

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN
INGENIERIA**

FACULTAD DE QUÍMICA

**Aplicación de la herramienta de Despliegue de la
Función Calidad (QFD) para el desarrollo de una forma
Farmacéutica para la suplementación de microminerales
a ovinos**

T E S I S

QUE PARA OBTAR POR EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERÍA

INGENIERÍA DE SISTEMAS - SISTEMAS DE CALIDAD

P R E S E N T A :

QFB. CLAUDIA MARIANO HERNÁNDEZ

TUTOR:

DRA. RAQUEL LÓPEZ ARELLANO

2007





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE GENERAL

	Página
Índice General	2
Índice de tablas	4
Índice de figuras	6
Resumen	7
Introducción	8
Hipótesis	9
Objetivos	10
Capítulo 1. Suplementación de minerales en ovinos y el diseño de medicamentos	11
1.1 La ganadería ovina en México	11
1.2 Importancia de los microminerales en la nutrición animal	13
1.2.1 Trastornos causados por las deficiencias de minerales	13
1.3 Importancia de los aportes de microminerales en la dieta del ganado ovino	17
1.4 Mercado farmacéutico veterinario	18
1.5 La importancia del diseño de productos farmacéuticos	20
1.5.1 Consideraciones en el diseño de productos	21
Capítulo 2. Antecedentes sobre el QFD	24
2.1. ¿Qué es el QFD?	24
2.2. Historia de QFD	25
2.3. Ventajas del QFD	29
2.4. Metodología del QFD	31
Capítulo 3. Aplicación del QFD en el desarrollo de nuevos productos	43
3.1. Antecedentes	43
Capítulo 4. Estudio de caso, aplicación del QFD en el desarrollo de la forma farmacéutica para suplementar microminerales a ovinos.	63
4.1 Objetivos	63
4.2. Elección del QFD para desarrollo de la tesis.	63
4.3. Metodología	65

4.3.1. Parte I	65
4.3.2. Parte II	65
4.3.3 Etapa 1. Selección del producto a desarrollar	66
4.3.4 Etapa 2. Voz del cliente	69
4.3.5 Etapa 3. Extracción de las necesidades del cliente	76
4.3.6 Etapa 4. Organización de las necesidades del cliente	77
4.3.7 Etapa 5. Necesidades del cliente prioritizadas	78
4.3.8. Etapa 6. Parámetros de diseño	81
4.3.9 Etapa 7. Matriz de relaciones	91
4.3.10 Etapa 8. Evaluaciones de importancia	93
4.3.11 Etapa 9. Evaluación de la ingeniería	94
4.3.12 Etapa 10. Matriz de correlación	95
4.3.13 Etapa 11. Análisis de resultados	97
4.3.14. Perfil del producto a desarrollar definido por la aplicación del QFD	104
5. Comentarios finales y recomendaciones	107
6. Áreas de investigación futura y en curso	108
7. Conclusiones	109
8. Anexos	110
Anexo I. Tabla de Segmentos de Cliente (TSC)	110
Anexo II. Blitz QFD	113
Anexo III. AHP Proceso de Jerarquía Analítica	115
Anexo IV. Diagrama Causa-Efecto	124
Anexo V. Resultados de los 25 procesos de Jerarquía analítica (AHP). Matrices de normalización iniciales.	126
9. Referencias	136

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Producción de carne de ovino en canal México 2000-2003 (toneladas)	12
Tabla 2. Signos clínicos de las deficiencias de minerales en los rumiantes	14
Tabla 3. Factores asociados al suelo	15
Tabla 4. Ejemplo de atributos claves	21
Tabla 5. Resumen de las diferencias entre el diseño secuencial y el diseño concurrente	34
Tabla 6. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 1997	44
Tabla 7. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 1998	45
Tabla 8. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 1999	46
Tabla 9. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2000	46
Tabla 10. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2001	47
Tabla 11. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2002	49
Tabla 12. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2004	51
Tabla 13. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2004	52
Tabla 14. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2005	53
Tabla 15. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2006	54
Tabla 16. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2007	56
Tabla 17. Herramientas y métodos aplicados para obtener la voz del cliente	57
Tabla 18. Herramientas y métodos aplicados para extraer las necesidades del cliente	59
Tabla 19. Herramientas y métodos aplicados para organizar las necesidades del cliente	59
Tabla 20. Herramientas y métodos aplicados para priorizar las necesidades del cliente.	60
Tabla 21. Herramientas y métodos aplicados para establecer los parámetros de diseño	61

Tabla 22. Tabla de segmentos del cliente (TSC) elaborada	68
Tabla 23. Productos existentes en el mercado nacional para suplementar selenio, según la encuesta realizada	74
Tabla 24. Análisis de la estructura de las necesidades del cliente y segundas necesidades obtenidas	75
Tabla 25. Priorización de las necesidades	76
Tabla 26. Ejemplo de una matriz de comparación	79
Tabla 27. Tabla de ponderación	79
Tabla 28. Ejemplo de una matriz de normalización	80
Tabla 29. Ejemplo de una matriz de normalización final	80
Tabla 30. Identificación de elementos y actividades en el desarrollo de la formulación	86
Tabla 31. Identificación de elementos y actividades en el desarrollo del proceso	87
Tabla 32. Organización de elementos y actividades en el desarrollo de la formulación (Comos) con cada una de las necesidades (Ques)	88
Tabla 33. Intensidad de la relación	91
Tabla 34. Especialidades médicas veterinarias para la suplementación de selenio de venta en México	99
Tabla 35. Atributos claves del producto a desarrollar	105
Tabla 36. Formulación del “bolo” para la suplementación de selenio	106

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Estados con mayor producción anual de carne de ovino en canal en México de 2000 a 2003	12
Figura 2. Etapas del proceso del desarrollo de productos	25
Figura 3. Efecto del QFD en el tiempo de desarrollo del producto	30
Figura 4. Modelo de Kano modificado	33
Figura 5. Análisis de la Voz del cliente	36
Figura 6. ¿Qué? En la Casa de la calidad	37
Figura 7. ¿Qué? En la Casa de la calidad	37
Figura 8. ¿Cómo? En la Casa de la calidad	38
Figura 9. Matriz de relaciones en la Casa de la calidad	39
Figura 10. Evaluaciones de importancia en la Casa de la calidad	40
Figura 11. Evaluaciones de la ingeniería en la Casa de la calidad	40
Figura 12. Matriz de correlación en la Casa de la calidad	41
Figura 13. Matriz de correlación en la Casa de la calidad	42
Figura 14. Gráfico de porcentaje de trabajos y publicaciones por tema en el desarrollo de productos en los últimos 10 años.	62
Figura 15. Etapas de la metodología en la parte I	65
Figura 16. Aplicación del QFD	66
Figura 17. Gráfico de los microminerales con mayor porcentaje de frecuencia.	71
Figura 18. Gráfico de la forma de suplementación más conveniente según los resultados de la encuesta	73
Figura 19. Necesidades prioritarios para el cliente	78
Figura 20. Necesidades prioritizadas	81
Figura 21. Diagrama causa-efecto de las necesidades para lograr la satisfacción del Cliente	82
Figura 22. Diagrama causa-efecto de la necesidad SELENIO	82
Figura 23. Diagrama causa-efecto de la necesidad	

SUPLEMENTACIÓN ORAL DIRECTA	83
Figura 24. Diagrama causa-efecto de la necesidad DOSIS	
REPETIDAS	85
Figura 25 Diagrama causa-efecto de la necesidad PRESENTACIÓN	84
Figura 26. Diagrama causa-efecto de la necesidad PRECIO	85
Figura 27. Ubicación de los “Qués” y “Cómos” en la “casa de la calidad”	90
Figura 28. Valores en la matriz de relaciones	92
Figura 29. Evaluaciones de importancia	93
Figura 30. Evaluación de ingeniería	94
Figura 31. Matriz de correlación	96
Figura 32. “Casa de la calidad” construida para el estudio de caso aplicación del QFD en el desarrollo de la forma farmacéutica para suplementar microminerales a ovinos	97
Figura 33. Proceso de fabricación de bolos de selenito de sodio	106

RESUMEN

El presente trabajo integra los aspectos teóricos del Despliegue de la Función Calidad (QFD) aplicado en el desarrollo de productos; qué hacer, cómo hacerlo, sus ventajas y sus efectos. En particular se plantea el uso del QFD en el desarrollo de una forma de suplementación de selenio para ganado ovino, tomando en consideración primeramente que México es uno de los países que posee una distribución generalizada de explotación de ovinos y por otra la información obtenida en los consumidores de este tipo de productos.

Para trabajar en un enfoque de sistema, son muy útiles los enfoques multidisciplinarios e interdisciplinarios. Se propuso por ello un equipo de trabajo formado por médicos veterinarios, químicos farmacéuticos, ganaderos, químicos formuladores, doctores en ciencias farmacéuticas así como estudiantes de licenciatura de modo que se encontraran representadas todas las áreas que intervienen en el funcionamiento del sistema y de su entorno.

Se presentan 4 capítulos, donde primeramente se expone la suplementación de minerales en ovinos y el diseño de medicamentos. De igual modo describe la situación de la explotación de ganado ovino nacional. La información que contiene el capítulo 2 abarca diversas definiciones del QFD y su evolución histórica, su importancia y sus ventajas dentro del desarrollo de productos y por otro lado la metodología para su aplicación. En el capítulo siguiente, se describen aplicaciones del QFD en el desarrollo de productos, lugar de aplicación así como algunas de las herramientas empleadas en cada una de las etapas del desarrollo.

Dentro del estudio de caso, se involucra la información de los capítulos anteriores, la justificación del uso del QFD en el proyecto, así como cada una de las etapas de desarrollo de la forma farmacéutica para la suplementación de selenio en ovinos. Posteriormente se plantea un análisis de los resultados y la construcción de la “casa de calidad” así como las conclusiones.

Finalmente se aborda una serie de áreas de investigación futuras y en curso, comentarios finales y recomendaciones.

INTRODUCCIÓN

Debido a la trascendencia social que reviste el funcionamiento de la industria farmacéutica ha aumentado el interés en la obtención de medicamentos disminuyendo costos y tiempo en su desarrollo tanto de uso en humanos como veterinario. Los profesionales del área de la salud, tienen como objetivo principal desarrollar medicamentos de calidad y que ésta sea consistente de lote a lote, a la fecha conceptos como Ingeniería de la calidad, Control Total de la Calidad, Buenas Practicas de fabricación y Validación son, indudablemente, herramientas que permiten caracterizar a los productos y los factores que afectan su calidad ^[41].

Valores tales como “calidad de vida”, “calidad y buen precio”, “calidad y cuidado del medio ambiente”, “calidad, bienestar y salud” entre muchos otros, van lentamente aumentando su presencia y tienen una influencia directa sobre el modo en que los consumidores evalúan, eligen y perciben a los productos y más específicamente a los medicamentos. Todo esto torna a los consumidores mucho más exigentes en materia de calidad y seguridad. Esto implica que quienes se dediquen a desarrollar productos deberán indagar con mayor agudeza en la mente del consumidor y actualizar obligatoriamente los métodos de investigación del mismo, oportunidad excelente que ofrece el empleo de la metodología del QFD.

Hoy en día se maneja un concepto diferente de calidad donde se piensa en el receptor final del mismo; las necesidades del consumidor del servicio o productos son las que deben considerarse para establecer las reglas de concepción y diseño, además de cumplir con los aspectos regulatorios. La sociedad utiliza una gran variedad de productos, para que uno de ellos sea elegido es esencial que satisfaga las necesidades del usuario siendo esto la calidad del producto que puede definirse como la aptitud para el uso ^[10].

Este concepto de calidad no sólo es aplicable al producto, sino también al desarrollo de una metodología analítica, de un proceso o en cualquier etapa del desarrollo de un medicamento, desde el descubrimiento de una molécula hasta la presentación de una nueva forma farmacéutica con un activo conocido, o un producto con ciertas ventajas frente a los ya existentes en el mercado.

Actualmente es de interés el desarrollo de un producto para la suplementación de microminerales a ovinos, que considere las necesidades de productores y médicos veterinarios.

El desarrollo de dicho producto tanto en su proceso de fabricación como en su formulación requieren del establecimiento de una línea de comunicación entre formuladores y consumidores que integren grupos de trabajo multidisciplinarios y permita lograr un verdadero conocimiento de la “voz del cliente” que se refleje en la obtención de un producto de calidad con ventajas competitivas, que satisfaga a los consumidores de productos veterinarios y la falta de atención en el área de salud animal. Por otro lado una de las claves para lograr la mejora continua es que los clientes se involucren en el proceso de desarrollo del producto lo antes posible siendo este el enfoque del QFD, herramienta cuya aplicación se plantea para el desarrollo de una forma farmacéutica para la suplementación de microminerales a ovinos.

Existe gran cantidad de métodos y herramientas para el desarrollo de nuevos productos, algunos de los cuales han sido ampliamente utilizados en muchas industrias y medio científico, con o sin fines de lucro, pero de muy poco uso en la industria farmacéutica veterinaria, entre estos últimos se encuentra el QFD.

HIPÓTESIS

El empleo de la herramienta de despliegue de la función calidad (QFD), permitirá obtener un producto farmacéutico veterinario para la suplementación de microminerales en ovinos que cumpla con las expectativas de los consumidores.

OBJETIVOS

General:

- Desarrollar una forma farmacéutica para la suplementación de microminerales a ovinos a través de la metodología del QFD.

Particulares:

- Realizar una investigación de antecedentes teóricos sobre la aplicación del proceso de despliegue de la función calidad (QFD) para el desarrollo de nuevos productos.
- Aplicar la metodología del QFD para concebir el producto a partir de las necesidades identificadas en los clientes con respecto a la suplementación de microminerales.
- Usar la “Casa de la Calidad” para organizar la información y el conocimiento respecto al producto en desarrollo; así como diversas herramientas de calidad en cada uno de los pasos en la concepción de la misma.

1. SUPLEMENTACIÓN DE MINERALES EN OVINOS Y EL DISEÑO DE MEDICAMENTOS

1.1 La ganadería ovina en México

Las condiciones ecológicas en casi todas las regiones de México favorecen el desarrollo de la actividad ganadera, que se practica a lo largo y ancho del país en unidades productivas que disponen de diferentes características técnicas.

La ganadería ovina se destaca por su importancia comercial. Se practica de forma extensiva fundamentalmente en el norte del país, concentrándose en los estados de Chihuahua, Durango, Sonora y Zacatecas una cuarta parte de las existencias nacionales, de las que una proporción considerable se exporta como ganado en pie a Estados Unidos. En el centro de la República y en las llanuras tropicales de Veracruz, Tabasco y Chiapas, la ganadería se orienta de forma general a satisfacer la demanda del mercado interno. La tabla 1 muestra la producción de carne de ovino en canal en México de 2000 a 2003 en toneladas [54].

El ganado caprino y ovino tiene también una gran importancia para el conjunto de la ganadería mexicana, debido sobre todo a las especiales características de estos animales que les permiten sobrevivir en zonas no aptas para el desarrollo de otras especies. Su importancia relativa viene dada por su aprovechamiento productivo (leche, lana, carne y cueros) y por las zonas deprimidas que ocupan en el territorio mexicano. En el caso del ganado caprino, tanto la producción de carne en canal como la de leche han sufrido una variación negativa (2,4% y 3,8%, respectivamente) con respecto a 1996.

**Tabla 1. *Producción de carne de ovino en canal en México 2000-2003
(toneladas)**

ESTADO	2000	2001	2002	2003
México	5,409	5,512	5,548	7,279
Hidalgo	4,626	4,710	4,944	5,381
Veracruz	3,134	4,538	4,643	4,891
Puebla	2,546	2,607	2,644	2,673
Zacatecas	1,909	2,026	2,022	2,203
Otros	15,766	16,828	18,395	19,739
Total	33,390	36,221	38,196	42,166

*<http://portal.veracruz.gob>.

Estados con mayor producción de carne de ovino en canal en México de 2000 a 2003

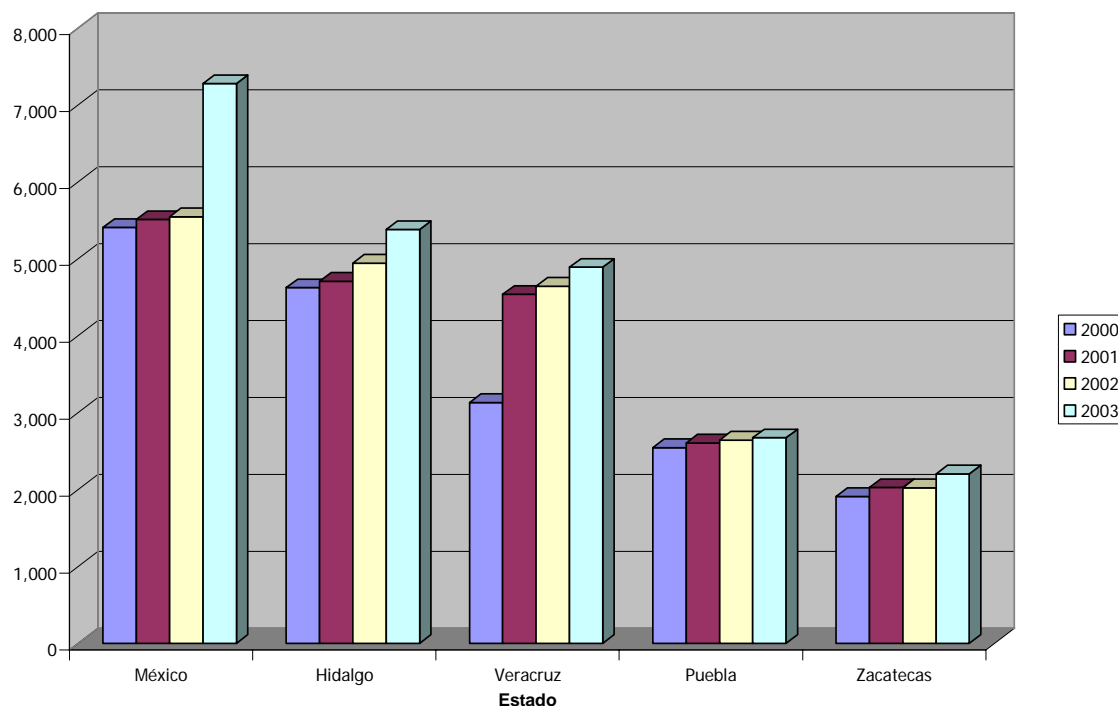


Figura 1. Estados con mayor producción de carne de ovino en canal en México de 2000 a 2003

1.2 Importancia de los microminerales en la nutrición animal

La incorporación de los elementos minerales traza es requerida en las dietas de todos los animales, para el mantenimiento de la salud, crecimiento y un sinnúmero de funciones bioquímicas y fisiológicas [9]. La importancia de los minerales reside en que son necesarios para metabolizar la proteína y la energía de los alimentos en componentes del organismo o en productos animales: leche, carne, crías, piel, lana, etc [3]. Además, ayudan al organismo a combatir las enfermedades, manteniendo al animal en buen estado de salud. Se ha considerado a los minerales como el tercer grupo limitante en la nutrición animal, siendo a su vez, el que tiene mayor potencial y menor costo para incrementar la producción del ganado [58].

1.2.1 Trastornos causados por las deficiencias de minerales

Las deficiencias de minerales en el ganado, han sido reportadas en casi todas las regiones del mundo. Las carencias de minerales pueden causar en general los siguientes trastornos en los animales:

Reproductivos: porcentaje de partos, servicios por concepción, abortos, retenciones placentarias, intervalos entre partos.

Productivos: producción de leche, ganancia de peso, peso al nacimiento, peso al destete, porcentaje de destete.

Sanitarios: mortalidad, incidencia de enfermedades

Conducta: nerviosismo, lamido de paredes y estructuras metálicas

Consumo: disminución del consumo de alimento o apetito depravado (consumo de tierra, huesos, piedras, maderas).

Otros: fracturas, diarreas, deformación de huesos.

Por lo anterior, es de suma importancia conocer o consultar no sólo los trastornos causados por la carencia de minerales sino también los causados por

agentes infecciosos, previo a determinar la suplementación con minerales. Los signos clínicos ante una deficiencia, son muy variables y dependen del mineral o minerales en cuestión en la tabla 2 se muestran algunos de ellos ^[46].

Tabla 2. Signos clínicos de las deficiencias de minerales en los rumiantes^[46]

Esqueleto anormal	Anemia	Reproductivos	Piel y pelo	Pica	Nerviosos	Diarrea
Calcio	Hierro	Fósforo	Cobre	Fósforo	Magnesio	Cobre
Fósforo	Zinc	Zinc	Zinc	Cobalto	Potasio	
Manganeso	Cobre	Manganeso	Cobalto	Sodio	Calcio	
Magnesio	Cobalto	Cobre	Fósforo	Cobre	Cobre	
Cobre		Yodo	Potasio		Manganeso	
		Selenio	Sodio		o	
		Cobalto	Yodo			

Se debe tomar muy en cuenta que trastornos patológicos asociados con las deficiencias de minerales, ya que se pueden confundir principalmente con parasitosis internas (parásitos hematófagos), externas (sarna) o con deficiencias de vitaminas (complejo B, A y D)

Los desórdenes minerales presentados en el animal son consecuencia de la compleja relación existente entre el suelo, la planta y el animal. Existen diversos factores que pueden afectar esta relación ^[35].

