,35	0,85	0,35	0,80	0,25	0,75	0,30	0,90	0,224	0,4296	0,6348
Alto	0,60	1,00	0,55	1,00	0,60	1,00	0,80	1,00	0,50	1,00	0,40	1,00	0,55	1,00	0,45	1,00	0,75	1,00	0,50	1,00	0,455	0,7274	1

Conjuntos Difusos

Produccion	Min		Max		Min	Promedio	Max																
	Min	Max																					
Bajo	0,00	0,45	0,00	0,55	0,00	0,65	0,00	0,70	0,00	0,75	0,00	0,85	0,00	0,80	0,00	0,70	0,00	0,70	0,00	0,65	0	0,272	0,5439
Medio	0,40	0,60	0,35	0,65	0,35	0,70	0,25	0,75	0,20	0,85	0,35	0,65	0,30	0,80	0,30	0,70	0,35	0,65	0,35	0,90	0,257	0,42	0,5831
Alto	0,40	1,00	0,35	1,00	0,50	1,00	0,65	1,00	0,55	1,00	0,65	1,00	0,70	1,00	0,50	1,00	0,65	1,00	0,50	1,00	0,434	0,7169	1

BIBLIOGRAFIA

Abascal, F (2002). Consumidor, clientela y distribución para la economía del futuro. Editorial ESIC. Madrid – España.

Abascal, F (2004). Cómo se hace un Plan estratégico 4ta edic. Editorial ESIC. Madrid – España.

Aguirre, J. (2009) Metodología para medir las capacidades tecnológicas de innovación utilizando lógica difusa. Congreso Internacional de Sistemas de Innovación SINNCO Mexico 2009, http://octi.guanajuato.gob.mx/sinnco/formulario/MT/MT2009/MT9/SESION2/MT92_JA_GUIRRE_149.pdf

Aguirre, J. (2010) Metodología para medir las capacidades tecnológicas de innovación aplicando sistemas de lógica difusa caso fabricas de software, Tesis de Maestria, Universidad Nacional de Colombia, <http://www.bdigital.unal.edu.co/1883/>

Amit R. y H. Schoemaker. (1993). Strategic Assets and Organizational Rent. Strategic Management Journal 14, 33-46.

Archibugi, D., Coco, A. (2004): A new Indicator of Technological Capabilities for Developed and Developing Countries (ARCO). Research Paper Series, Vol. 15, Nº44, CEIS Tor Vergata, Rome.

Argote, L.; Mcevil Y, B.; Reagans, R. (2003). Managing knowledge in organizations: An integrative framework and review of emerging themes. Management Science, 49(4): 571-582.

Ariffin, N y Bell, M. (1999). Patterns of subsidiary–parent linkages and technological capability building in electronics TNC subsidiaries in Malaysia. In: JOMO, K.S. & FELKER, G. (eds.), Industrial Technology Development in Malaysia. Routledge.

Athreye, S. (2005). The Indian software industry. In: Arora, A. & Gambardella, A. (Eds), The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and

Azadeh, A., Ghaderi, S. F., Tarverdian, S., y Saberi, M. (2008). Integration of artificial neural networks and genetic algorithm to predict electrical energy consumption. In Proceeding of the 32nd annual conference of the IEEE industrial electronics society - IECON'06. Paris, France: Conservatoire National des Arts and Metiers.

Banden y Fuller (1995), Propuesta de un modelo teórico sobre el proceso de Innovación Tecnológica basado en los activos intangibles, Cuadernos de estudios empresariales, Nº 18, 2008 , pags. 203-228

Barton L, D. (1998) Nascentes do saber: criando e sustentando as fontes de inovação. Rio de Janeiro: Fundação Getulio Vargas,.

Bass, B.M. (1990). From Transactional to Transformational Leadership – Learning to Share the Vision. *Organizational Dynamics*, 18(3): 19-31.

Bell, M. & Pavitt, K (1993). Technological accumulation and industrial growth: contrasts between developed and developing countries. *Industrial and Corporate Change*, 2, 2.

Bell, M. (1984). Learning and the accumulation of industrial technological capacity in developing countries. En: KING, K. y FRANSMAN, M. (eds.). *Technological capability in the third world*. Londres: Macmillan.

Bell, M. y Pavitt, K (1995). The development of technological capabilities. In: HAQUE, I.U. (ed.), *Trade, Technology and International Competitiveness*. Washington: The World Bank.

Benne, M.; Grondin- Perez, B.; Chabiat, J.-. y Herve, P. (2000), 'Artificial neural networks for modelling and predictive control of an industrial evaporation process', *Journal of Food Engineering* 46(4), 227--234.

Best, R. (2008). *Marketing Estratégico*. Editorial Prentice Hall. Madrid – España.

Bielza, C.; Barreiro, P.; Rodriguez-Galiano, M.I. y Martin, J. (2003), 'Logistic regression for simulating damage occurrence on a fruit grading line', *Computers and Electronics in Agriculture* 39(2), 95--113.

Breznitz, D. (2005). The Indian software industry. En: Arora, A. y Gambardella, A. (Eds), *The rise and growth of the software industry in Brazil, China, India, Ireland and Israel*. Oxford: Oxford University Press.

Buesa, y Molero. (1992), *Patrones del cambio tecnológico y política industrial. Un estudio de las empresas innovadoras madrileñas*, Civitas, Madrid

Buesa, M., Baumert, T., Heijs, J., Martínez Pellicer, M. (2002): Los factores determinantes de la Innovación: un análisis econométrico sobre las regiones españolas. *Revista Economía Industrial* Nº 347, pp. 67-84.

Burgelman, R. A., Christensen, C. M., y Wheelwright, S. C. (2004), *Strategic Management of Technology and Innovation*, Boston, Mass.: McGraw-Hill

C. K. Prahalad, G. H. (1990), "The Core Competence of the Corporation". *Harvard Business Review*, Mayo - Junio, pp. 79-91.

Camagni, R. (1991). "Innovation networks: spatial perspectives". Capítulo 7. Editado por Roberto Camagni. Belhaven Press, London and New York.

Campbell, W. (1986), "Adaptive Management for Changing World" *Harvard Business Review* Volume 15, Issue 3, pages 219–226, June 1992

Castillo, N. (1998). *Una introducción al estudio del suelo y de los fertilizantes*. Editorial America. Venezuela.

Cespedes, A (2005) Principios de Mercadeo 4ta Edic. Editorial ECOE. Bogotá – Colombia.

Chan Kim, W. y Mauborgne R. (2008). La estrategia del océano azul. Editorial Norma, Bogotá- Colombia

Charitou, C. y Markides, C. (2003). Responses to Disruptive Strategic Innovation. MIT

Chen, C.R. y Ramaswamy, H.S. (2002), 'Modeling and optimization of variable retort temperature (VRT) thermal processing using coupled neural networks and genetic algorithms', Journal of Food Engineering 53(3), 209--220.

Ching-Chiao Yang (2009). Assessing resources, logistics service capabilities, innovation capabilities and the performance of container shipping services in Taiwan, Production Economics 122 (2009) 4–20.

Chiou W, Iuan-yuan L, Chie-bein C, (1999) Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty pp 349-363.

Chiva, R y Camison, C (2002).Implicaciones en la gestión del diseño del producto. Editorial Athenea. Brasil.

Christensen, C. (1997). Making strategy: Learning by doing. Harvard Business Review (November-December) 141- 156.

Cohen y Levinthal (1990), Absorptive Capacity: A New Perspective on Learning and Innovation, Journal article by Wesley M. Cohen, Daniel A. Levinthal; Administrative Science Quarterly, Vol. 35,

Cooper, R.; Kleinschmidt, E. (1996). Winning businesses in product development: The critical success factors. Research-Technology Management, 39(4): 18-29.

Coronado, D., Acosta, M. (1999), "Innovación tecnológica y desarrollo regional", ICE. Revista de Economía, nº 781, pp. 103-116

Damanpour, F. y Gopalakrishnan, S. (2001): "The dynamics of the adoption of product and process innovations in organizations". Journal of Management Studies, 38 (1), pp. 45-65.