- Estado mineral del forraje: La concentración de minerales en la planta no siempre esta asociada al contenido mineral del suelo. El contenido de éstos en la planta varía de acuerdo con lo siguientes factores.
- Género y especie: Las plantas arbustivas y leguminosas son más ricas en minerales que las gramíneas.

- Madurez de forraje: La aplicación de fertilizantes en el suelo (nitrógeno), y secado al sol y/o exposición a lluvia y viento por tiempo prolongado.
- Cercanía de los forrajes a fábricas o zonas industriales.
- Agua utilizada para el riego del forraje.
- Y Factores asociados al suelo que se describen en la tabla 3.

Tabla 3. Factores asociados al suelo ^[35]

Factor	
Clima	Las zonas de alta precipitación y con temperatura elevada ocasionan erosión y deslave de minerales.
Materia orgánica	Incrementa la disponibilidad de los microminerales ya que interviene en la retención y transporte de los mismos dentro de los forrajes.
pH	Afecta la solubilidad y disponibilidad de los minerales para los forrajes. Se ha demostrado que a un pH de 5.5 – 8.5 se absorbe mayor cantidad de minerales.
Temperatura	Las bajas temperaturas limitan la absorción de minerales en los forrajes.
Textura y tipo de suelo	Afecta la absorción de minerales de los forrajes.
Humedad	Modifica la solubilidad y disponibilidad. En los suelos con poca humedad aumenta el nitrógeno disponible, disminuyendo las concentraciones de fósforo.

1.2.1.1 Fuentes de minerales para los rumiantes.

Los animales pueden obtener los minerales a partir de las siguientes fuentes:

- a) Agua. El agua es rica en Na, Cl, Ca, Mg, I, Co y S. En ciertas regiones el agua puede contener elementos tóxicos como el arsénico, flúor, plomo, cadmio, nitratos y nitritos.
- b) Suelo. Es una fuente de Co, Se, Mb y I. El consumo del suelo puede ser indirecto a través del pastoreo, o bien directo, lo cual denota una deficiencia.
- c) Alimento.
 - a. Vegetales:
 - i. Cereales. Son deficientes en Ca, K, Na, Cu, Mn y Zn.
 - ii. Pastas de oleaginosas: Son más ricas en minerales que los cereales
 - iii. Melaza: Es alta en Mn, K, S, y baja en P, Zn.
 - iv. Pajas: Son deficientes en minerales excepto en K y Fe.
 - b. Animales:
 - i. Subproductos animales: Son excelentes fuentes de minerales excepto en Mg.
 - ii. Excretas: Son buenas fuentes de minerales, pero contienen demasiado Ca con respecto al P, exceso de Fe y C (hasta 686 ppm).

Compuestos inorgánicos.

Se incluyen tanto fuentes naturales como roca fosfórica, conchas marinas, cascarón de huevo, etc., así como las presentaciones comerciales.

Los animales con deficiencias consumirán al inicio grandes cantidades de minerales, posteriormente regulan su consumo a niveles normales. Puede ocurrir lo contrario, que a pesar de las deficiencias el consumo sea nulo. En estos casos hay que mejorar la palatabilidad con alimentos atractivos, como melaza y/o cereales finamente molidos ^[55].

1.2.1.2. Suplementación de microminerales

Para los rumiantes en pastoreo sin suplementación alimenticia alguna, la proteína y energía son proporcionadas únicamente por el forraje que consumen, en tanto los minerales son proporcionados también, pero en menor grado, por el suelo y el agua que consumen, en tanto los minerales son proporcionados también, pero en menor grado, por el suelo y el agua que consumen.

En las regiones tropicales de Latinoamérica se han identificado deficiencias de minerales, siendo la más importante la de fósforo (P). En los pastos de la zona ganadera del estado de Yucatán, México, además de la deficiencia de fósforo se han detectado excesos de hierro, ausencia total de cobalto y selenio, mientras que el cobre y el zinc se han encontrado en niveles marginales.

Es posible corregir los desbalances y deficiencias de minerales, mediante el suministro de suplementos ^[23].

1.3 Importancia de los aportes de microminerales en la dieta del ganado ovino

En las regiones tropicales de América, las pasturas constituyen la base de la alimentación de los rumiantes. La disponibilidad y calidad del forraje están influenciadas por diferentes factores tales como los climáticos, edáficos, de manejo, morfológicos, etc., que afectan de diversa manera su composición química y estructural. Los factores principales asociados a los forrajes, que limitan la producción de rumiantes en pastoreo en las regiones tropicales son: el bajo contenido de proteína, el bajo consumo de energía debido a un alto contenido de fibra de los mismos y los desbalances de minerales, es decir, sus deficiencias y excesos. Estos factores limitantes se ven acrecentados durante la época de sequía.

En general la nutrición animal se ha enfocado a las proteínas y energía, dando poca importancia a los minerales. Se han identificado más de 60 elementos en las cenizas en los tejidos de los animales superiores, sin embargo, muchos de ellos no se ha determinado su función exacta dentro del organismo.

El conocimiento de las funciones de cada uno de los minerales en el organismo, es de gran importancia, no sólo para corregir las deficiencias y en consecuencia disminuir sus efectos negativos en la producción, también para evitar el riesgo de intoxicaciones, que se puede causar el implementar estrategias de suplementación, sobre todo cuando se trata de microminerales o minerales traza como el cobre y selenio.

Las necesidades en minerales deben ser cubiertas y controladas mediante el manejo de la alimentación, para evitar una carencia o toxicidad de alguno de los elementos. Dentro de la gran cantidad de elementos minerales que contiene el organismo, tan solo 15 han demostrado ser esenciales para el ganado ovino, considerándose como esencial aquellos en los que se ha demostrado que poseen una función metabólica en el animal. Los microminerales esenciales son el Selenio, el Cobre, el Zinc, el Manganeso, el Hierro, el Cobalto, el Molibdeno y el Yodo. Sus necesidades se expresan normalmente como ppm (mg por Kg) en materia seca.

Las necesidades en minerales del ganado ovino adulto se verán afectadas por factores ligados al animal como la edad, el estado productivo (mayores necesidades minerales en ovejas con gestación avanzada o en el periodo de lactación), el número de corderos (mayor con partos múltiples), el peso vivo, el estado sanitario (las parasitosis crónicas aumentan las necesidades), las condiciones de estrés (vacunación, esquila,...), la raza y el tipo de producción. En cuanto a los aportes, también influirán una serie de factores, como la disponibilidad y actividad de las diferentes fuentes aportadas, la interacción con otros minerales, el tipo de forraje o composición de la ración diaria, el tipo de suelo y los factores de manejo de la alimentación.

1.4 Mercado farmacéutico veterinario

Los medicamentos veterinarios pueden ser convenientemente clasificados en dos grandes categorías:

- a. Los medicamentos desarrollados para los animales de producción y
- b. Los desarrollados para los animales de compañía.

Los animales de producción se clasifican en:

1. Ganado bovino (incluye vacas lecheras),
2. Ganado ovino y caprino,
3. Ganado porcino,
4. Aves de corral y guajolotes
5. Pescado y algunos otros animales a partir de los cuales se obtiene carne u otros productos tales como el huevo o la leche.

En México, el sector de los animales de producción es de gran importancia, pues de manera general conforme pasa el tiempo la producción de estos animales va en aumentos, lo que conlleva a desarrollar medicamentos que sean más eficaces en cuanto administración se refiere y seguros en cuanto al control de la liberación, pues esto último impacta directamente en la preservación de la seguridad del abastecimiento o suministro de alimentos a los humanos.

Existen muchas similitudes entre las industrias enfocadas a la salud humana y las enfocadas a la salud animal, entre ellas que ambas industrias tienen presencia global, son altamente reguladas y tienen que ser altamente competitivas. Sin embargo, hay notables diferencias y existen consideraciones especiales en el desarrollo de productos veterinarios como: la sensibilidad a costos, al tiempo, a la multitud de especies y razas, a la variabilidad en el peso de los animales, a la satisfacción del consumidor, la seguridad del usuario y de la especie a la que va dirigido el medicamento y a las prácticas pecuarias ^[19].

A nivel mundial los productos farmacéuticos para el ganado bovino, porcino y avícola dominan el mercado farmacéutico en salud animal y se estiman en el 70% de las ventas totales, el restante 30% corresponde a los animales de compañía.

A la fecha, la mayoría de los productos veterinarios incluyen antibióticos, agentes antiparasitarios, hormonas para la sincronización del estro, esteroides para el control de la fertilidad (en animales de compañía) y promotores del crecimiento. Productos veterinarios farmacéuticos biológicos y parasiticidas son los segmentos terapéuticos más grandes, que comprenden el 50% del mercado

mundial. Sin embargo, los medicamentos veterinarios que están siendo generalmente solicitados son también para condiciones veterinarias como el cáncer, ansiedad, dolor e hipertensión.

1.5 La importancia del diseño de productos farmacéuticos

Es muy importante definir adecuadamente un nuevo producto antes de que el desarrollo serio sea aplicado. En muchos casos el valor de la fase de diseño es frecuentemente desestimado en la prisa de iniciar el desarrollo y el lanzamiento del producto al mercado.

La calidad en las actividades de diseño, puede influenciar fuertemente los sucesos en el desarrollo de un producto competitivo y el retorno de la inversión. Diversas industrias no farmacéuticas invierten dinero y tiempo en la fase inicial del diseño del producto.

La definición de producto, las especificaciones técnicas del producto y la estimación de costos, debe estar de acuerdo con la satisfacción de la compañía y de un producto viable. Una definición simple del “diseño del producto” es “etapa inicial de desarrollo de un producto, donde se establece un panorama “global” sobre la naturaleza del producto a desarrollar”.

El efectivo diseño del producto tiene importantes beneficios:

- Provee de una clara dirección y los objetivos del producto
- Brinda de los requerimiento claves funcionales para el inicio de diversas etapas en el desarrollo (tales como desarrollo farmacéutico, seguridad, clínica, operaciones de manufactura, aseguramiento de calidad, asuntos regulatorios y ventas)
- Asegura la fiabilidad del proyecto en términos comerciales y técnicos
- Identifica riesgos potenciales y por lo tanto la forma de minimizarlos
- Evita perdida de recursos
- Provee de una buena referencia para los planes de desarrollo.

1.5.1 Consideraciones en el diseño de productos

1.5.1.1 Perfil de producto y requerimientos mínimos

Un perfil de producto, define los atributos establecidos en el mercado, basados en las necesidades del cliente. Los clientes incluyen a los proveedores, internos y externos, tales como producción, ventas, distribuidores, médicos, enfermeras, farmacéuticos y pacientes. Cada cliente tiene un “buen” producto (de acuerdo a sus expectativas de calidad y requerimientos en cuanto a especificaciones) “buen” tiempo y “buen” precio.

El perfil de producto es frecuentemente expresado en términos clínicos, pero tiene que incluir también términos farmacéuticos, técnicos, regulatorios y atributos comerciales. El perfil del producto se basa en las características de un producto ideal a partir de los atributos mínimos que deben satisfacerse ^[25].

Tabla 4. Ejemplo de atributos claves ^[25]

Atributos claves
Enfermedad tratada
Tipo de pacientes
Vía de administración
Eficacia
Seguridad/tolerabilidad
Farmacoeconomía
Dosis/presentación (tipo/cantidad)
Dosis y frecuencia de dosificación
Diseño del empaque/tipo
Proceso
Aspectos estéticos (color, sabor, olor, etc.)
Puntos de venta
Costo
Precio comercial

1.5.1.2. Estudios de preformulación

Es claro el beneficio de conducir los estudios de preformulación para caracterizar los fármacos candidatos y para determinar las propiedades fisicoquímicas consideradas importantes en el desarrollo de la propuesta de forma de dosificación para mantener el diseño del producto. Los datos de preformulación como solubilidad, estabilidad, compatibilidad de excipientes y otros estudios de preformulación incluyen en la selección de la forma de dosificación y excipientes.

El resultado puede ser influido por la elección del proceso de manufactura, los datos de preformulación pueden también ayudar en el establecimiento de parámetros de calidad que son críticos para el producto. El desarrollo de la formulación en pruebas clínicas tempranas (fase I) es frecuentemente una simple y diferente forma de proponer la forma de dosificación comercial. Un desarrollo paralelo puede reducir significativamente el tiempo, por ejemplo; una formulación comercial podría ser una tableta recubierta, pero en la formulación clínica inicial puede tratarse de una solución oral o suspensión o bien una cápsula. Las autoridades sanitarias se interesan en la unión entre la formulación usada en los estudios clínicos iniciales y los usados en la fase III y en los estudios del producto comercial final.

El objetivo de muchas compañías es optimizar y finalizar el producto comercial (formulación y proceso) para iniciar los estudios clínicos y minimizar el tiempo de los trámites sanitarios.

El nivel de información de la forma de dosificación y empaquetado deben de proveer suficientemente claro los detalles al grupo de desarrollo farmacéutico. Estos atributos farmacéuticos pueden ser documentados separadamente en un “perfil de producto farmacéutico” [25]. Y se pueden incluir además requerimientos sanitarios y atributos comerciales.

1.5.1.3. Requerimientos para el empaque primario

En adición a la información de preformulación, existen otras consideraciones en la selección de los excipientes y los componentes de empaque para el producto. Una lista de requerimientos para el empaque primario, tales como:

- El empaque debe ser aceptado por las autoridades sanitarias
- Solo deben usarse empaque con más de un proveedor en el país
- El empaque debe ser consistente en dimensiones y materiales
- El empaque deber ser probado en cuanto a sus especificaciones de funcionamiento y uso

CAPITULO 2. ANTECEDENTES SOBRE EL QFD

2.1. ¿Qué es el Despliegue de la Función de Calidad: QFD?

Stephen Uselac *Zen Leadership: The Human Side of Total Quality Team Management*, (Londonville, OH. Mohican Publishing Company, 1993), define al Despliegue de la Función de Calidad como: *“Una práctica para diseñar tus procesos en respuesta a las necesidades de los clientes. QFD traduce lo que el cliente quiere en lo que la organización produce. Le permite a una organización priorizar las necesidades de los clientes, encontrar respuestas innovativas a esas necesidades, y mejorar procesos hasta una efectividad máxima. QFD es una práctica que conduce a mejoras del proceso que le permiten a una organización sobrepasar las expectativas del cliente”*- [27].

George R. Perry, Vicepresidente de Calidad y Confiabilidad de Allied Signal, Inc., de Southfield, Michigan, define QFD como *“un método sistemático para garantizar que las propiedades, características y especificaciones de un producto, así como la selección y desarrollo de equipo, métodos y controles del proceso, estarán orientados a las demandas del cliente o del mercado”* [64].

El QFD es un sistema para traducir los requerimientos del cliente a parámetros apropiados de la organización en cada etapa del ciclo de desarrollo de productos, desde la investigación y desarrollo hasta planeación, producción, mercadotecnia, ventas y distribución [8]. El QFD traduce los requerimientos del cliente a las especificaciones adecuadas para la organización en cada una de las etapas del proceso de desarrollo de productos que se muestran en la figura 2 [53].

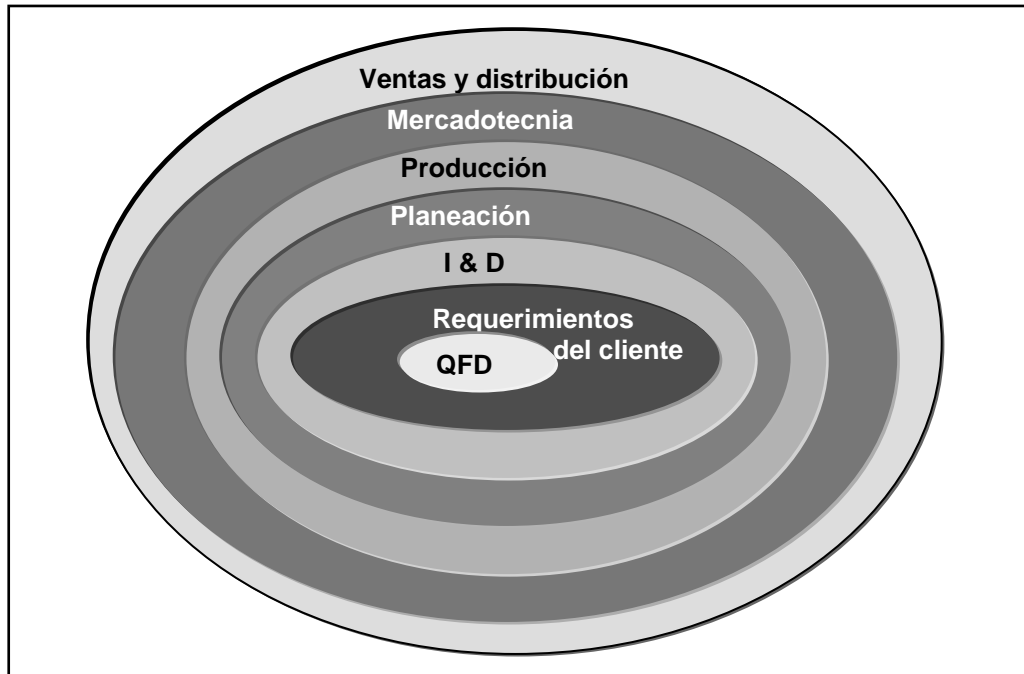


Figura 2. Etapas del proceso del desarrollo de productos ^[53]

2.2. Historia del QFD

El método nació en Japón y fue concebido por Yoji Asao en 1966 que lo orientó a mejorar los diseños y desarrollo de productos. La base de las matrices actuales al estilo QFD, llamadas originalmente Tablas de Calidad, fueron propuesta y usadas originalmente, en el Astillero Kobe de la Mitsubishi Heavy Industries para diseñar barcos superpetróleros (supertankers) y su metodología se consolidó y expandió geográficamente en las décadas siguientes y todavía se usa en las industrias de manufactura y de servicios ^[47]. En aquellos años el público comenzaba a valorar la importancia de la calidad del diseño y esta valoración sirvió como una palanca motivadora para la creación del QFD.

La idea del QFD fue madurando en aplicaciones de diverso tipo, pero el método no lograba consolidar el concepto de calidad del diseño; las matrices se han usado para una gran variedad de propósitos en los Estados Unidos y otros lugares desde los años '50. Desde hace mucho se venían usando como una herramienta para comprender relaciones entre todo tipo de entradas y salidas, pero ellas solas no

podrían haber nunca generado el producto integrado que es hoy el Despliegue de la Función Calidad ^[36]. Hacia 1972, en el Astillero de Kobe, con Shigeru Mizuno y Yasushi Furukawa trabajando como consultores externos, se desarrolló la matriz de la calidad, que sistematizaba la relación entre las necesidades de los clientes y las características de calidad incorporadas en los productos; la matriz de la calidad constituye hoy el núcleo del QFD ^[17]. En 1975, la Sociedad Japonesa de Control de Calidad (JSQC) estableció un comité de estudio del QFD para formular su metodología, y en 1987, luego de 13 años de esfuerzo, publicó un estudio sobre las aplicaciones del QFD en 80 empresas japonesas, donde se utilizaba para objetivos como los siguientes:

- Establecimiento de la calidad de diseño y la calidad planificada
- Realización del *benchmarking* de productos de la competencia
- Desarrollo de nuevos productos que posicionaran a la empresa por delante de la competencia
- Acumulación y análisis de información sobre la calidad en el mercado
- Comunicación a procesos posteriores de información relacionada con la calidad
- Identificación de puntos de control en planta
- Reducción del número de problemas iniciales de calidad
- Reducción del número de cambios de diseño
- Reducción del tiempo de desarrollo
- Reducción de los costos de desarrollo y
- Aumento de la participación en el mercado.

Desde sus inicios QFD fue considerada parte del instrumental de la gestión total de la calidad, conocida en aquel país como *Total Quality Control (TQC)*, y fue diseñado específicamente para la creación de productos y nuevas aplicaciones ^[24].

Al cabo de unos diez años desde su origen, el concepto del QFD se consolidó y fue adoptado por grupos industriales como Toyota; por ser una herramienta de aplicación general, pronto se vio su utilidad en empresas de electrónica, artefactos para el hogar, caucho sintético y en el sector de los servicios; Pitts lo introdujo en

los E. U. a mediados de los 80 ^[42]. Aún no logra su adopción a gran escala en ese país, pero se está usando en empresas manufactureras como Hewlett-Packard y en organizaciones de servicio como St. Clair Hospital en Pittsburg. Existen aplicaciones del QFD en numerosos países de Europa y también en la Argentina, Australia, Brasil, Corea, China y otras naciones.