Del Brío M, B. y Sanz, A. (2002). Redes Neuronales y Sistemas Difusos. México, D. F., Alfaomega Grupo Editor.

Djellal, F., y Gallouj, F. (1999). Services and the search for relevant innovation indicators: A review of national and international surveys. Science and Public Policy, 26(4), 218-232.

Doganis, P.; Alexandridis, A.; Patrinos, P. y Sarimveis, H. (2005), 'Time series sales forecasting for short shelf-life food products based on artificial neural networks and evolutionary computing', Journal of Food Engineering In Press, Corrected Proof

Dosi, G; Nelson, R. y Winter, S. (2000). The nature and dynamics of organizational capabilities, Oxford University Press.

Drucker, P. (1985). La Innovación y el empresario innovador. Ed. Edhasa. Pág. 25-26; 35-44.

EDIT II (2005) . Segunda Encuesta de Desarrollo e innovación Tecnológica 2005, II Encuesta Desarrollo Tecnológico - Industria Manufacturera informe encuesta de desarrollo e innovación tecnológica.

E Giusti y S Marsilli (2010). Fuzzy modelling of the composting process. Journal Environmental Modelling and Software. Elsevier Science Publishers. Amsterdam

Erenturk, K.; Erenturk, S. y Tabil, L.G. (2004), 'A comparative study for the estimation of dynamical drying behavior of Echinacea angustifolia: regression analysis and neural network', Computers and Electronics in Agriculture 45(1-3), 71--90.

FAO, (1998) Evaluating the Potential Contribution of Organic Agriculture to Sustainability Goals". IFOAM's Scientific Conference. Mar de Plata, Argentina.

Farkas, I.; Remenyi, P. y Biro, A. (2000), 'A neural network topology for modelling grain drying', Computers and Electronics in Agriculture 26(2), 147--158.

Fernández, A. G. (2002). Distribución, crecimiento y desarrollo: Principales aportes teóricos que explican su interrelación. Tesis de grado, Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur.

Figueiredo, P. (2004), Aprendizagem tecnológica e inovação industrial em economias emergentes: uma breve contribuição para o desenho e implementação de estudos empíricos e estratégias no Brasil. En: Revista Brasileira de Inovação, 3, 2.

Fink, A (1998). Fertilizantes y fertilización. Editorial Reverté. Barcelona – España

Freeman C., and C. Perez. (1985) "Structural Crises of Adjustment, Business Cycles and Investment Behaviour." En: Dosi et al., eds., pp. 38-61.

Freeman C., J. Clark, y L.L.G. Soete. (1982). Unemployment and Technical Innovation: A Study of Long Waves in Economic Development. Londres.

Fuentes, J. (1994). El suelo y los fertilizantes. Ediciones Mundiprensa. Madrid-España.

Galbraith, Ian A. Connell, Stephen (1982) Electronic mail. A revolution in business communications, Knowledge Industry Publications. New York, NY, USA. 1982. 141 p.

Galbraith, Ian A. y Connell, Stephen (1982) Electronic mail. A revolution in business communications, Knowledge Industry Publications. New York, NY, USA. 141 p.

Garzón A. (2007). Tesis: Estudio de factibilidad de una empresa productora y comercializadora de insumos organicos. Universidad de la salle. Medellin - Colombia

Goel, P.K.; Prasher, S.O.; Patel, R.M.; Landry, J.A.; Bonnell, R.B. y Viau, A.A. (2003), 'Classification of hyperspectral data by decision trees and artificial neural networks to identify weed stress and nitrogen status of corn', *Computers and Electronics in Agriculture* 39(2), 67--93.

Gold, A. H.; Malhotra, A.; Segars, A. H. (2001). Knowledge management: An organizational capabilities perspective. *Journal of Management Information Systems*, 18(1): 185-214.

Govindarajan y Gupta (2001), Strategic innovation: a conceptual road map, *Sciencedirect Volume : 44*. Pages: 3-12

Govindarajan y Trimble (2005), Ten rules for strategic innovators: from idea to execution, 224 pag. Harvard Business Press.