El QFD evolucionó al unísono con una idea del marketing: el diseño debe reflejar los gustos y deseos de los clientes más que el potencial tecnológico o las preferencias de los ingenieros de diseño ^[43]. El concepto del QFD evolucionó también en paralelo con el desarrollo de los equipos interfuncionales. Daba a estos una herramienta para integrar en mejores productos la riqueza informativa que surgía de la conjunción de la tecnología informática con las modernas técnicas estadísticas aplicadas a las encuestas de marketing. Asimismo, la metodología contribuyó a consolidar más prontamente el proceso de diseño; estos mismos autores realizan una comparación entre el número de cambios de diseño en una automotriz japonesa que utiliza el QFD con el número correspondiente a una empresa norteamericana semejante que no lo utiliza: el diseño japonés concentra el 90% de los cambios entre 24 y 14 meses antes de la fabricación del primer vehículo y casi no hay cambios luego de éste; el diseño norteamericano, por su parte, experimenta numerosos cambios incluso tres meses después de poner en marcha la línea de producción ^[56].

Mehta (1994) presenta la aplicación del QFD en la fabricación de chips electrónicos que Intel aplica en el diseño de sus productos. El diseño comienza con visitas muy activas a clientes clave, que participan a lo largo de todo el proceso, hasta que el producto termina su ciclo de desarrollo. “El resultado de este enfoque—nos dice el autor—es un producto que los clientes realmente quieren, comparado con el que ellos supuestamente necesitan”. Roberts (1996) describe el diseño de un prototipo compacto para sillas de ruedas, equipos de oficinas multiposición y otras aplicaciones, realizado por la firma SKF Linear Motion & Precision Technologies.

Park et al. (2002) aplican un enfoque de QFD para recolectar la voz de clientes y algunos criterios de diseño provistos por expertos en la Web pertenecientes a empresas comerciales de Internet. El objetivo es mejorar la relación entre la voz del cliente y las características del diseño de las páginas Web para transacciones de venta minorista. El QFD suministra datos útiles para el diseño, que luego son estudiados más a fondo con un diseño experimental.

Si bien se considera que las aplicaciones de las técnicas de calidad en las industrias de servicio son más complicadas que en las industrias productoras de bienes físicos, también en las primeras se trabaja con planes y diseños que deben ser claramente establecidos.

En el momento de la introducción del QFD en el mundo occidental, la transformación del control de procesos/productos en aseguramiento de la calidad, y este a su vez en la gestión total de la calidad (TQM) ya estaba en marcha. El TQM se basa en el mejoramiento continuo de todas las actividades de una compañía, y el QFD fue visto de inmediato como un medio de poner en la práctica los objetivos estratégicos, o sea una herramienta clave para lograr la TQM dentro de una organización.

En años recientes se ha multiplicado el número de nuevos desarrollos en el campo del QFD. Por una parte, se observan aplicaciones de la metodología básica en nuevas funciones, distintas del desarrollo de productos y servicios, como la planificación empresarial. Y por otra, la metodología se está haciendo más refinada, con el uso de nuevas herramientas matemáticas ^[44].

Las PYME manufactureras son tratadas por Barad et al. (2001), que aplican la metodología del QFD con un enfoque de contingencia para fijar las prioridades de mejoramiento empresarial. Las necesidades de mejora se propagan desde el nivel estratégico, abstracto, al nivel de la acción, concreto, utilizando dos matrices del tipo utilizado en el QFD. Los autores prueban la metodología a través de una encuesta a 21 empresas de dos industrias: metales y plásticos. Después de determinar que las necesidades más urgentes están vinculadas con los retrasos en las entregas (falta de capacidad instalada, poca fiabilidad de los proveedores,

etc.) y con factores humanos (como falta de motivación y poca habilidad), utilizan el QFD para vincular funcionalmente las necesidades de mejoramiento con las acciones de mejora ^[38].

También se han multiplicado las aplicaciones del QFD en el sector público. Teniendo como ejemplos. Selen et al. (2001) que aplican el QFD para el diseño de un destacamento de policía en Bélgica. Sohn et al. (2002) que emplean el QFD como una de las herramientas de un proyecto para mejorar la calidad de vida de los soldados en los cuarteles del Ejército de la República de Corea.

Hoy en día se sabe que el QFD no es la panacea para resolver problemas ni produce productos perfectos, sino que es por sobretodo una excelente herramienta para estructurar, planear y controlar el proceso de desarrollo de productos. Más aún, los mayores beneficios se observan en organizaciones que hacen un uso prolongado del QFD, adquiriendo la experiencia que da la práctica; en las que las herramientas básicas de la calidad son ya conocidas, y que están orientadas a sistemas de gestión, encarando un cambio de su cultura hacia el TQM.

El uso del QFD está creciendo y continuará haciéndolo en la medida en la que la calidad total tienda a convertirse en norma.

2.3. Ventajas del QFD

Actualmente las compañías exitosas con una dinámica economía global son capaces de diseñar eficientemente, desarrollar y manufacturar productos que son preferidos por los consumidores sobre los ofrecidos por los competidores. Es necesario entonces distribuir productos diseñados en base a las necesidades de los clientes y a costo competitivo con tiempos cortos de entrega ^[4].

Las ventajas más significativas del QFD son:

- Concentra el diseño en las necesidades del cliente y prioriza las más significativas
- Analiza la actuación del producto en relación con sus competidores en lo referente a las necesidades claves del cliente

- Aunque alarga la fase de planificación, reduce el tiempo de desarrollo del producto y, por tanto, el tiempo necesario para sacar un nuevo producto al mercado como se puede ver en la figura 3.
- Reduce las modificaciones posteriores al diseño, rebajando considerablemente los costes de desarrollo y producción
- Orienta la toma de decisiones hacia el mercado
- Los departamentos de marketing, técnico y producción intervienen desde el comienzo del proyecto, promoviendo el trabajo en grupos interdepartamentales
- Aporta un medio de documentar el proceso y una base sobre la que tomar decisiones de diseño [21]

La implementación del QFD ha reportado resultados con significantes mejoras en el diseño del producto y desarrollo de procesos [15]. Esto incluye:

- 1) Un reducido ciclo de desarrollo del producto,
- 2) Una reducción en problemas de rediseño durante la producción a alta escala,
- 3) Mejoras en la calidad del producto, e
- 4) Incremento en la satisfacción del cliente [45].

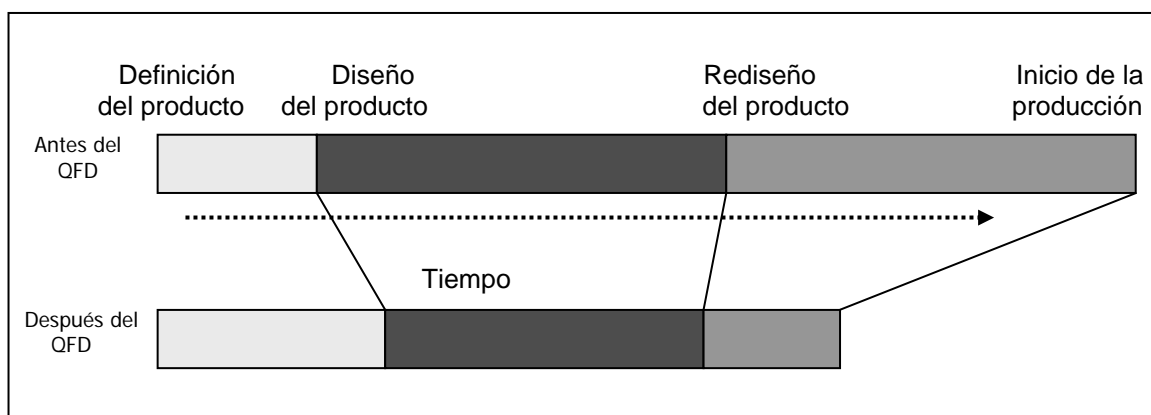


Figura. 3. Efecto del QFD en el tiempo de desarrollo del producto [21]

2.4. Metodología del QFD

La técnica del QFD consiste en la realización de una enumeración detallada y ordenada de los requisitos que demanda el consumidor, para posteriormente convertirlos en características técnicas del producto que puedan satisfacer esos requisitos o exigencias, durante todos los pasos del ciclo de lanzamiento de dicho producto, aunque la aplicación del QFD es más intensa en las primeras fases del desarrollo^[21]. Una de las primeras dificultades que surgen al implementar QFD es comprender los requerimientos del consumidor (voz del consumidor). Para esto es que Noriaki Kano desarrolló su modelo de calidad. El Modelo de Kano, generalmente usado por quienes realizan estudios de QFD, describe tres tipos diferentes de calidad, y los representa en un gráfico. (Figura 4)

Para comprender esta diferencia básica hay que recordar la distinción entre los tres tipos de "calidad", entendida como la "relevancia" o importancia que el cliente concede a la forma en que el producto le puede satisfacer ^[47].

El tipo uno es denominado el de la calidad "básica" considerada como algo que evidentemente debe poseer el objeto adquirido.; se trata de aquello que normalmente ni se menciona, pero que si falta produce irritación: p.ej., que un alimento sea rico o que un analgésico quite el dolor. Esto es porque simplemente se espera que los requerimientos básicos están allí y los consumidores no los expresarán nunca. Por esta razón, también se les llama frecuentemente "no hablados, a menos que sean violados", o "no revelados, a menos que falten". De todas formas, cuando no se proporciona se vuelven "hablados" nuevamente, aunque generalmente con cierto disgusto ^[65].

El tipo dos trata de elementos que suele describir con detalle el cliente en forma de especificaciones muy concretas. También se conoce como Calidad de Desempeño (PQ, *performance quality*), que representa los deseos hablados o verbalizados de los consumidores El cliente estará satisfecho si el producto cumple dichas exigencias, que se documentan, p.ej. en el " perfil del producto". Se produce satisfacción si se dan las prestaciones especificadas, y se origina insatisfacción si se echan de menos una o más de las especificaciones prometidas

(p.ej.: puntualidad en el plazo de entrega). Las expectativas del cliente se han condensado, a este nivel, en exigencias muy concretas, que responderán quizá a sus necesidades reales o imaginadas, pero que el cliente desea ver satisfechas de forma concreta (p.ej. un salpicadero de auto en un color, que el productor consideraría poco adecuados por producir reflejos etc.).

Estas necesidades pueden ser obtenidas mediante las actividades habituales de investigación de mercado, un aspecto importante de los aspectos PQ es que no son soluciones particulares o modos de satisfacción de un requerimiento. El consumidor desea un cierto beneficio, pero no necesariamente una cualidad en particular es la que lo brinda. Este es el tipo de requerimientos de la calidad que se busca en un proyecto QFD. Son las características que típicamente se muestra en publicaciones o lo que se mencionaría en una conversación de amigos ^[12].

El tipo tres es más difícil de definir. Se le denomina como "*attractive quality*" o "*exciting quality*". Se trata de los requerimientos de calidad entusiasta (EQ), también llamados requerimientos fascinantes; también son no hablados, pero además no son siquiera esperados por los consumidores. El ejemplo de la "cereza en la tarta" puede aclarar su sentido: algo que tiene un efecto incentivador mayor, que responde quizá a necesidades que uno no esperaba, a un nuevo incentivo para el cliente, pero que éste rara vez logra formular con precisión. La calidad entusiasta representa una de las claves para el desarrollo de las innovaciones basadas en los consumidores ^[28].

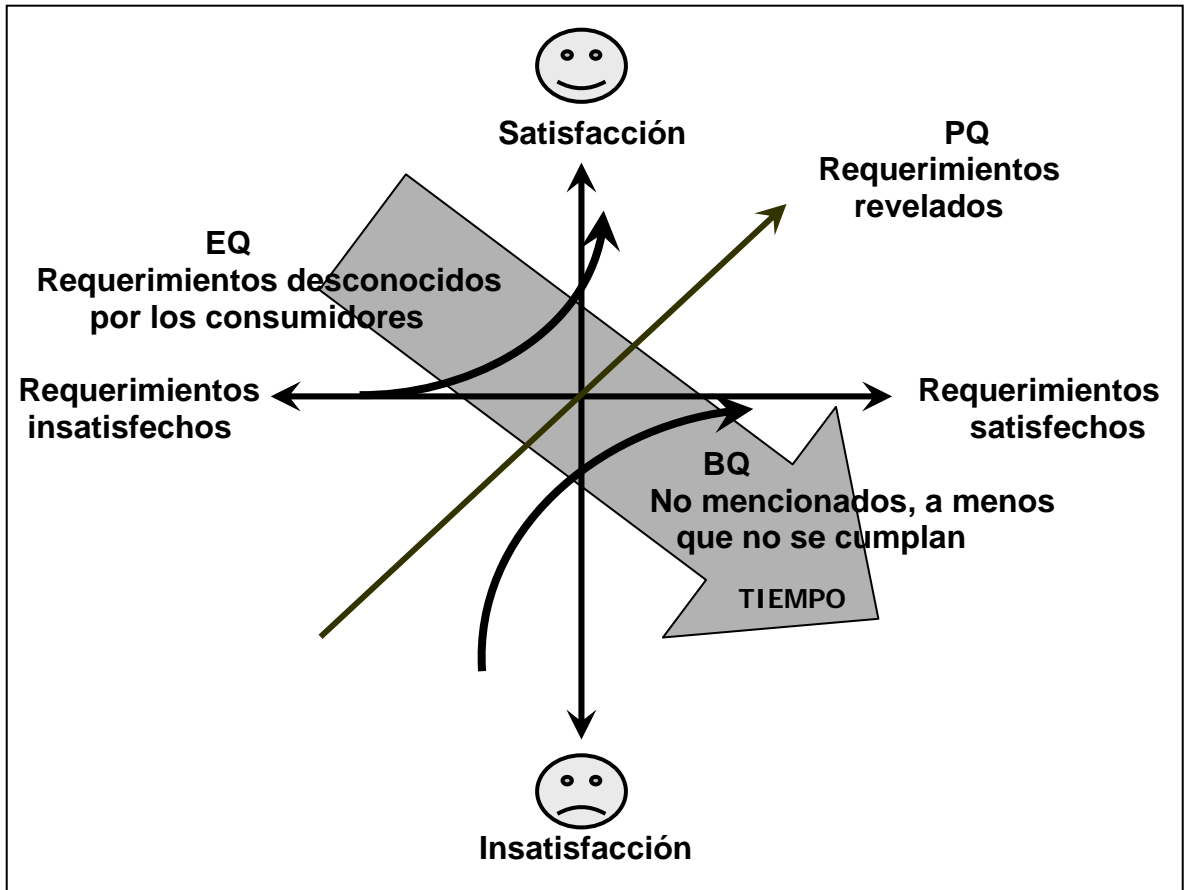


Figura 4. Modelo de Kano modificado ^[47].

Es básico en el proceso de desarrollo de productos que el equipo identifique y diferencie bien en qué niveles de satisfacción se han de situar las respuestas a las necesidades del cliente.

Para el uso del QFD, se recomienda un diseño concurrente en lugar de uno secuencial donde se completa una tarea antes de comenzar la próxima (tabla 5). El diseño concurrente permite reducir el tiempo total del proceso de desarrollo de un producto, y mejorar las comunicaciones entre los diferentes elementos/etapas del proceso de diseño. Pone un mayor énfasis en la etapa de diseño para reducir los cambios de último momento. Con este enfoque hace falta mucha disciplina para asegurar que todas las tareas y sub-tareas sean completadas antes de pasar a la siguiente etapa, y la metodología del QFD es especialmente útil para esto ya que divide el proceso de diseño en tantas partes que es posible superponer las

tareas principales sin saltar ninguna. De este modo un equipo multifuncional, que es un requisito integral del QFD, se vuelve una absoluta necesidad.

Tabla 5. Resumen de las diferencias entre el diseño secuencial y el diseño concurrente ^[30]

Tradicional	QFD
Desarrollo secuencia e iterativo	Desarrollo simultáneo en todas las funciones
Involucramiento de la funciones por etapa	Todas las funciones participan desde el comienzo
Aprobación de la dirección luego de cada etapa	El equipo tiene poder para tomar decisiones
Tareas asignadas por función	Tareas compartidas por todas las funciones
Decisiones de compromiso (trade-off) tomadas por una sola función en una etapa dada	Decisiones de compromiso (trade-off) tomadas por consenso
Reuniones para presentar resultados	Reuniones de trabajo para desarrollar los resultados de manera conjunta

La elaboración de un gráfico QFD consiste fundamentalmente en la construcción de su matriz o gráfico de calidad, que podemos definir como: “Matriz bidimensional

que establece relaciones de dependencia entre las necesidades del cliente y las características técnicas necesarias para conseguirlas” [2].

Las etapas de la aplicación de la metodología del QFD y el desarrollo de la matriz QFD comúnmente denominada “Casa de la calidad” son principalmente:

I. Seleccionar un Producto

- a. Identificar y jerarquizar a los clientes. Este elemento es indispensable para comprender a los clientes y considerar correctamente sus expectativas [1].

II. Obtener la voz del Cliente (requerimientos) [61]

- a. Para realizar el diseño de un producto en función del cliente, es esencial conocer las expectativas de éste, lo que podemos llamar mundo del cliente. Los medios que se disponen para ello, pueden ser los siguientes, que se resumen esquemáticamente en la figura 5:

- i. Grupos de discusión
- ii. Informes sobre quejas
- iii. Estudios existentes en base a encuestas realizadas
- iv. Informes de responsables de puntos de venta
- v. Publicaciones y artículos
- vi. Información sobre la competencia

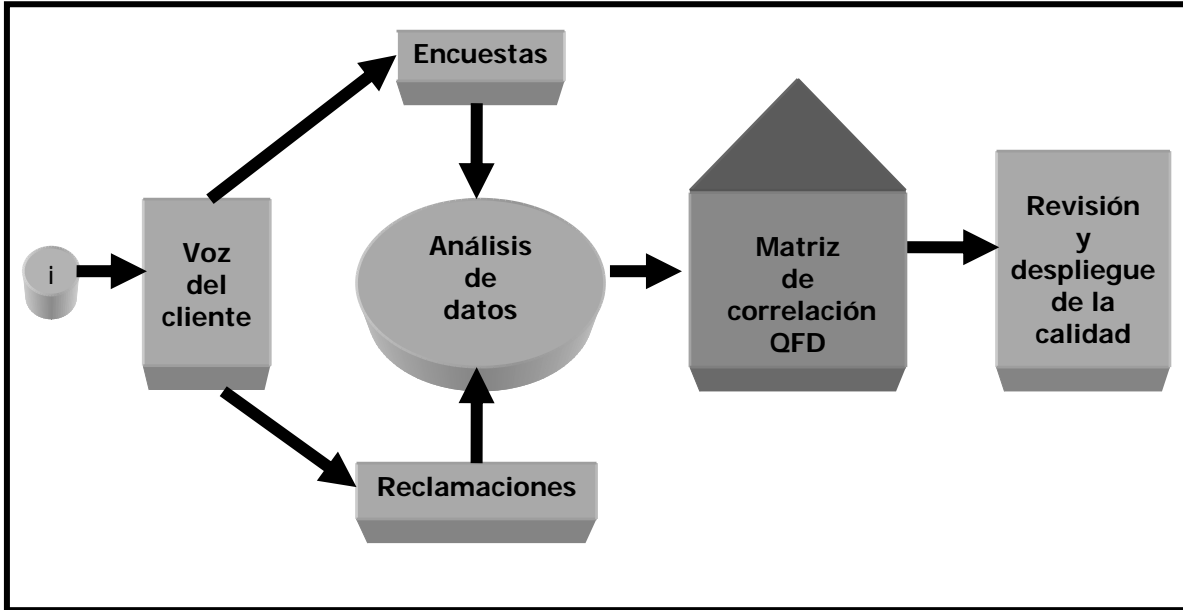


Figura 5. Análisis de la Voz del cliente ^[61]

III. Extraer las necesidades del cliente

- a. **Conversión de la información en descripciones verbales específicas.** Los datos anteriores nos deben de servir para adquirir una primera orientación sobre las preferencias del cliente.

IV. Organizar las necesidades del cliente; esto es los llamados “Qués”, que aparecen como el costado izquierdo de la “Casa de la calidad” en la figura 6.

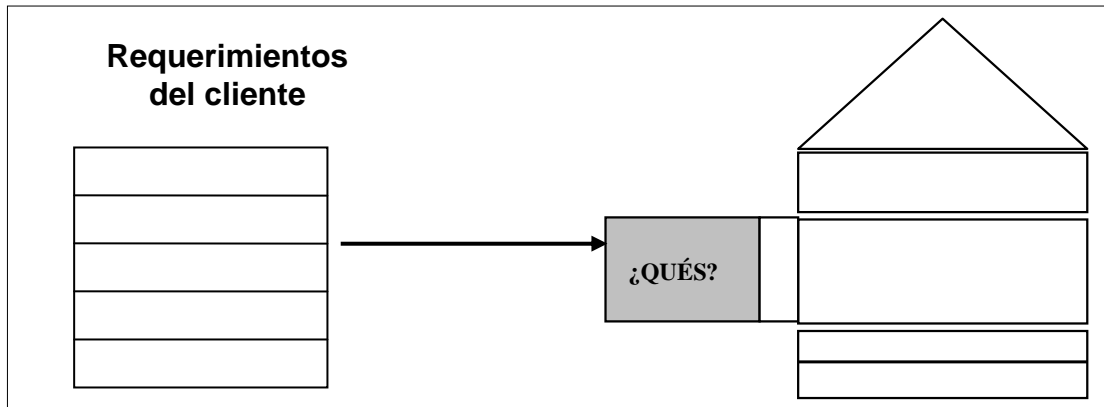


Figura 6. ¿Qué? En la Casa de la calidad

- V. Priorizar las necesidades del cliente; cuyo orden aparece a la derecha de los ¿Qué??. Este paso representa la determinación de prioridades de los clientes; es necesario identificar cuáles requerimientos son los más importantes. Por lo general, se emplean escalas de 1 a 5 o de 1 a 10 para indicar las prioridades de los clientes. En la "Casa de la calidad" que se muestra en la figura 7.

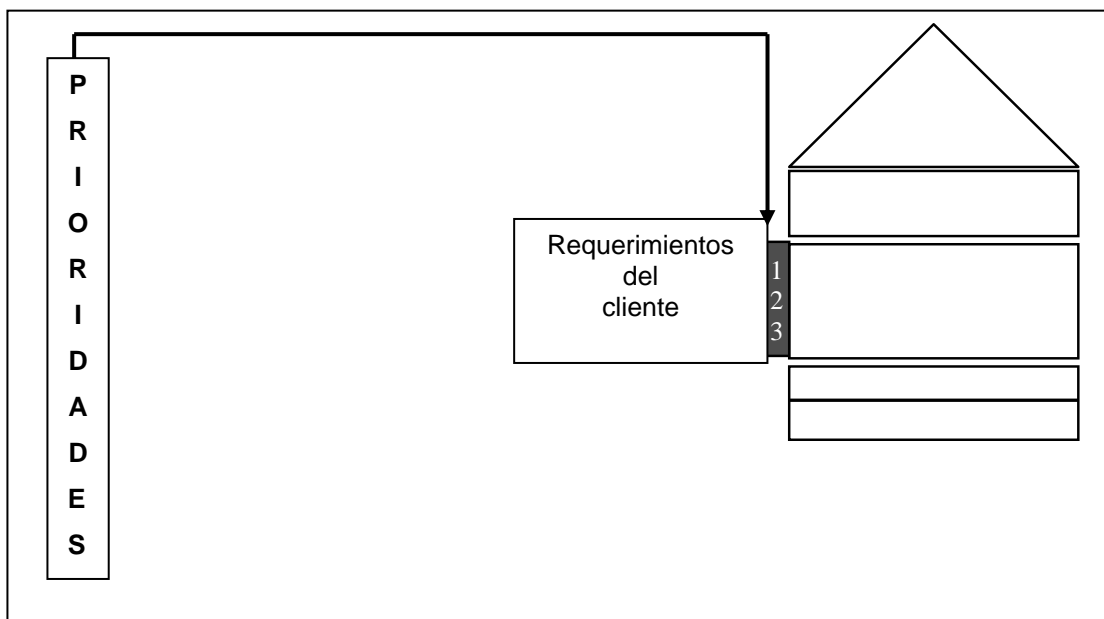


Figura 7. ¿Qué? En la Casa de la calidad

VI. Establecer los Parámetros de Diseño.

- a. Los cómo indican la forma en que la empresa deberá satisfacer las exigencias de los clientes. A veces es posible obtener los cómo; por medio de un diagrama de causa y efecto para cada uno de los requerimientos del cliente, los ¿Cómos? Se colocan en el techo de la “Casa de la calidad” como se muestra en la figura 8.

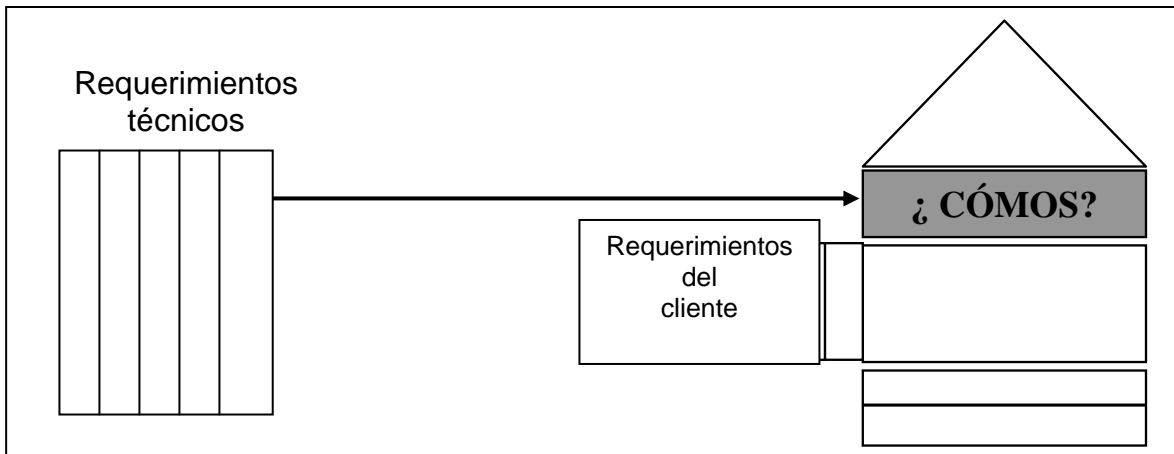


Figura 8. ¿Cómos? En la Casa de la calidad

VII. Generar la Matriz de Relaciones.

- a. Las relaciones entre los qués y los cómo se describen por medio de símbolos. Algunos de los de uso más generalizado son ^[59]:

FORTALEZA
Fuerte (9)
Media (3)
Débil (1)

- b. La matriz de relaciones se coloca en el centro de la “Casa de la calidad” como se observa en la figura 9.

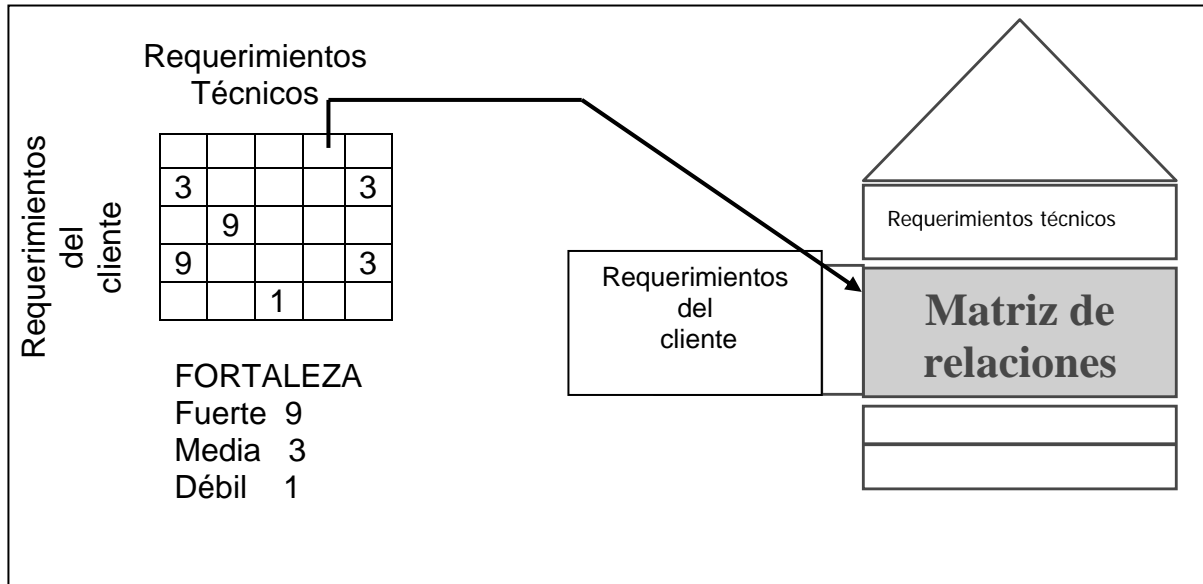


Figura 9. Matriz de relaciones en la Casa de la calidad

VIII. Evaluaciones de importancia. Por ejemplo, es posible calcular las evaluaciones de importancia:

$$\text{EVALUACIÓN DE IMPORTANCIA} = \text{SUMA (Prioridades X Relaciones)}.$$

- a. Se asignan altos valores a los requerimientos del cliente de modo que las tecnologías que se asocian a ellos reciban puntuaciones elevadas. Las evaluaciones de importancia muestran que la relación entre los requerimientos técnicos y la satisfacción del cliente es importante en un sentido global, el valor de estas evaluaciones, conforman el piso de la “Casa de la calidad” mostrado en la figura 10.

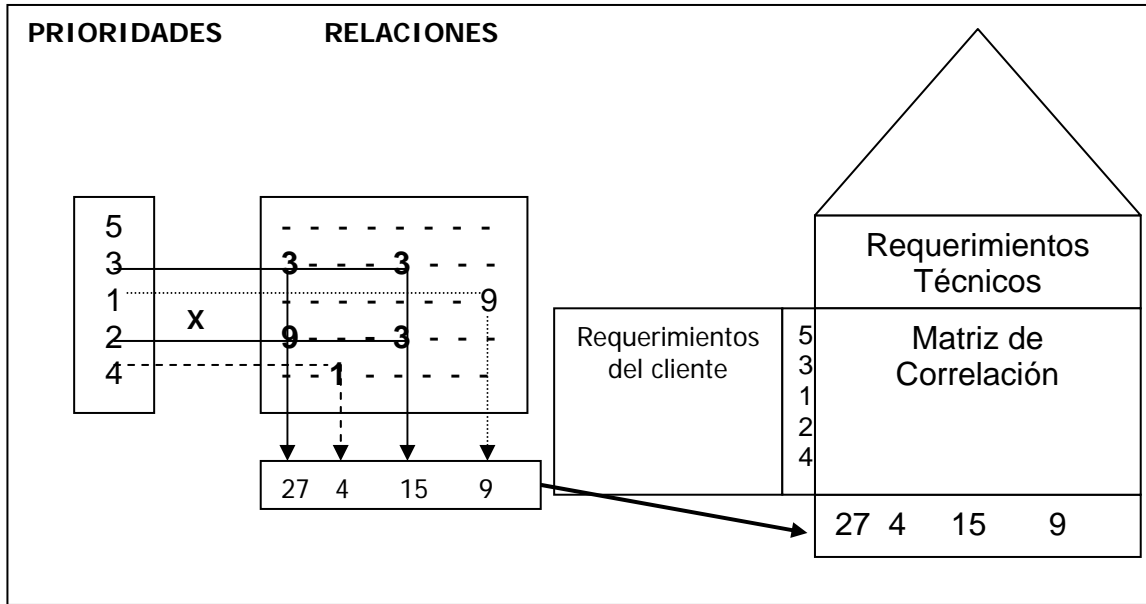


Figura 10 . Evaluaciones de importancia en la Casa de la calidad

IX. Evaluación de la ingeniería

- a. Esta evaluación es una comparación de los distintos competidores u opciones de diseño y de su capacidad para alcanzar los valores objetivo de los requerimientos técnicos, es opcional, pero importante; esta evaluación forma parte también del piso de la “Casa de la calidad” mostrada en la figura 11.

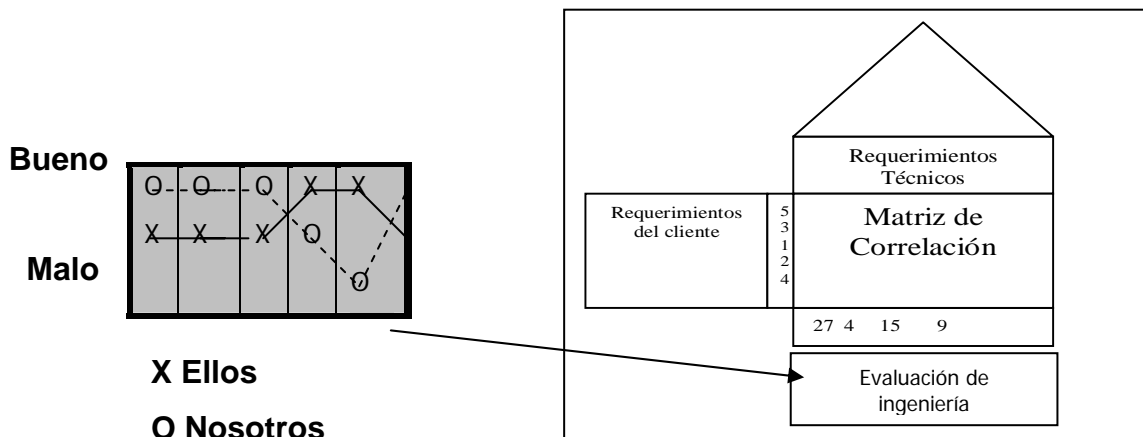


Figura 11. Evaluaciones de la ingeniería en la Casa de la calidad

X. Matriz de correlación

- a. Ésta muestra las relaciones entre los distintos cómo. La matriz de este paso es triangular y se parece al tejado de una casa. Muchas veces se asignan categorías a las correlaciones: muy positivas, positivas, negativas y muy negativas; en la figura 12 se muestra la colocación de la matriz de correlación que forma el tejado de la Casa de la calidad”.

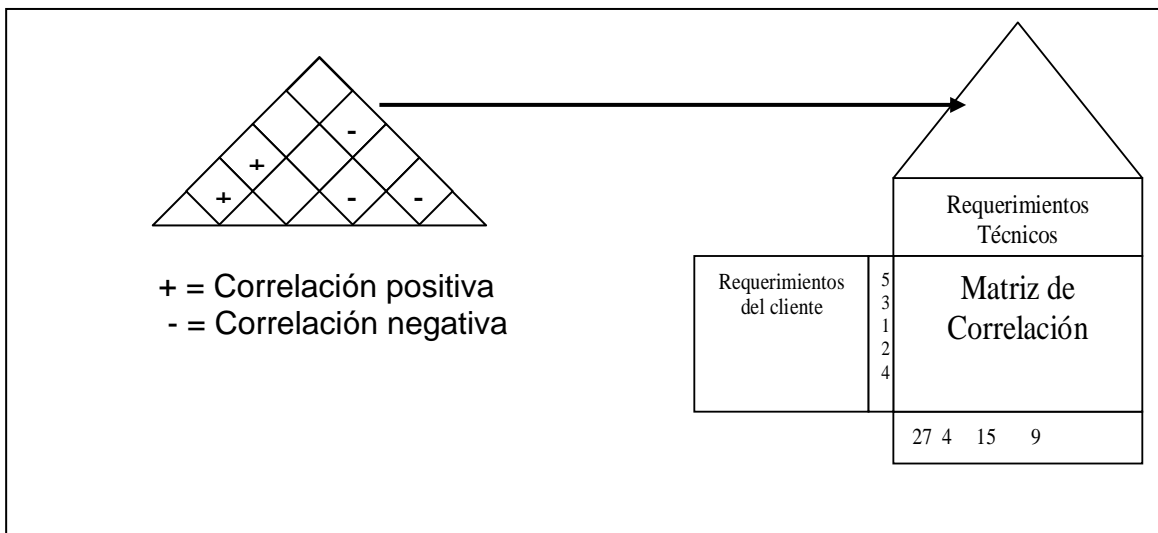


Figura 12. Matriz de correlación en la Casa de la calidad

XI. Análisis

- a. Se utiliza la Casa de la Calidad para organizar la información y el conocimiento respecto a un proyecto como se muestra en la figura 13.

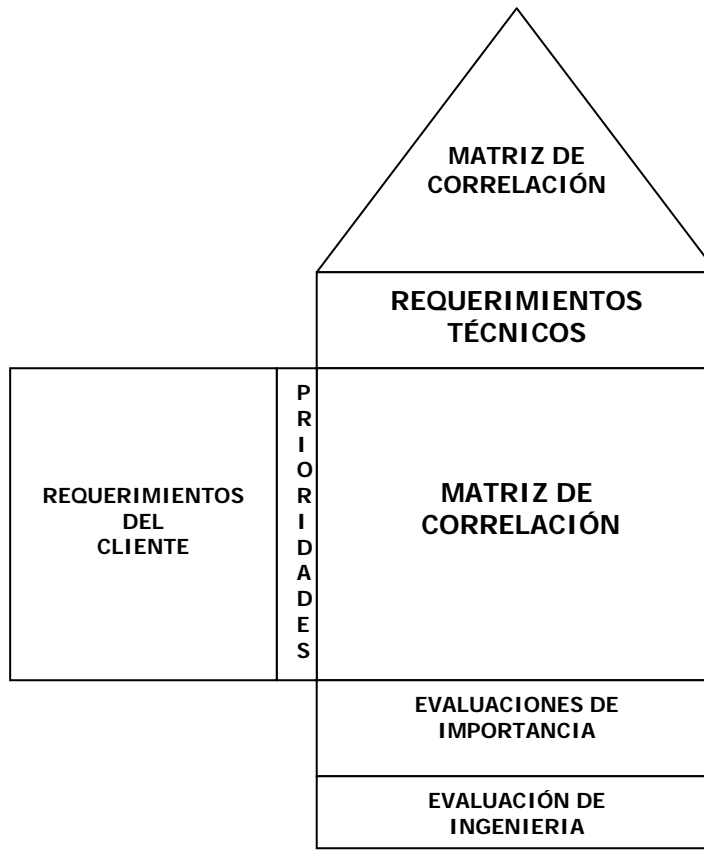


Figura 13. Casa de la calidad

CAPITULO 3. APLICACIÓN DEL QFD EN EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS.

3.1. Antecedentes

El QFD se creó para cumplir con dos objetivos relacionados.

- Convertir las necesidades de los usuarios en beneficios proporcionados por los productos, a fin de sustituir las características de la calidad en las etapas de diseño.
- Desplegar hacia las actividades de producción las características de calidad que habían sido identificadas en la etapa de diseño, así como establecer los puntos de control necesarios antes del comienzo de la producción.

Si se alcanzaban estos dos objetivos el resultado será un producto diseñado y producido para alcanzar las necesidades de los usuarios y las exigencias de los clientes por beneficios de los productos. La matriz denominada "casa" de calidad es la herramienta central del método QFD. Su función consiste en presentar en forma visual las relaciones entre distintos tipos de datos.

Cómo método de diseño, no existe un "molde preestablecido" para aplicar QFD a todos los casos. Un proyecto que valga la pena hacer, merece que el QFD se adapte a las necesidades de la compañía, el equipo y los clientes ^[11]. La matriz inicial visualiza así el paso desde la "voz del cliente" (sus exigencias o expectativas) a las "especificaciones" o "características" de calidad; durante la construcción de dicha matriz, se ha reportado el uso de métodos y herramientas de calidad que ayudan en la concepción de cada una de las partes que la componen para identificarlas, se analizo, una serie de aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos en las tablas de las 6 a la 16:

Tabla 6. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 1997

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Mark A. Vonderembse y T.S Raghunathan en la Universidad de Toledo Ohio ^[63] .	Realizaron una investigación sobre el tiempo y oportunidad en un desarrollo de producto tradicional y otro empleando el QFD	1. QFD 2. Voz del cliente 3. Análisis factorial	Obtuvieron resultados en cuando a las organizaciones, perfiles de proyectos, diseño de productos y recursos empleados.
H. Jagdev, P. Bradley y O. Mohillo en el Departamento de computación Universidad de Galway ^[37] .	Describieron la aplicación de herramientas de medición que pueden emplearse en procesos de reingeniería de productos basados en el uso del QFD	1. QFD	Lograron un perfecto ensamble entre los propósitos del QFD y los procesos de reingeniería en los negocios Usando el QFD se identificaron los conflictos en el desarrollo de mediciones La herramienta del QFD puede ser usada para ayudar a generar un modelo detallado para los procesos y estos procesos emplearse en reingeniería.

**Tabla 6 (continuación). Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos:
año 1997**

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Mekki I. Elboushi y Joseph S. Sherif en el Instituto de Tecnología de la Universidad del Estado de California ^[22] .	Aplicaron el QFD empleando un Moderno software de diseño orientado a objetos	1. QFD 2. OOD 3. Voz del cliente 4. Calidad demandada 5. Diseños experimentales 6. Control estadístico de procesos	Lograron el desarrollo de un software desde los requerimientos de diseño, prueba, implementación hasta mantenimiento.

Tabla 7. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 1998

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
V. Cathy M. Rings y Brian W. Barton para Rubbermaid ^[48] .	Desarrollaron productos innovadores para el hogar	1. QFD 2. Voz del cliente	Desarrollaron planes a futuro de acuerdo al análisis por línea en productos, con un modelo de 7 niveles.