Grundey, M. R. Heeks, (1998). Romainia's hardware and software industry: building IT policy and capabilities in a transition economy, *Development Informatics Working Paper*, University of Manchester, No. 2.

Guan, J y Ma, M. (2003). Innovative capability and export performance of Chinese firms. *Technovation*, 23, 737-747.

Guan, J y Ma, M. (2006). A study of the relationship between competitiveness and technological innovation capability based on DEA models, *European Journal of Operational Research* 971–986

Gumusluoglu, L.; Ilsev, A. (2009). Transformational Leadership and Organizational Innovation: The Roles of Internal and External Support for Innovation. *Journal of Product Innovation Management*, 26(3): 264-277.

Hamel, G. y Heene, A. (2000). *Competence-Based Competition*. John Wiley, New York.

Hax Arnoldo, D. L. W. I.(1999). "The Delta Model: Adaptive Management for Changing World". *Sloan Management Review*, Winter, pp. 11-28.

Hax Arnoldo, N. M. (1997) *Estrategias para el Liderazgo Competitivo* (Primera ed.). Granica. Argentina.

Hurley, R. F. (1995). Group Culture and Its Effect on Innovative Productivity. *Journal of Engineering and Technology Management*, 12(1): 57-75.

ICA (2008) Estadísticas sobre empresas registradas. Instituto Colombiano Agropecuario. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/servicios/fertilizantes/produccion.asp?empresa=all>

ICA (2008), Estadísticas sobre consumo y ventas de fertilizantes en Colombia. Instituto Colombiano Agropecuario. Disponible en: <http://www.ica.gov.co/servicios/fertilizantes/consumosyventas.asp?empresa=all>

ICA (2008). Cartilla comercialización de fertilizantes, Instituto Colombiano Agropecuario. Disponible en <http://www.ica.gov.co/servicios/fertilizantes>.

Jones, A., Sainsbury, B., Dowie, N., y Kavanagh, T. (2008). Measuring innovation performance - current status and future considerations. Canberra: Department of Industry, Tourism and Resources.

Kaplan Robert S., D. P. N. (1996) "Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System". Harvard Business Review, January/February, pp. 75-85.

Karsak and Kuzgunkaya, (2002). A fuzzy multiple objective programming approach for the selection of a flexible manufacturing system. International Journal of Production economics. v79. 101-111.

Kathleen, E., y Jeffrey, M. (2002). Dynamic Capabilities: what are they? *Strategic Management Journal Strat. Mgmt. J.*, 21: 1105–1121.

Katz, J. (1972). Importación de tecnología, aprendizaje local e industrialización dependiente. Buenos Aires: Instituto Torcuato Di Tella Centro de Investigaciones Económicas Superí 1502.

Kim, L. (1997). The dynamics of Samsung's technological learning in semiconductors. California Management Review, 39, 3.

Klir J.G, Yuan B. (1995). Fuzzy Set and Fuzzy logia. Theory and applications. : Prentice Hall.

Kosko, B. (1992). Pensamiento borroso: la nueva ciencia de la lógica borrosa. Barcelona. Crítica.

Kotler P; y Keller, K, (2006) Dirección de marketing 12^o edición, Ed. Pearson Prentice Hall, México.

Lall, S.(1992).Technological capabilities and industrialization. World Development, 20, 2.

Leiro, R. (2006). Diseño, estrategia y Gestión. Ediciones Infinito. Argentina.

Lopez, A. y Lugones, G. (1998). "Los tejidos locales ante la globalización del cambio tecnológico". Revista REDES. Nro. 12. Universidad Nacional de Quilmes. Buenos Aires.

Madrid, A; Madrid, R; Vicent J (1996), Fertilizantes, Editorial Mundiprensa, Madrid-España

Mallo P, Artola A, Morettini M, Galante M, Pascual M y Busetto A (2004), Analisis de la fidelidad de la clientela mediante lógica difusa y herramientas estadísticas. SAE

MANUAL DE FERTILIZANTES, (1993). National Plant Food Institute. Editorial Noriega. Mexico.

March, I., Cobos, A., Cortes, A., Lloria, B., Oltra, V., Pons. M. (1999),Innovación y competitividad. Metodología de análisis sectorial, Universitat de Valencia, Valencia

Markides, K. (1998). The Association Between Chronic Diseases and Depressive Symptomatology in Older Mexican Americans, January 17.

Medina, S. (2006). Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros. Universidad Javeriana, Cuadernos Administración, 19, 195 – 223.

Medina S. y Paniagua G. (2007) “Modelo De Inferencia Difuso Para Estudio de Crédito” Revista DYNA Agosto 21.

Medina, S. (2010). Modeling of operative risk using fuzzy expert systems. En M. Glykas (Ed.), Fuzzy Cognitive Maps Advances in Theory, Methodologies, Tools and Applications. Chios, Greece: Editorial Spinger, University of Aegean.

Murillo, W. (2008). La investigación científica. Ed Semphis, Madrid

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO DE COLOMBIA (2009) Encuesta nacional agropecuaria. Disponible en <http://www.agronet.gov.co/agronetweb/Boletines/tabid/75/Default.aspx>.

Molero, J., Buesa, M. (1996), "Innovatory activity in Spanish firms: regular versus ocasional patterns", International Conference on Management and New Tecnologies, Madrid, 12-14 Junio

Nadler, D y Tushman, M.. (1986). Organizing for Innovation. *California Management Review*, 3, 74-92.

Napal, M. (2001). “Una visión Neo Schumpeteriana del Cambio Tecnológico en los Países Latinoamericanos” Tesis de Grado, Departamento de Economía, Universidad Nacional del Sur.

Nelson, R. (1996). “National Innovation Systems: A retrospective on a Study. en Organization and Strategy in the Evolution of Enterprise. Ed. Dosi y Malerba.

Nonanaka, I.; Takeuchide, H. (1995). The knowledge-creating company: How Japanese create the dynamics of innovation. Oxford University Press.

OCDE (2002), Manual de Frascati, Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, “Frascati Manual 1993”,The Measurement of Scientific and Technological Activities Series, París.

OCDE (2005), Manual de Oslo, Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data – Oslo Manual, París. Disponible en: <http://www.finep.gov.be>.

O'Dell, C.; Grayson, C.J. (1998). If only we knew what we know: Identification and transfer of internal best practices. *California Management Review*, 40(3): 154-175.

Ohmae, K. (1988). *La Mente del Estratega* (Primera ed.). Mc Graw Hill. México.

Oke, A.; Munshi, N.; Walumbwa, F. (2009). The Influence of Leadership on Innovation Processes and Activities. *Organizational Dynamics*, 38(1): 64-72.

Oreilly, C. A.; Chatman, J.; Caldwell, D. F. (1991). *People and Organizational*

Padrón, J. (2006). *Investigar, reflexionar y actuar en la práctica docente*. Ed Athenas. España

Panda, H., Ramanathan, K. (1996), "Technological capability assessment of a firm in the electricity sector", *Technovation*, 16 (10), pp. 561-588

Pedrycz, W. y Gomide, F. (1998). *An Introduction to Fuzzy Sets, Analysis and Design*.

Pitt y Clarke (1999), *Competing on Competence: A Knowledge Perspective on the Management of Strategic Innovation*, 3 September, pages 301 - 316

Porter, M. (1979) "How competitive forces shape strategy", *Harvard business Review*.

Porter, M. E. *Ventaja Competitiva* (Primera ed.). CECOSA. México, 1987.

Prajogo D y Ahmed, E. (2006). Relationships between innovation stimulus, innovation capacity, innovation perform. *R&D Management*, 36.

Prasnikar J., (2008) Identifying and Exploiting the Inter relationships between Technological and Marketing Capabilities, *Long Range Planning* 41. 530-554

Rosas, A (2008). *Agricultura Organica Práctica*, Editorial Grupo Vereda, 5ta Edic, Bogotá – Colombia

Rousseva R. (2008), Identifying technological capabilities with different degrees of coherence: The challenge to achieve high technological sophistication in latecomer software companies (based on the Bulgarian case), *Technological Forecasting & Social Change* 75. 1007–1031

Rousseva. R. (2007) Approach for analysing capabilities in latecomer software companies, *UNU MERIT* . Artículo: 035,

Rush, H., Bessant, J., y Hobday, M. (2007). Assessing the technological capabilities of firms: developing a policy tool. *R&D Management*, 37, 221-236.