Tabla 8. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 1999

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
N. Hallberg, T. Timpka y H. Eriksson en el departamento de ciencias en computación e informática para la Universidad Linköping en Suecia ^[32] .	Desarrollaron un modelo para diseñar un sistema de información aplicado a un software para el cuidado de la salud	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Voz del cliente 3. Cuestionarios de incidentes críticos 4. Diagrama de afinidad 5. Diagramas jerárquicos 	El uso del QFD permitió la creación de un método denominado MSQD que ayuda al cuidado de la salud, desarrolla y cumple necesidades preventivas en los clientes y permite diagnósticos tempranos.

Tabla 9. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2000

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
K. C. Tan y X. X. Shen en el Departamento industrial y sistemas de ingeniería de la Universidad Nacional de Singapur. En la definición y desarrollo de una página Web ^[57] .	Integraron el modelo de Kano en la matriz de planeación del QFD para ayudar a asegurar el entendimiento de la naturaleza de la voz del cliente.	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Matriz de planeación 3. Voz del cliente 	Se demostró que la integración del QFD y el modelo de Kano permite el entendimiento total de la voz del cliente.

Tabla 10. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2001

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
John J. Cristiano, Jeffrey K. Liker y Chelsea C. White en la Universidad de Michigan auspiciado por el Programa Japonés de Mantenimiento Tecnológico ^[15] .	Reportaron los resultados de un estudio de más de 400 compañías en los Estados Unidos y Japón usando el QFD en el desarrollo de productos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Técnicas de análisis para la información de clientes 2. Métodos de análisis de datos 3. AHP 	<p>Conclusiones como:</p> <p>El empleo de la matriz de planeación (fase 1) afecta fuertemente a la aceptación del producto.</p> <p>El empleo de fases posteriores del QFD reduce de transición de planeación a la manufactura del producto.</p> <p>La integración de herramientas analíticas apoya el éxito del empleo del QFD.</p>
A.I.A Costa, M. Dekker y W.M.F Jorgen en el Departamento de Agrotecnología y Ciencia de los alimentos de la Universidad de Wageningen ^[14] .	Aplicaron el QFD en un caso de mejora de salsa Ketchup.	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Voz del cliente 	<p>Establecieron que los científicos en el área de alimentos deben desarrollar métodos por los cuales la industria de alimentos use el QFD y pueda potencializar sus beneficios con un exitoso desarrollo de productos.</p>

Tabla 10 (continuación). Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2001

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Glenn H. Mazur para la industria Fusion UV Systems con un proyecto denominado QFD Killed My Pet ^[26] .	Establecieron una estrategia para el desarrollo de tecnología propia y características de manufactura innovadoras en el área de DVDs.	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Voz del cliente 3. Tabla de segmentos del cliente 	Como resultado de su experiencia inicial con el QFD obtuvieron resultados que les permitieron ahorrar millones de dólares en el desarrollo de productos, generaron además suficiente información para análisis subsecuentes y nuevas oportunidades de mercado y los cambios en el desarrollo de nuevos productos.

Tabla 11. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2002

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Jim Dimsey y Glenn Mazur, para un proyecto denominado Godzilla ^[20] .	Implementaron un programa de desarrollo de manufactura de equipos para aplicación en la construcción, agricultura, vehículos militares, motocicletas y bicicletas entre otros.	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 1. Voz del cliente 2. AHP 3. Diagrama de afinidad 4. Calidad demandada 5. Lluvia de ideas 6. Análisis de valor 	Con el QFD, desarrollaron 2 sistemas para cumplir con los requerimientos del cliente, e implementaron un modelo que les permitirá a futuro ser líderes en la industria.
Hajime Yamashina, Takaaki Ito y Hiroshi Kawada para de Departamento de Ingeniería de precisión en la Universidad de Kyoto ^[66] .	Integraron el QFD con el TRIZ (Un acrónimo Ruso para la Teoría de inventiva y resolución de problemas) para el desarrollo de una lavadora	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. TRIZ 3. AHP 4. IPDP (Proceso de desarrollo de productos innovadores) 	Desarrollaron un algoritmo para el IPDP

Tabla 11 (continuación). Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2002

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Glenn H. Mazur de la Universidad de Michigan, para MD Robotics [26].	Crearon un Triceratops salvado de la extinción, altamente realista, de gran escala y que parece estar vivo.	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Voz del cliente 3. Diagrama de afinidad 4. Diagrama de jerarquías 	MR Robotics ha continuado aplicando el QFD a otros productos en sus líneas de negocio tradicionales con gran éxito.
Jim Dimsey y Glenn Mazur, para un proyecto denominado Godzilla [20].	Implementaron un programa de desarrollo de manufactura de equipos para aplicación en la construcción, agricultura, vehículos militares, motocicletas y bicicletas entre otros.	<ol style="list-style-type: none"> 2. QFD 7. Voz del cliente 8. AHP 9. Diagrama de afinidad 10. Calidad demandada 11. Lluvia de ideas 12. Análisis de valor 	Con el QFD, desarrollaron 2 sistemas para cumplir con los requerimientos del cliente, e implementaron un modelo que les permitirá a futuro ser líderes en la industria.

Tabla 11 (continuación). Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2002

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Henry Hearon y Glenn Mazur para GCC Río Grande en Estados Unidos, una empresa cementera ^[33] .	Usando el QFD crearon una forma de evaluar el cumplimiento con sus clientes de manera que planear como competir.	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. AHP 3. Tabla de segmentos del cliente 4. Voz del cliente 	GCC RIO GRANDE logro tener una idea clara de la voz del cliente, para la toma de decisiones y crear alternativas fiables para ofrecer costos competitivos en el mercado

Tabla 12. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2004

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Susana Lorenzo y otros en la Fundación Hospital Alcorcón de Madrid ^[40] .	Aplicaron el QFD para identificar los requerimientos de los pacientes.	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Reclamaciones y encuestas 	Identificaron áreas de mejora para orientar su estrategia hacia los requisitos del paciente.

Tabla 13. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2004

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
José Antonio Carnevalli, Paulo Augusto Cauchick Miguel y Felipe Araújo Calarge, en UNIMEP ^[13] .	Realizaron un análisis sobre el uso del AHP en la implantación del QFD en el desarrollo de productos .	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. AHP 3. Adaptación de diagrama de afinidades 	Concluyeron sobre el uso del AHP que resulta ser eficaz para priorizar las necesidades del cliente.
Javier Santa Cruz Ruíz y Francisco Enríquez, en una industria mexicana de calzado (Soulie S.A) ^[52] .	Desarrollaron un modelo sinérgico para lograr un entendimiento profundo de las necesidades de sus clientes	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Cuestionarios y entrevistas con los clientes 3. AHP 4. Diagramas de afinidad 5. Prueba de \$100 6. Lluvia de ideas 	Rediseño de sus productos. La Casa de Calidad, sirvió para guiar las discusiones y la toma de decisiones.

Tabla 14. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2005

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Lai-Kow Chan y Ming-Lu Wu en el Departamento de ciencias y mantenimiento de la Universidad de Hong Kong ^[18] .	Emplearon el QFD para desarrollar un sistema de mantenimiento de calidad para el desarrollo de productos. (Implementos para computadora)	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Voz del cliente 3. Voz de los técnicos 	Propusieron 9 pasos para el modelo de la casa de calidad con diferentes escalas de medición unificadas.
Shih-Wen Hsiao y Elim Liu, del Departamento de Diseño Industrial en la Universidad Nacional de Chen Kung ^[34] .	Establecieron un sistema de soporte para ordenar y diseñar diversos productos (productos para el hogar)	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Diagramas gráficos de jerarquías 	Esperan integrar su sistema para el futuro, lograr colaboraciones en diseño y desarrollo de productos.

Tabla 15. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2006

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Viñas Tubau, Villela Chacon Andrés y otros en el Centro de Innovación y Desarrollo Conceptual de Nuevos productos para una empresa de piezas de desgaste para la construcción [62].	Desarrollaron un proyecto con QFD	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Reuniones del equipo de trabajo, distribuidores y clientes 3. Establecer objetivos y argumentos de venta, 4. Determinación de los Como's, su relación con los Que's y llenado de la matriz A-1 5. Desarrollo del Benchmarking Técnico 	Determinaron los parámetros de eficiencia de sus productos para tener argumentos sólidos sobre el posicionamiento actual de la empresa
Viñas Tubau, Villela Chacon Andrés y otros para una empresa de muebles de oficina [62].	Desarrollaron un proyecto con QFD que les permitiera combatir a la fuerte competencia en el sector	<ol style="list-style-type: none"> 6. Valoración de los resultados y conclusiones 7. Implementación. 	Lograron conocer a fondo los parámetros de producto que dispone la competencia

**Tabla 15 (continuación). Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos:
año 2006**

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Viñas Tubau, Villela Chacon Andrés y otros en el Centro de Innovación y Desarrollo Conceptual de Nuevos productos para una empresa de autocares [62].	Desarrollaron un proyecto con QFD	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Reuniones con equipo de trabajo, con distribuidores y clientes 3. Establecer objetivos y argumentos de venta 4. Determinación de los Como's y su relación con los Que's y llenado de la matriz A-1 5. Desarrollo del Benchmarking Técnico 6. Valoración de resultados y conclusiones 7. Implementación 	Conocieron los parámetros de diseño para un nuevo modelo de autocar y establecieron especificaciones para el próximo diseño

Tabla 16. Aplicaciones de QFD en el desarrollo de productos: año 2007

Investigadores	Aplicación	Herramientas empleadas	Resultados
Shankar Chakraborty y Sammilan Dey para el departamento de ingeniería de producción en la Universidad de Japavpur ^[16] .	Realizaron un análisis de la utilidad del QFD en la aplicación NTM para el desarrollo de productos y la identificación de características de procesos. (piezas para instrumentos de precisión)	<ol style="list-style-type: none"> 1. QFD 2. Diagramas de afinidad 3. Diagramas de relación 4. Árboles jerárquicos 5. Matrices y tablas 6. Tablas de decisión de procesos (PDPC) 7. AHP 	Concluyeron que la aplicación del QFD en la NTM optimiza y permite rendimientos en los procesos y es una manera simple y flexible de desarrollar sistemas expertos para el desarrollo de productos.

Como se ha mencionado en QFD se utilizan varias herramientas para clarificar los requerimientos vagos, descubrir los ocultos, prevenir cambios o malas interpretaciones; ^[29]. En las tablas 17 a 21 se muestran algunas de las herramientas de calidad, planeación e ingeniería ya disponibles y empleadas en los ejemplos anteriores, que cuando se aplican de manera apropiada en el QFD, ayudan a garantizar la calidad de los productos. De igual manera se menciona su utilidad y en cual de las etapas de desarrollo del QFD se emplean ^[7].

Tabla 17. Herramientas y métodos aplicados para obtener la voz del cliente

Etapa	Herramienta o método empleado
<p>Obtener la voz del Cliente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar a los clientes del producto 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios y entrevistas con los clientes, • Voz del cliente, • Reuniones con equipo de trabajo, distribuidores y clientes, • Reclamaciones, • Encuestas, • Técnicas de análisis para la información de clientes, Estudios de mercado • Blitz QFD • Tabla de segmentos del cliente (TSC),

Herramientas y metodología empleadas para obtener la voz del cliente

La **encuesta** es un conjunto de técnicas destinadas a recoger información de las unidades en estudio, principalmente información socio – económica, de conducta y actividad, de opiniones y actitudes, etc.

Mediante la técnica de encuesta, se pueden recoger los siguientes tipos de información:

- Características demográficas
- Características socioeconómicas
- Conductas y actividades
- Opiniones y actitudes.

Los **cuestionarios** son instrumentos de recolección de información, pero tienen la desventaja de no detectar el lenguaje corporal, ni de las emociones que surgen al momento de ser contestados. Existen cuestionarios abiertos y cerrados, en los

primeros el sujeto puede responder todo lo que quiere y todo cuanto se le venga en mente y en los cerrados el sujeto elige una respuesta de un conjunto de opciones previamente definidas.

Para la selección de la muestra a cuestionar se usa el concepto de aleatoriedad, que se refiere a que cualquier muestra para tener calidad científica y poder someterse a tratamiento estadístico debe ser aleatoria. Es decir que en su selección no deben de intervenir los juicios del investigador.

Es importante señalar que la aleatoriedad no garantiza la representatividad de la muestra, la cual por puro efecto del azar puede resultar sesgada y hacer que a sólo determinados miembros de la población les toque la suerte de estar en la muestra.

Por lo que para llevar adelante cualquier encuesta, es necesario tener un margen de seguridad de que este procedimiento es el más adecuado, que la información que se desea obtener es el dominio directo y personal de los entrevistados y que sus datos serán consistentes y precisos, no reduciéndose a expresiones vagas o a conjeturas.

Para garantizar la calidad de los resultados de la encuesta, y de la implementación de los cuestionarios es importante el proceso de análisis de los datos que también debe ser considerado durante su diseño.

Herramientas y metodología empleadas para identificar a los clientes del producto

La metodología del **Blitz QFD** permite alinear los recursos con las verdaderas necesidades del cliente y es una herramienta muy práctica que no requiere de *software* ni de herramientas específicas para ofrecer resultados ^[5].

Es una herramienta de planeación que sirve para identificar a los clientes de un producto o servicio bajo diferentes escenarios. Por otra parte, **la TSC** puede ayudar también a identificar clientes potenciales con una necesidad que no está siendo cubierta por los productos y servicios existentes en el mercado.

Tabla 18. Herramientas y métodos aplicados para extraer las necesidades del cliente

Etapa	Herramienta o método empleado
Extraer las necesidades del cliente	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de afinidad, • Lluvia de ideas, • Blitz QFD, • Adaptación de diagrama de afinidades

Las herramientas y metodologías empleadas para extraer las necesidades del cliente, permiten estructurar mejor la naturaleza de un problema y sus causas relacionadas, poner orden a listados complejos de ideas, la identificación de relaciones no convencionales entre ideas, la generación de soluciones innovadoras, a problemas recurrentes, conocer la opinión y pensamiento de otros miembros del equipo, lo que lleva a generar consenso ^[31].

Tabla 19. Herramientas y métodos aplicados para organizar las necesidades del cliente

Etapa	Herramienta o método empleado
Organizar las necesidades del cliente.	<ul style="list-style-type: none"> • Diagrama de afinidad, • Blitz QFD, • Técnica de Grupos Nominales

Las herramientas y metodologías empleadas para organizar las necesidades del cliente, permiten conocer la opinión y pensamiento de otros miembros del equipo, lo que lleva a generar consenso con mayor participación, generar compromiso con la decisión del equipo, al haber tenido cada quién participación equitativa en el proceso, impide que algunos miembros del equipo "roben" toda la

atención, facilita la participación de miembros que piensan mejor en silencio y que se genere una mayor cantidad de ideas. Cuando se trabaja con los clientes, entre más ideas se tenga, más necesidades se podrán detectar. En particular las necesidades emocionantes para los clientes son difíciles de capturar.

Tabla 20. Herramientas y métodos aplicados para priorizar las necesidades del cliente

Etapa	Herramienta o método empleado
Priorizar las necesidades del cliente	<ul style="list-style-type: none">• AHP,• Prueba de \$100,• Calidad demandada,• Análisis de valor,• Diagramas jerárquicos,• Diseños experimentales• Control estadístico de procesos.

AHP

El Proceso de Jerarquía Analítica (AHP) empleado para priorizar las necesidades del cliente fue diseñado en 1970 por el Dr. Thomas Saaty, el **AHP** es una herramienta para apoyar la toma de decisiones, a través de ponderar prioridades cuando se tienen que considerar aspectos tanto cuantitativos como cualitativos en una decisión. Esta es la herramienta preferida por muchos de los practicantes profesionales de QFD a nivel internacional para comparar las necesidades de los clientes.

Tabla 21. Herramientas y métodos aplicados para establecer los parámetros de diseño

Etapa	Herramienta o método empleado
Establecer los Parámetros de Diseño.	<ul style="list-style-type: none"> • Voz de los técnicos, • TRIZ, • Determinación de los Comos y su relación con los Que's, • Diagrama de árbol, Diagrama causa-efecto, • Diagrama de Pareto

Las herramientas y metodologías empleadas para establecer los parámetros de diseño permiten establecer relaciones causales entre necesidades del cliente, detectar necesidades del cliente implícitas o no consideradas, establecer niveles de las necesidades del cliente (lo cuál es muy útil ya que sólo es válido comparar y priorizar necesidades del cliente que estén en un mismo nivel). Ayuda a identificar las diversas causas que inciden en un resultado, a clasificarlas y relacionarlas entre sí hasta llegar al descubrimiento de la causa principal e ilustra claramente las diferentes causas que afectan un proceso identificándolas y relacionándolas unas con otras. Ayuda a los equipos a enfocarse en las causas que tendrán el mayor impacto si son resueltas, muestra la importancia relativa de los problemas de forma simple, rápida para interpretar y en un formato visual.

Una muestra de lo poco que el uso del QFD esta difundido en el sector farmacéutico es la cantidad de trabajos presentados en los simposios internacionales; que se vienen realizando de manera anual desde 1989. La figura 14, muestra el gráfico de porcentaje de trabajos y publicaciones por tema en el desarrollo de productos en los últimos 10 años. Por ello, el objetivo de esta tesis es mostrar como el QFD puede ser relevante al diseño y desarrollo de productos farmacéuticos y aportar una aplicación concreta y realizable, en este caso en el área veterinaria.

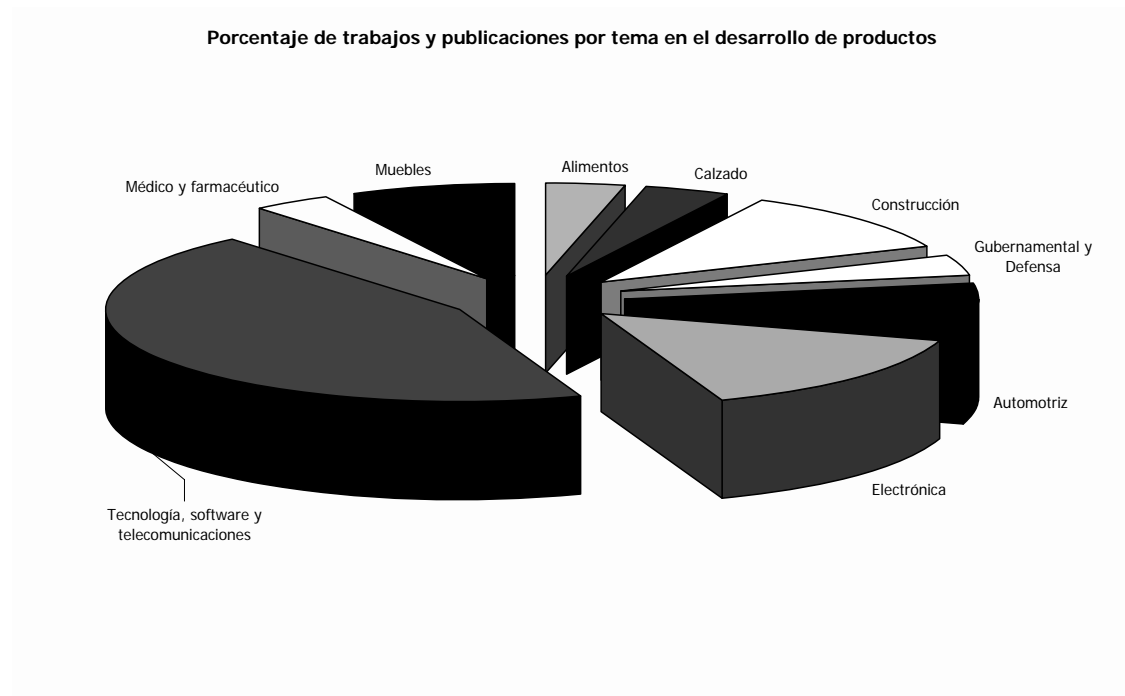


Figura 14. Gráfico de porcentaje de trabajos y publicaciones por tema en el desarrollo de productos en los últimos 10 años. ^[67]

CAPITULO 4. Estudio de caso, aplicación del QFD en el desarrollo de la forma farmacéutica para suplementar microminerales a ovinos.

4.1. Objetivos

General:

1. Desarrollar una forma farmacéutica para la suplementación de microminerales a ovinos a través de la metodología del QFD.

Particulares:

1. Realizar una investigación de antecedentes teóricos sobre la aplicación del proceso de despliegue de la función calidad (QFD) para el desarrollo de nuevos productos.
2. Aplicar la metodología del QFD para concebir el producto a partir de las necesidades identificadas en los clientes con respecto a la suplementación de microminerales.
3. Usar la “Casa de la Calidad” para organizar la información y el conocimiento respecto al producto en desarrollo; así como diversas herramientas de calidad en cada uno de los pasos en la concepción de la misma.

4.2. Elección del QFD para desarrollo de la tesis.

El sector de la industria farmacéutica se encuentra hoy en día inmerso en un ambiente cada vez más tecnológico, con un mercado altamente orientado a los consumidores, en el que la supervivencia de las compañías depende del continuo desarrollo de productos innovadores que puedan satisfacer la demanda. El acortamiento del ciclo de vida de los productos y la creciente demanda de mayor variedad y calidad de los medicamentos condujo a una necesidad por herramientas que puedan ayudar a planear y estructurar el mejoramiento de la calidad de los medicamentos y el desarrollo de nuevos productos orientados al consumidor.

A partir de la segunda mitad del siglo veinte ha habido grandes cambios en el mundo, se duplicó la población mundial al tiempo que sucedían desarrollos tecnológicos impensados que cambiaron radicalmente el mundo. La industria respondió consecuentemente con el aumento y diversificación de la oferta, la cual sumada al aumento de la capacidad de consumo, hicieron que los consumidores dispongan de mucho más poder para elegir ^[39].

Mientras los cambios sucedían en el mundo, en Japón se creó en la década de 1960 una metodología llamada Quality Function Deployment, especialmente diseñada para el desarrollo de nuevos productos enfocados en el consumidor. Este método se difundió en la década siguiente hacia los Estado Unidos y luego por el resto del mundo.

El QFD (despliegue de la función de la calidad) es un enfoque innovador para llevar la calidad demandada por los consumidores hacia el proceso de diseño y desarrollo de productos. A pesar del evidente éxito del QFD en multitud de áreas, pocas son las experiencias de uso en la industria farmacéutica.

Si restringimos el mercado de los productos farmacéuticos de uso veterinario solamente a México, vemos cómo tiene un desarrollo muy pobre a comparación de otros mercados análogos, y esto representa una oportunidad. En esta tesis se desarrolla un producto dentro de la categoría de suplemento alimenticio veterinario, orientado hacia los principales segmentos de la población consumidora.

Para asegurar el éxito y quizá la sobrevivencia a largo plazo en este mundo de desafíos, es preciso desarrollar las mejores habilidades y técnicas que sea posible en relación al aspecto integral de costos y calidad. Se esta desarrollando en algunos países, un nivel de capacidad excesiva, donde se esta cada vez más en un mercado orientado por el cliente, en lugar de definido por el productor. Para lograrlo, el paso uno no consiste en invertir en nuevas tecnologías por el mero hecho de hacerlo. Más bien, debe consistir en aprender a manejar en forma apropiada el sistema actual de producción, lo que a su vez genera una base para aplicar tecnología avanzada.

Otro punto importante es entender la importancia del pensamiento de “sistemas”: la interrelación adecuada a todos los factores que forman parte de la planeación, diseño, producción, ventas y servicio; se tiende a pensar en función de disciplinas estrechas sin los apropiados enlaces de los diversos elementos del sistema de producción. La mentalidad de sistemas es un factor muy importante para el éxito futuro y es preciso además comprender a los competidores, su cultura, idioma y, en general, su forma de pensar ^[51].

4.3. Metodología

4.3.1. Parte I

El desarrollo del trabajo de investigación se dividió en dos partes en la figura 15 se muestran las etapas de la metodología y el orden de la parte I.

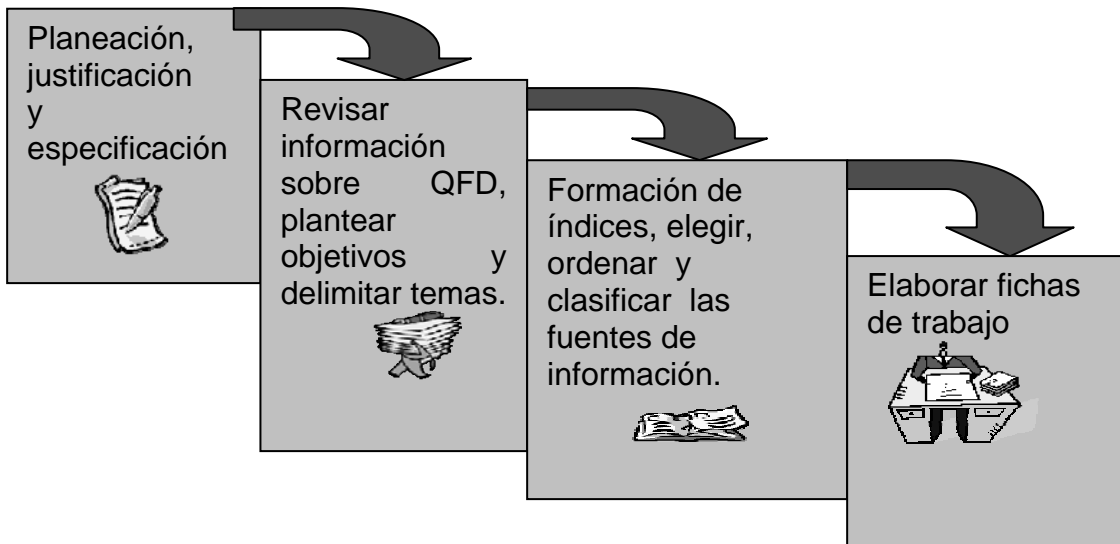


Figura 15. Etapas de la metodología en la parte I

4.3.2 Parte II

En la parte II se aplicó la metodología del QFD mostrada en un diagrama de flujo en la figura 16.

Aplicación del QFD

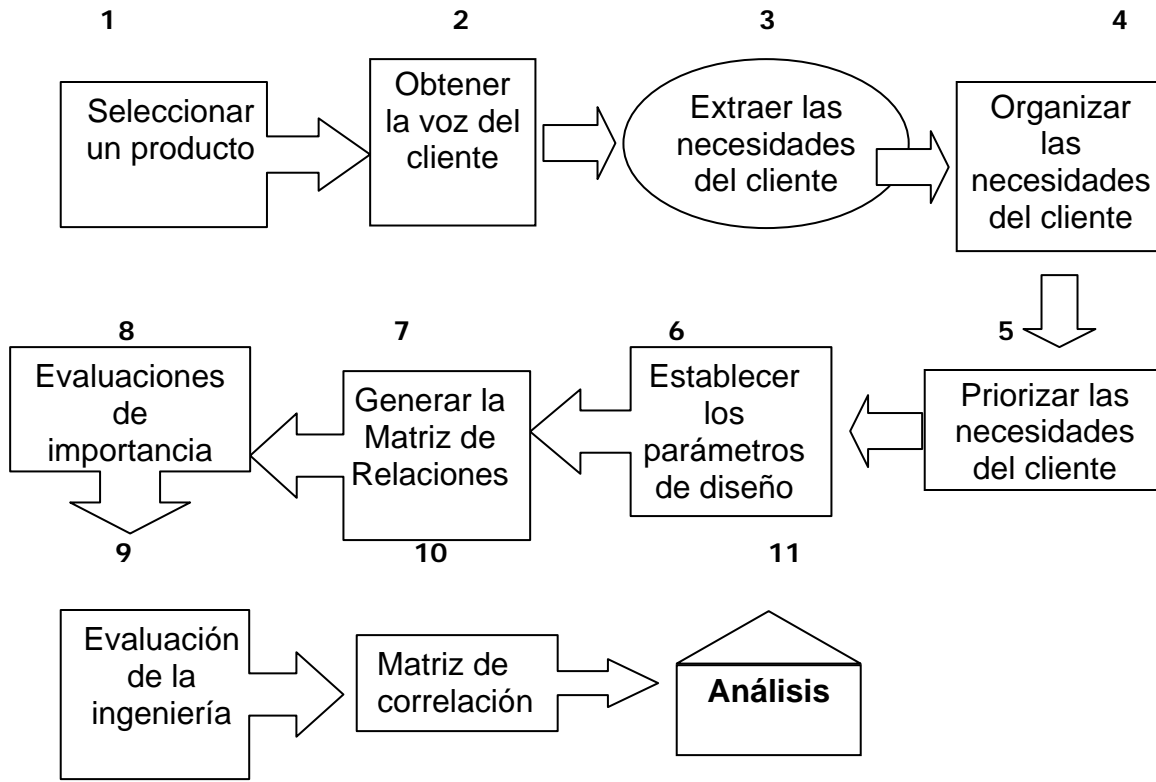
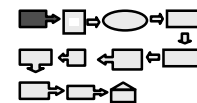


Figura 16. Aplicación del QFD

4.3.3 ETAPA 1. Selección del Producto a desarrollar



En esta etapa es necesario comentar algunos puntos relevantes tales como: considerar que el desarrollo de este proyecto de investigación involucra la participación de un grupo multidisciplinario, conformado por doctores en las áreas de Medicina veterinaria y Ciencias Farmacéuticas, Químicos Farmacéuticos y tesisistas de ambas áreas. El equipo de trabajo ha desarrollado ya medicamentos veterinarios y se tiene experiencia en proyectos específicos hacia la nutrición y salud del ganado ovino.

El cliente es el participante clave en el Despliegue de la Función de Calidad. Al hablar de clientes, el punto central es la identificación de los clientes: éstos

pueden ser internos o externos, distribuidores y compradores, y personal de mantenimiento y usuarios finales.

Una vez identificados es necesario segmentar la base de clientes (ver tabla 22), diferentes clientes desean diferentes cosas, en consecuencia, la selección está en función de las respuestas a las preguntas como:

- ¿Qué es importante para los clientes?
- ¿Qué no les agrada?
- ¿Cómo define el cliente la calidad?
- ¿Qué desea cada segmento de clientes?
- ¿Cuál es el tamaño de este segmento?

Si bien es cierto que no son los propios Médicos Veterinarios Zootecnistas, los encargados de administrar el producto a los animales, son ellos los que deciden de acuerdo a su diagnóstico, la dosis, el tipo y la periodicidad de aplicación del mismo.

Se empleo, una de las herramientas, conocida como tabla de segmentos del cliente (TSC Ver anexos), que permitió, identificar a los clientes del producto. Se recomienda utilizar el método 5W1H; y preguntar:

- ¿Quién?,
- ¿Qué?,
- ¿Cuándo?,
- ¿Dónde?,
- ¿Por qué? y
- ¿Cómo?

Tabla 22. Tabla de segmentos del cliente (TSC) elaborada

¿Quién?	¿Qué?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cómo?
El Productor	Criando Explotando	Todo el tiempo dependiendo de las edades del ganado	En los ranchos	Productividad	Alto costo no es cómodo
El médico veterinario	Administrando Prescribiendo	Diagnostico de deficiencia Fases específicas de crecimiento	En los ranchos y consultorios	Manifestaciones clínicas	Sólo de uso en corderos muy caro para adultos
El investigador	Analizando Investigando	Fases específicas del proyecto de investigación	En el centro de investigación y ranchos	Proyectos de investigación	Uso en corderos y adultos, fácil aplicación y barato
Industria Farmacéutica veterinaria	Vendiendo Produciendo	Todo el tiempo y de acuerdo con la demanda del mercado	En el laboratorio y centros de distribución	Producto rentable	Cubrir necesidades

Se organizaron las ideas en el equipo de trabajo:

Considerando que se había decidido ya trabajar en ganado ovino, y la suplementación a trabajar sería de microminerales la lluvia de ideas tuvo como tema central los principales problemas en la suplementación mineral.

Tópico: Deficiencias en los análisis químicos y datos biológicos, para determinar los requerimientos y las cantidades.

Soluciones:

- Establecer controles en el proceso de fabricación
- Establecer controles y análisis durante la preformulación y formulación

- Apoyar dichos controles en las opiniones y experiencia entre formuladores y consumidores en el grupo multidisciplinario.

Tópico: Ausencia de datos sobre el consumo individual de minerales

Soluciones:

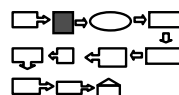
- Generar un acercamiento real con los usuarios de este tipo de productos y con los investigadores a nivel nacional
- Generar una base de datos sobre sus investigaciones.

Tópico: Productores que no suministran las mezclas de minerales de acuerdo con lo recomendado por el fabricante.

Soluciones:

- Implementar programas de capacitación
- Incluir instructivos claros y precisos

4.3.4 ETAPA 2. Voz del cliente



En esta etapa, se empleo la metodología del Blitz QFD (ver anexos):

A. Obtener la voz del cliente

Como se menciona anteriormente se decidió que los médicos veterinarios serian nuestros clientes prioritarios y serían a su vez voceros de la voz de los productores y fue a ellos a quienes se les aplico el siguiente cuestionario:

Dentro de los elementos microminerales esenciales para el ganado ovino, contestar:

1. De la lista siguiente; ¿Cuáles son los 3 que usted recomendaría ser considerados en un suplemento, para su administración?

- () Selenio () Cobre () Zinc
 () Manganeso () Hierro () Cobalto
 () Molibdeno () Yodo Otro especifique: _____

2. De acuerdo a su respuesta anterior, ¿Cuáles serían las necesidades en mg/Kg para el ganado ovino de cada uno de los 3 minerales?

3. ¿Cuál sería la forma de suplementación más conveniente?

- () Administración parenteral () Oral directa () Oral indirecta

4. Considerando la respuesta anterior; ¿Cuál sería la forma de dosificación para cada uno de los 3 minerales?

- A) Dosis únicas con base al peso ()
 B) Dosis repetidas con base al peso ()

5. Si su respuesta anterior fue el inciso A, especificar en que fase de crecimiento se haría la suplementación.

Si su respuesta anterior fue el inciso B, especificar el periodo de tiempo entre una y otra dosificación, así como la fase de crecimiento para la suplementación.

6. De los productos existentes en el mercado y considerando los minerales de la respuesta para la pregunta 1: Mencione cuales recomienda para su uso.

7. Evalué los productos anteriores, considerando para la ello la siguiente escala y el cumplimiento con:

- | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------------------|---|
| - Forma de suplementación conveniente | 2 | - Dosificación | 2 |
| - Acorde a requerimientos | 2 | - Concentración del mineral | 2 |
| - Costo y acceso | 2 | Otro especifique | |

8. Comentarios finales

EL muestreo para la encuesta se determino considerando el universo definido en términos geográficos, de acuerdo a los siguientes puntos:

- En nuestro país, la deficiencia de Selenio se ha reportado en forrajes y ganado rumiante de Hidalgo, Texcoco, Toluca y Tlaxcala. Recientemente se ha manifestado la necesidad de la suplementación de Selenio en el Altiplano Mexicano; Puebla y Tlaxcala, como estados más representativos.
- Considerando la cercanía del rancho de la FES-Cuautitlán en Campo 4; así como del contacto con el grupo de trabajo formado por Doctores, Ingenieros Zootecnistas y tesisistas de la Universidad de Chapingo.
- Finalmente se considero la opción de realizar todos los cuestionarios posibles.

Se realizaron 70 cuestionarios en la encuesta y se obtuvieron los siguientes resultados.

Las respuestas obtenidas para la pregunta 1: **¿Cuáles son los 3 que usted recomendaría ser considerados en un suplemento, para su administración?**- fueron:

Selenio con una frecuencia del 100%
Cobalto con una frecuencia del 33.33%
Yodo con una frecuencia del 66.66%
Manganeso con una frecuencia del 33.33%

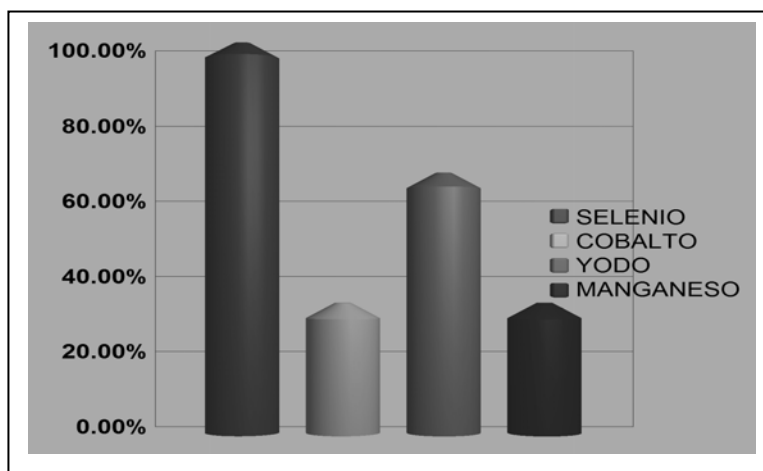


Figura 17: Grafico de los microminerales con mayor porcentaje de frecuencia

Las respuestas para la pregunta 2 **¿Cuáles serían las necesidades en mg/Kg para el ganado ovino de cada uno de los 3 minerales?** fueron:

Para Selenio 0.1 a 0.2 ppm o bien 5mg/50 kg en adultos

Para Cobalto 0.1 a 0.2 ppm

Para Yodo 0.1 a 0.8 ppm

Nota: El nivel dietético de Selenio de 0.1 a 0.20 ppm recomendado para los animales rumiantes ^[60]

Para la pregunta 3 **¿Cuál sería la forma de suplementación más conveniente?**

Se obtuvieron las siguientes respuestas:

Administración parenteral: 33.33%

Oral directa: 66.66%

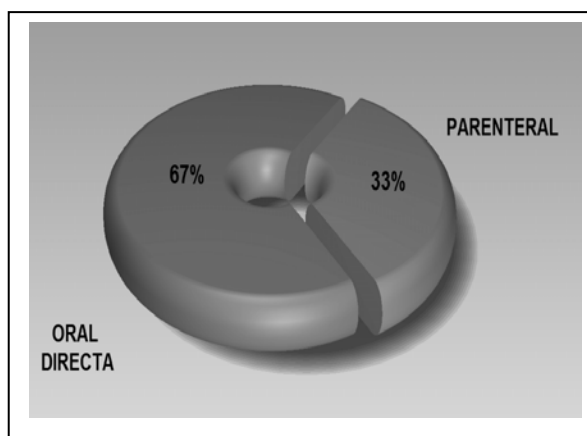


Figura 18: Grafico de la forma de suplementación más conveniente según los resultados de la encuesta

La respuesta más frecuente a la pregunta 4 **¿Cuál sería la forma de dosificación para cada uno de los 3 minerales?** fue:

Dosis repetidas

Para la pregunta 5 las respuestas concuerdan en el hecho de que: es necesario administrar 0.1 mg de Se/ kg de peso, que es necesario consumos altos hasta de una 0.3 mg de Se/Kg de peso en el las hembras preñadas, para garantizar el estado de mineral en el recién nacido.

Para la pregunta 6: **De los productos existentes en el mercado y considerando los minerales de la respuesta para la pregunta 1: Mencione cuales recomienda para su uso;** mencionaremos los productos relacionados con selenio, que fue el mineral más frecuente.

- MuSe,
- VerSel,
- Hipra E,
- Duphral,
- Seleject y
- Selplex

Las evaluaciones en la pregunta 7: **Evalué los productos anteriores, considerando para la ello la siguiente escala y el cumplimiento con:**

- | | | | |
|---------------------------------------|---|-----------------------------|---|
| - Forma de suplementación conveniente | 2 | - Dosificación | 2 |
| - Acorde a requerimientos | 2 | - Concentración del mineral | 2 |
| - Costo y acceso | 2 | - Otro especifique fueron: | |

Tabla 23. Productos existentes en el mercado nacional para suplementar selenio, según la encuesta realizada

Producto	Evaluación
MuSe	6
Duphral	8
Versel	8
Seleject	8
Hipra E	8
Selplex	8

B. Clarificación de las verbalizaciones por temas afines.

Tema: Forma de suplementación conveniente

- “No es cómodo en corderos”
- “Sólo se puede usar en corderos”
- “Es adecuado para adultos”
- “Sólo para corderos”

Tema: Dosificación

- “5mg/ 50 Kg de selenio en adultos”
- “Duplicar la dosis en rebaños con carencia diagnosticada”
- “Duplicar la dosis en rebaños con carencia y no pasa nada”
- “0.3 mg/kg”
- “0.1 a 0.2 ppm”
- “Las múltiples interacciones entre minerales hacen difícil determinar los requerimientos de minerales específicos para borregos”
- “Se debe procurar mantener los niveles dentro de los rangos recomendados”

Tema: Costo y acceso

- “Es de alto costo”
- “En adultos sería carísimo”

- “Costo muy elevado”

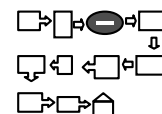
C. Estructuración de las necesidades del cliente

1. La forma de suplementación debe ser adecuada para corderos.
2. Debe cubrir las necesidades nutricionales del ganado en las diferentes fases de crecimiento.
3. Y debe ser “barato”.