- Sallenave, J. (2002). La Gerencia Integral. Editorial Norma. Bogotá – Colombia.
- Schein, E. H. (1994). Innovative cultures and organizations. En Allen, T. J. y Scott, M.
- Schroder, R. (2005). Administración de operaciones. Editorial Mac Graw Hill. México.
- Schumpeter, J. A. (1957): "Teoría del Desarrollo Económico", Traducido
- Schumpeter, J. A. (1942). The theory of economic development. Cambridge, MA: Harvard University Press. Sloan Management Review Winter 55-63.
- Singh, N. (2004), 'Expert system prototype of food aid distribution', Journal of the American Dietetic Association 104(Supplement 2), 53-- 53.
- Solow, R (1957): "Technical Change and the Aggregate Production Function." *Review of Economics and Statistics*, 39:312-320.
- Strategor, (1988). La estructura organizativa en la empresa actual, boletín económico de información comercial española, N° 2850, 2005 , pags. 7-20.
- Subramaniam, M.; Youndt, M. (2005). The influence of intellectual capital on the types of innovative capabilities. *Academy of Management Journal*, 48 (3):450- 463.
- Tushman, M y O Reilly. Evolution and Revolution : Mastering the dynamics of innovation and change. Cambridge, Mass. Harvard business school.
- Tushman, M. y Nadler, D. (1986). Organizing for Innovation. *California Management Review*, 3, 74-92.
- Uribe J, Vanegas A y Cardona F. (2004). Tesis: Plan de negocios para la creación de una planta de procesamiento de residuos solidos urbanos para la producción de compost: Viabilidad para tres ubicaciones en la ciudad de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia.
- Vandervert L.R (2003) The neuropsychological basis of innovation. In: Larisa V. Shavinina, Editor, The International Handbook of Innovation, Elsevier Science, New York, pp. 17–30.
- Wang, C., Lu, L., y Chen, C. (2008). Evaluating firm technological innovation capability under uncertainty. *Technovation*, 28, 349–363.
- Wang, Li-Xin y Mendel, Jerry. (1992) "Back Propagation Fuzzy System as Nonlinear Dynamic Systems Identifiers" en Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems, Sna Diego, California, pp 1409-1418
- Wang, Li-Xin (1992) "Fuzzy Systemes are Universal Approximators" en Proceedings of the IEEE International Conference on Fuzzy Systems, San Diego, California, pp 1163-1170

Wenqiang Li, Yan Li, Jian Wang, Xiaoying Liu (2010), The process model to aid innovation of products conceptual design, *Expert Systems with Applications* 37 (2010) 3574–3587

Wierer K, y ABOOT, J. (1978). Mercadeo de los fertilizantes. Organización de las Naciones unidas para la agricultura y la alimentación. Roma.

Winter, S. (2003). Understanding Dynamic Capabilities. *Strategic Management Journal*, 24, 10.

Wolfe, (1994) Jeremy M. Wolfe. A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, 1(2):202–238, 1994.

Yam, R., Cheng, J., Guan, Kit Fai Pun, K., y Tang, E. (2004). An audit of technological innovation capabilities in chinese firms: some empirical findings in Beijing, China. *Research Policy*, 33, 1123–1140.

Yukl, G. (2009). Leading organizational learning: Reflections on theory and research. *Leadership Quarterly*, 20(1): 49-53.

Zadeh, L. y Bellman S 1970, 'Outline of a New Approach to the Analysis of Complex Systems and Decision Processes', *IEEE Transactions on Systems. Man and Cybernetics* 3(1), 35-48.

Zhi-Ping F, Bo Feng, Yong-Hong S. y Wei Ou, (2009), Evaluating knowledge management capability of organizations: a fuzzy linguistic method, *Expert Systems with Applications* 36 (2009) 3346–3354