Tabla 24. Análisis de la estructura de las necesidades del cliente y segundas necesidades obtenidas

No.	Verbalización	Necesidad
1	"No es cómodo en corderos"	La forma de suplementación debe ser "adecuada" para corderos.
2	"Porque no cubre la dosis recomendadas para cabritos y corderos"	No se refiere a si se requiere de una forma especial que se ajuste a dispositivos mecánicos de dosificación para los corderos sino a la cantidad de micromineral.
3	"Sólo se puede usar en corderos"	La dosis es sólo para corderos.
4	"Si se usa en adultos sería carísimo"	No se refiere sólo a la dosis sino al precio elevado que conlleva el necesitar una dosis elevada de suplemento.
5	"Es adecuado para adultos"	Cubre la dosis del suplemento los requerimientos nutricionales de ovinos adultos.
6	"Porque su costo no es elevado y cubre las necesidades nutricionales con dosis repetidas"	Cumple en cuanto a dosis y costo

4.3.5 ETAPA 3. Extracción de las necesidades del cliente



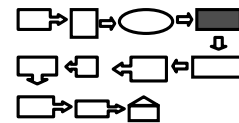
En este caso si se hubiera sólo tomado la primera necesidad explícita mostrada en la tabla 24, se tendrían que tomar en cuenta puntos tales como: si se requiere de una forma especial que se ajuste a dispositivos mecánicos de dosificación, la liberación en un sitio específico, sin entender a lo que se refería lo adecuado para el cliente. Pero una segunda necesidad con una relación jerárquica (necesito A para lograr B), se puede sugerir que es importante considerar las dosis “adecuadas” para cada fase de crecimiento; teniendo en cuenta puntos como: datos químicos, físicos y biofarmacéuticos. Y que lo “barato” o “no muy caro”, se refiere a que si la dosis es “pequeña” en el suplemento, al requerirse varias para el ganado adulto, aumenta el precio, considerablemente; las segundas necesidades se muestran en la tabla 25.

Tabla 25. Priorización de las necesidades

Necesidad	Necesidad priorizada
En cuanto al micromineral para suplementar: <ul style="list-style-type: none"> • Selenio con una frecuencia del 100% • Cobalto con una frecuencia del 33.33% • Yodo con una frecuencia del 66.66% • Manganeso con una frecuencia del 33.33% 	Es el Selenio el Micromineral a suplementar

<p>En cuanto a la forma de suplementación:</p> <p>Administración parenteral: 33.33%</p> <p>Oral directa: 66.66%</p> <p>Oral indirecta: 0.00%</p>	<p>La forma de suplementación será oral directa.</p>
<p>En cuanto a la forma de dosificación o posología:</p> <p>A) Dosis únicas con base al peso</p> <p>B) Dosis repetidas con base al peso</p>	<p>La forma de dosificación o posología será en dosis repetidas</p>
<p>Precio económico</p>	<p>Se debe tener una presentación para adultos que abata el costo de tener que adquirir varios suplementos.</p>
<p>Necesidades nutricionales de selenio para adultos y corderos.</p>	<p>La forma de suplementación debe hacerse en varias presentaciones de acuerdo a las dosis recomendadas para corderos y adultos o bien hembras.</p>

4.3.6 ETAPA 4. Organización de las necesidades del cliente



En esta etapa: se identificaron los “Que” quiere el cliente con relación al producto. En la figura 19 se muestran las necesidades prioritarias para el cliente y su ubicación en la casa de la calidad.

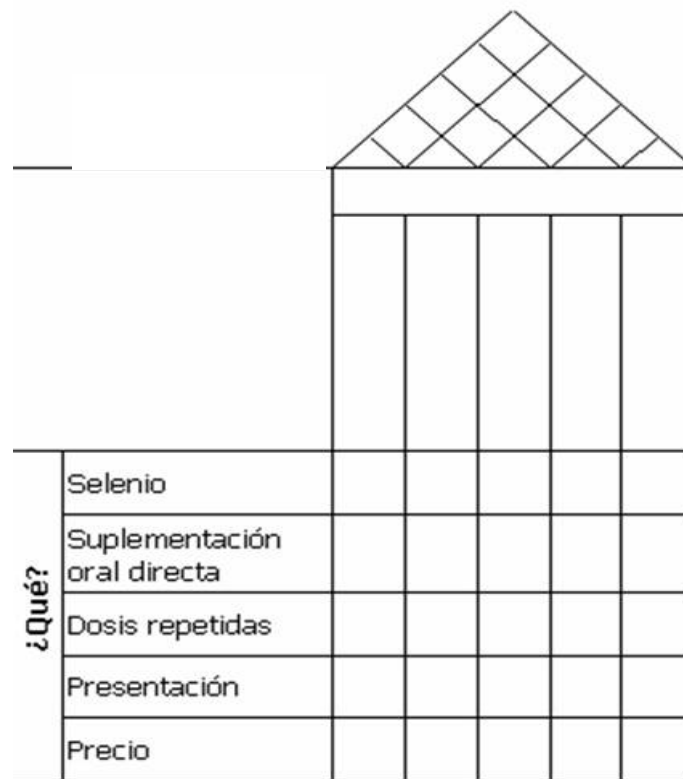
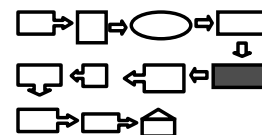


Figura 19. Necesidades prioritarias para el cliente.

4.3.7 ETAPA 5. Necesidades del cliente priorizadas



En esta etapa se utilizó el proceso de jerarquía analítica AHP (ver anexos) como sigue:

Necesidades del cliente:

- Selenio
- Suplementación oral directa
- Dosis repetida
- Presentación
- Precio

Para iniciar el proceso, se realizaron Matrices de Comparación Pareada, como la que se muestra en la tabla 26:

Tabla 26. Ejemplo de una matriz de comparación

AHP	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	1	1/9	1/9	1	1/7
Suplementación oral directa R2	9	1	1/3	9	9
Dosis repetida R3	9	3	1	9	9
Presentación R4	1	1/9	1/9	1	1
Precio R5	7	1/9	1/9	1	1

Para las comparaciones se uso una Tabla de Ponderación que se presenta en la tabla 28:

Tabla 27. Tabla de ponderación

1	3	5	7	9
Los elementos C y R tienen la misma importancia	El elemento C es ligeramente más importante que el elemento R	El elemento C es más importante que el elemento R	El elemento C es fuertemente más importante que el elemento R	El elemento C es muy fuertemente más importante que el elemento R

Después se elaboraron Matrices de Normalización.

Tabla 28. Ejemplo de una matriz de normalización

AHP	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5	Sumatoria
R1	0.42	0.05	0.05	0.42	0.06	2.37
R2	0.32	0.04	0.01	0.32	0.32	28.33
R3	0.29	0.10	0.03	0.29	0.29	31.00
R4	0.31	0.03	0.03	0.31	0.31	3.22
R5	0.76	0.01	0.01	0.11	0.11	9.22

Tabla 29. Ejemplo de una matriz de normalización final

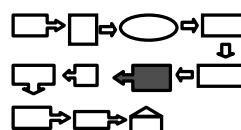
	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.42	0.05	0.05	0.42	0.06
Suplementación oral directa R2	0.32	0.04	0.01	0.32	0.32
Dosis repetida R3	0.29	0.10	0.03	0.29	0.29
Presentación R4	0.31	0.03	0.03	0.31	0.31
Precio R5	0.76	0.01	0.01	0.11	0.11
Promedio	0.42	0.05	0.03	0.29	0.22

En el anexo V se muestran los resultados de los 25 procesos de jerarquía analítica (AHP) que se realizaron para establecer el grado de importancias de cada uno de los “que” para el cliente. Finalmente se priorizaron las necesidades como se muestra en la figura 20.

		Grado de importancia				
¿Qué?	Selenio	1.0				
	Suplementación oral directa	2.0				
	Dosis repetidas	3.0				
	Presentación	5.0				
	Precio	4.0				

Figura 20. Necesidades prioritizadas.

4.3.8. ETAPA 6. PARÁMETROS DE DISEÑO



Una vez obtenidos los “qués” hay que convertir los mismos en características técnicas que, siendo operativas, puedan ayudar a satisfacerlos. Estas opciones técnicas son los llamados “cómo”, los cuales deben ordenarse y desplegarse de manera similar a como se hizo con lo “que”. En esta etapa se emplearon diagramas de causa-efecto para visualizar los diversos parámetros y requerimientos técnicos involucrados en la satisfacción de cada una de las necesidades mostrados en las figuras 21 a 26.

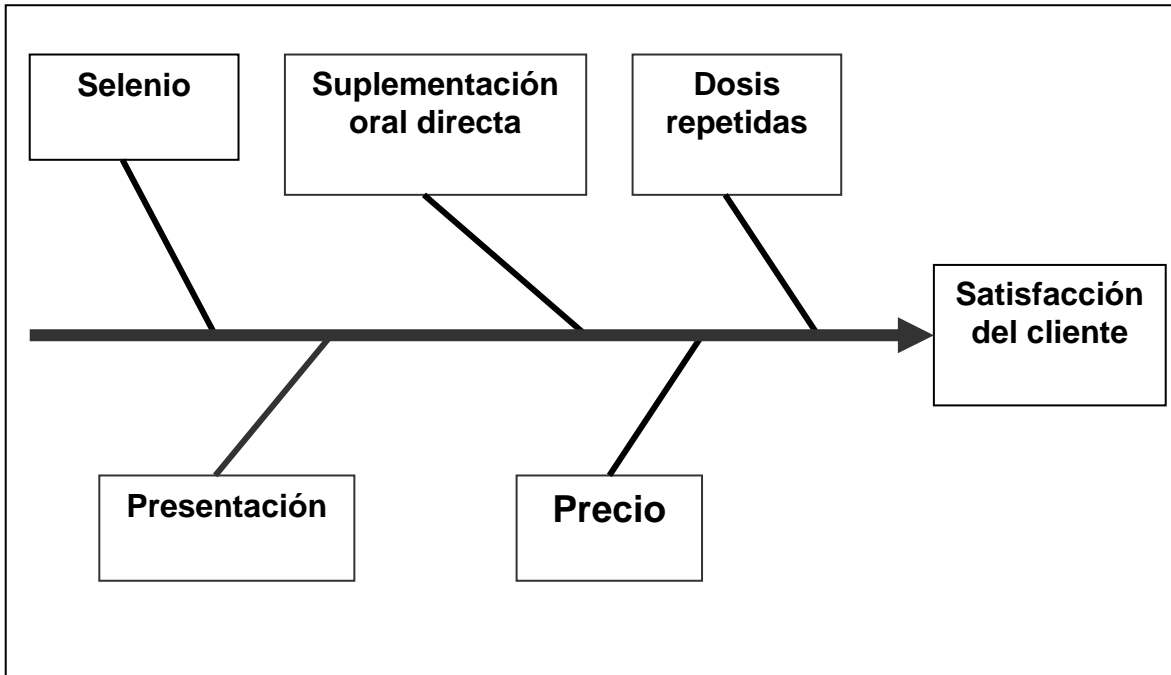


Figura 21: Diagrama causa-efecto de las necesidades para lograr la satisfacción del cliente

Para cada una de las necesidades:

SELENIO

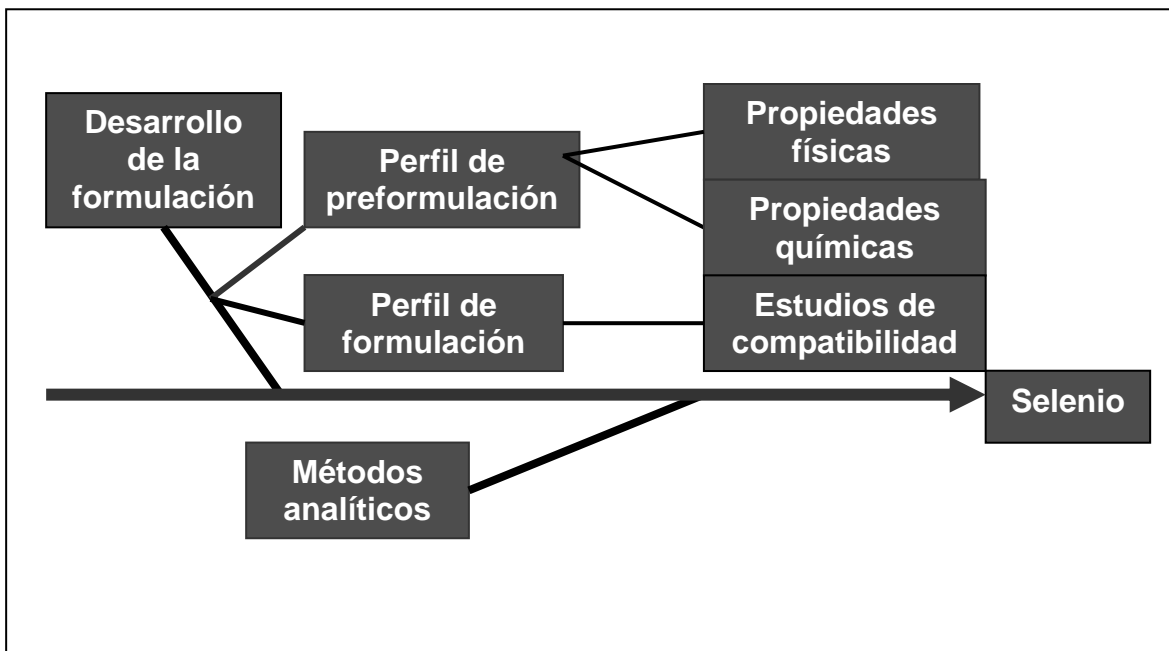


Figura 22: Diagrama causa-efecto de la necesidad SELENIO

SUPLEMENTACIÓN ORAL DIRECTA

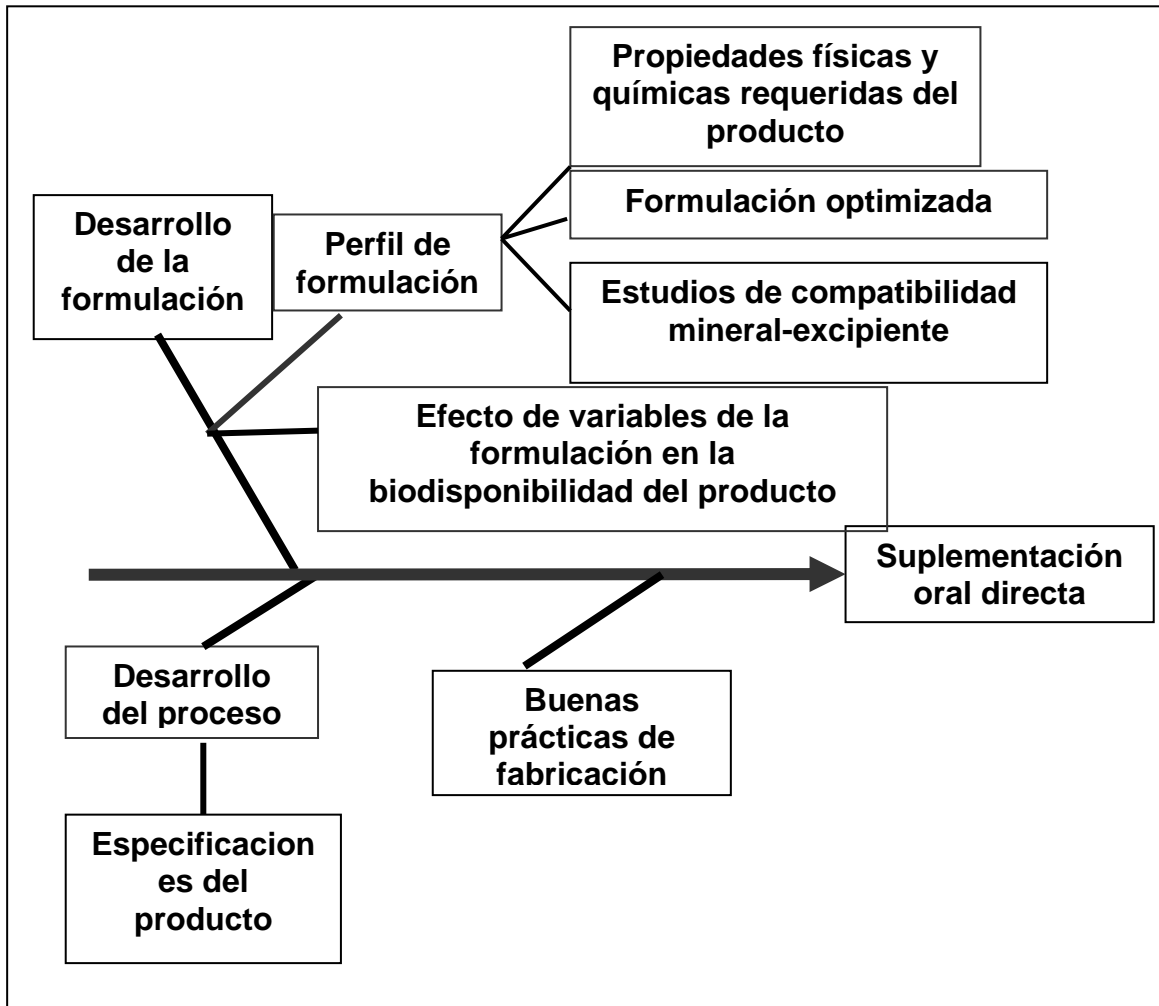


Figura 23: Diagrama causa-efecto de la necesidad SUPLEMENTACIÓN ORAL DIRECTA

DOSIS REPETIDAS

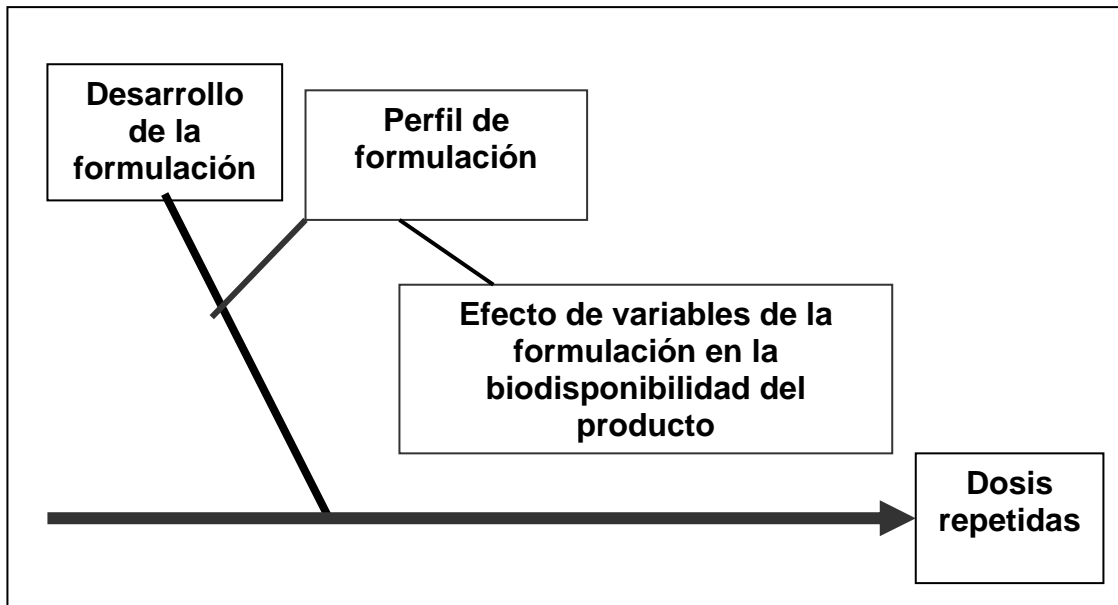


Figura 24: Diagrama causa-efecto de la necesidad DOSIS REPETIDAS

PRESENTACIÓN

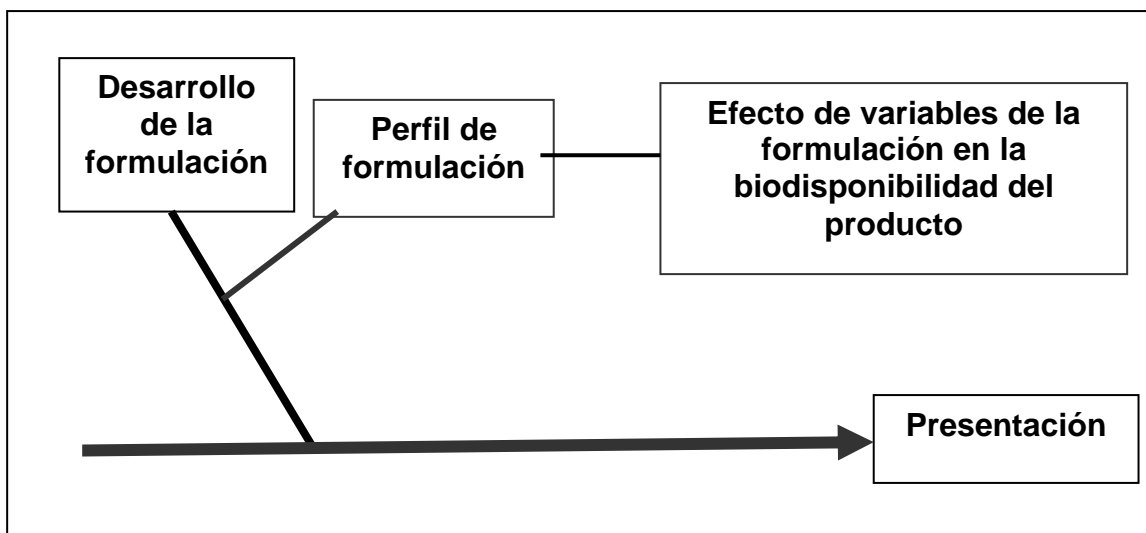
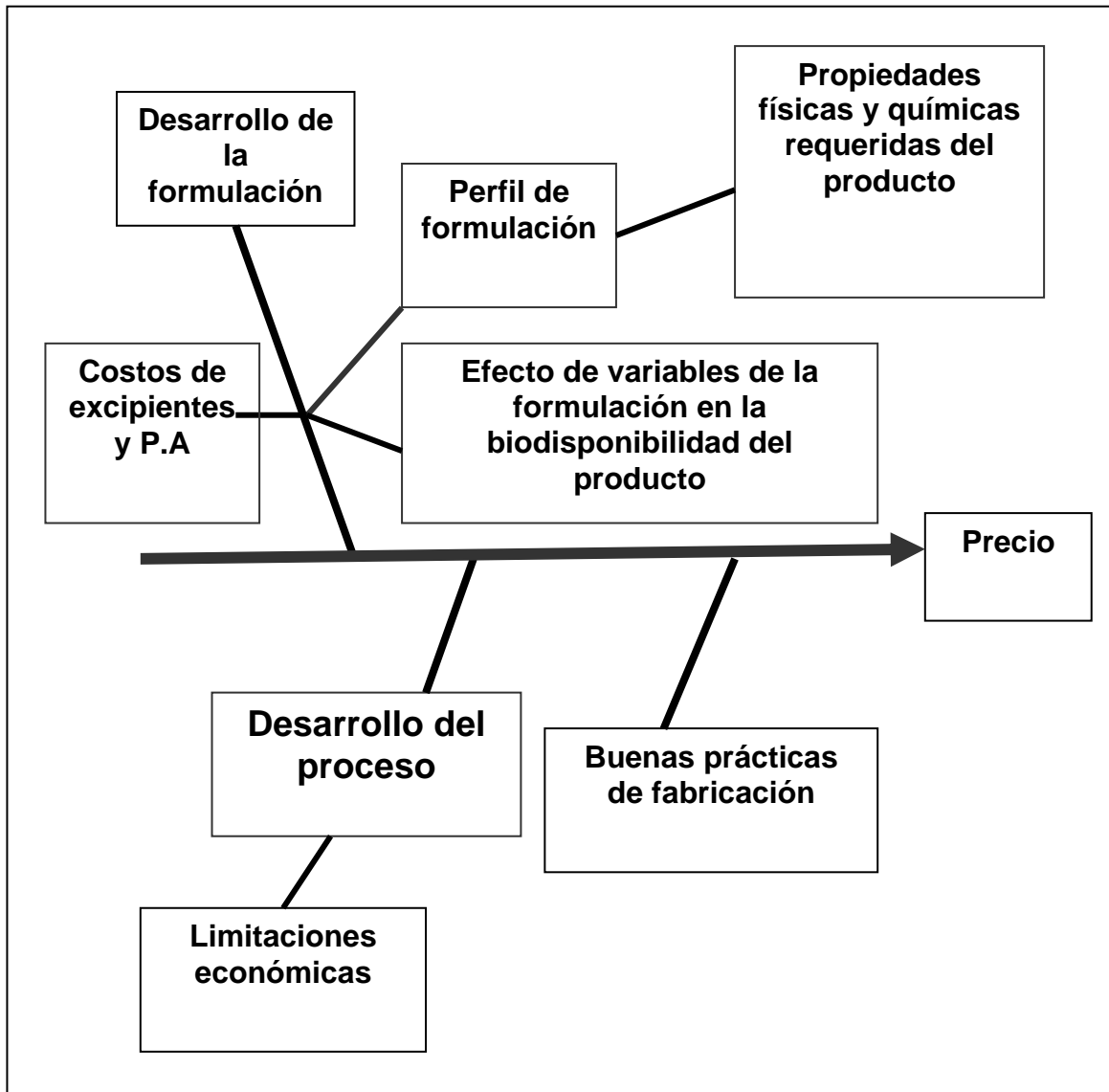


Figura 25: Diagrama causa-efecto de la necesidad PRESENTACIÓN

PRECIO**Figura 26 Diagrama causa-efecto de la necesidad PRECIO**

Teniendo como base las necesidades prioritizadas de los clientes, las entrevistas y los antecedentes presentados se, identificaron qué parámetros, procesos o elementos del sistema contribuyen más.

Tabla 30. Identificación de elementos y actividades en el desarrollo de la formulación

Proceso	Elementos ¿Cómo?	Actividades
Desarrollo de la formulación	Perfil de preformulación	Reunir información básica sobre las propiedades físicas o químicas del fármaco.
	Perfil de formulación	Reunir información sobre la características físicas y químicas requeridas para el producto, estudios de compatibilidad fármaco-excipientes y el efecto de la formulación en la disolución in Vitro.
	Efecto de variables de la formulación en la biodisponibilidad del producto	Establecer el efecto de las variables de la formulación.
	Métodos específicos de prueba	Desarrollar y validar métodos analíticos
	Atributos clave de producto y/o especificaciones	Establecer y evaluar atributos clave de producto
	Formulación optimizada	Optimización de la formulación

Tabla 31. Identificación de elementos y actividades en el desarrollo del proceso

Proceso	Elementos	Actividades
Desarrollo de l proceso	Satisfacción de las especificaciones del producto	Diseñar el proceso; preparar diagramas de flujo, diagramas de matriz de influencia, establecer procedimientos experimentales Establecer criterios Preparar planes de estudio y protocolos
	Satisfacción de las limitaciones económicas	Establecer estudios de alcance para identificar la factibilidad del proceso diseñado, criticidad de los parámetros, límites de fallo para cada una de las variables críticas y la validez de los métodos de prueba.
	Satisfacción de las buenas practicas de manufactura	
	Parámetros claves del proceso que afecten los atributos del producto	Examinar sistemáticamente las variables críticas, establecer condiciones de proceso para cada operación unitaria.
	Especificaciones en el proceso y en los métodos de prueba	
	Especificaciones de equipo e instrumentos	

Tabla 32. Organización de elementos y actividades en el desarrollo de la formulación (Comos) con cada una de las necesidades (Ques)

Necesidades prioritizadas		Elementos
	Selenio	<ul style="list-style-type: none"> • Atributos clave de producto y/o especificaciones • Satisfacción de las especificaciones del producto • Satisfacción de las limitaciones económicas • Formulación optimizada
	Suplementación Oral Directa	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil de preformulación y perfil de formulación • Efecto de variables de la formulación en la biodisponibilidad del producto • Atributos clave de producto y/o especificaciones • Satisfacción de las especificaciones del producto • Parámetros claves del proceso que afecten los atributos del producto • Formulación optimizada • Satisfacción de las limitaciones económicas
	Dosis Repetidas	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil de preformulación y perfil de formulación • Efecto de variables de la formulación en la biodisponibilidad del producto • Satisfacción de las limitaciones económicas • Especificaciones de equipo e instrumentos
De las encuestas	Presentación para adultos	<ul style="list-style-type: none"> • Perfil de preformulación y perfil de formulación • Efecto de variables de la formulación en la biodisponibilidad del producto
	Presentación para corderos	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción de las especificaciones del producto • Parámetros claves del proceso que afecten los atributos del producto

Precio	<ul style="list-style-type: none">• Perfil de preformulación y perfil de formulación• Satisfacción de las especificaciones del producto• Satisfacción de las limitaciones económicas• Especificaciones en el proceso y en los métodos de prueba• Satisfacción de las buenas practicas de manufactura• Métodos específicos de prueba• Formulación optimizada• Especificaciones de equipo e instrumentos
--------	---

Los despliegues funcionales de calidad (qués) y los técnicos (cómos) mostrados en la figura 27, así como sus mutuas relaciones, van a conformar la mayor parte de la matriz QFD. Debido a la forma que adopta esta matriz, es también denominada “casa de calidad”.

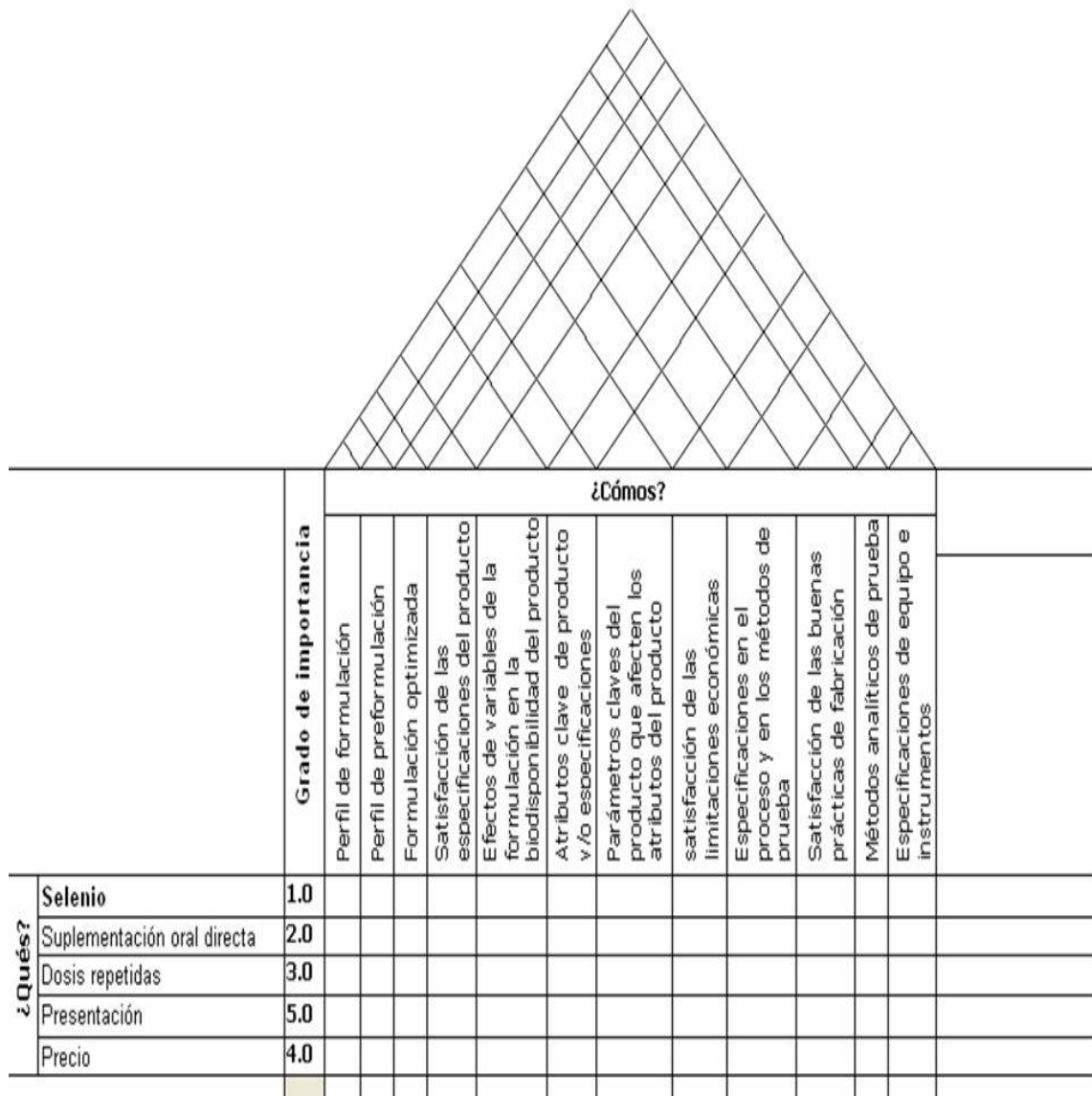
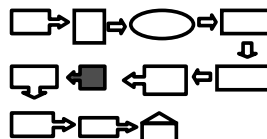


FIGURA 27: UBICACIÓN DE LOS “QUÉS” Y “CÓMOS” EN LA “CASA DE LA CALIDAD”.

4.3.9 ETAPA 7. Matriz de Relaciones



En este caso se asigno un valor numérico, dependiendo de la intensidad de la relación de acuerdo con la tabla 33:

Tabla 33. Intensidad de la relación

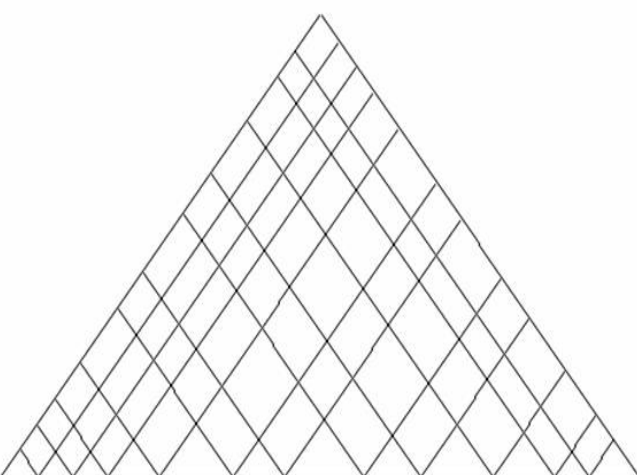
1	Existe una relación débil
3	Existe una relación media
9	Existe una relación fuerte

En el interior de la matriz, donde se cruzan ambas características, se indican sus relaciones mutuas, mediante valores de intensidad de 1, 3 o 9. Por ejemplo:

En la figura 28 podemos observar que:

- ¿Cómo?: Perfil de formulación y ¿Qué?: Selenio Relación entre ellos: 9
- ¿Cómo?: Perfil de preformulación y ¿Qué?: Precio Relación entre ellos: 3
- ¿Cómo?: Formulación optimizada y ¿Qué? Presentación Relación entre ellos: 1

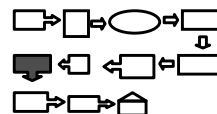
9
3
1



¿Qué?	Grado de importancia	¿Cómo?												
		Perfil de formulación	Perfil de preformulación	Formulación optimizada	Satisfacción de las especificaciones del producto	Efectos de variables de la formulación, en la biodisponibilidad del producto	Atributos clave de producto v/o especificaciones	Parámetros claves del producto que afectan los atributos del producto	satisfacción de las limitaciones económicas	Especificaciones en el proceso y en los métodos de prueba	Satisfacción de las buenas prácticas de fabricación	Métodos analíticos de prueba	Especificaciones de equipo e instrumentos	
Selenio	1.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	1.0	3.0	9.0	9.0	9.0	1.0	
Suplementación oral	2.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	3.0	3.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	
Dosis repetidas	3.0	9.0	9.0	1.0	1.0	9.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Presentación	5.0	9.0	9.0	1.0	1.0	9.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Precio	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	

FIGURA 28: Valores en la matriz de relaciones

4.3.10 ETAPA 8. Evaluaciones de importancia

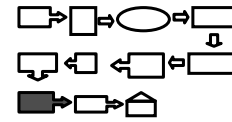


Es esta etapa, se calculan las evaluaciones de importancia, obteniendo para ello la suma de las prioridades multiplicadas por las relaciones. Las evaluaciones de mayor importancia muestran que la relación entre los requerimientos técnicos y la satisfacción del cliente son importantes en un sentido global.

		¿Cómos?													
		Grado de importancia													
¿Qué?	Selenio	1.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	1.0	3.0	9.0	9.0	9.0	1.0	
	Suplementación oral	2.0	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	3.0	3.0	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	
	Dosis repetidas	3.0	9.0	9.0	1.0	1.0	9.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	Presentación	5.0	9.0	9.0	1.0	1.0	9.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
	Precio	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	1.0	1.0	1.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
	Evaluación de importancia		111.0	111.0	47.0	47.0	103.0	27.0	19.0	25.0	35.0	31.0	31.0	23.0	

FIGURA 29: Evaluaciones de importancia

4.3.11 ETAPA 9. Evaluación de la ingeniería



La evaluación es una comparación de los distintos competidores u opciones de diseño y de su capacidad para alcanzar los valores objetivo de los requerimientos técnicos.

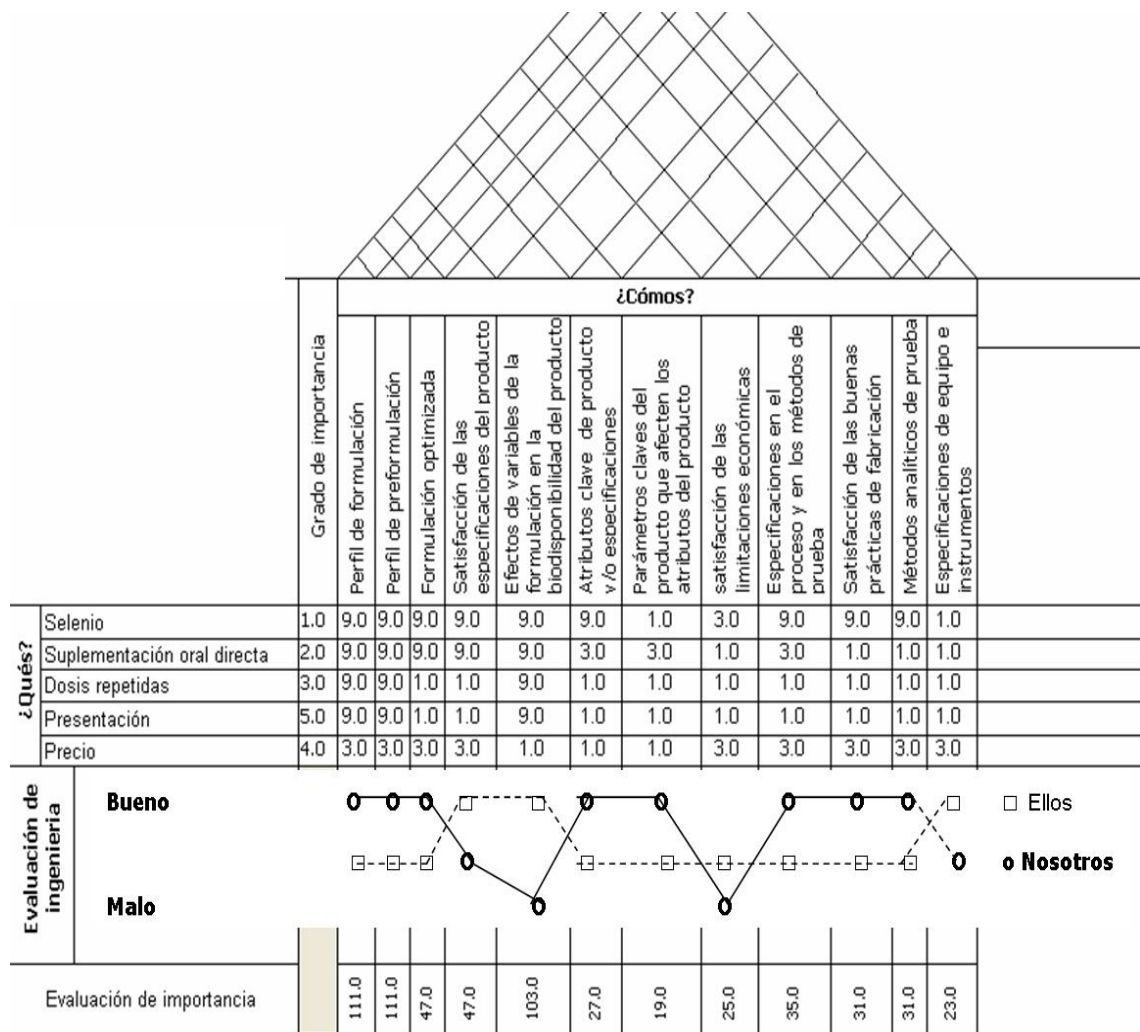
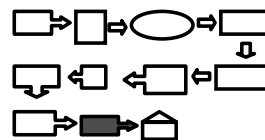


FIGURA 30: Evaluación de ingeniería.

4.3.12 ETAPA 10. Matriz de correlación



En ocasiones, puede ser que las diferentes características técnicas analizadas en el producto tengan influencia de signo diferente en cuanto a la aportación a la calidad del mismo, por lo cual es necesario la búsqueda de soluciones de compromiso. Estas correlaciones positivas o negativas se muestran en el triángulo superior de la matriz, denominado matriz de interacción.

En este caso solo se asigno la correlación positiva (+) si al mejorar una característica técnica mejora otra y negativa (-) si al mejorar una característica técnica se empeora otra..

Las correlaciones positivas se encuentran en los requerimientos que se refuerzan o respaldan entre sí, como son los perfiles de formulación y preformulación. Las correlaciones negativas se encuentran en los requerimientos técnicos tales como: la determinación de propiedades físicas y químicas del principio activo, que refuerza a las dos anteriores.

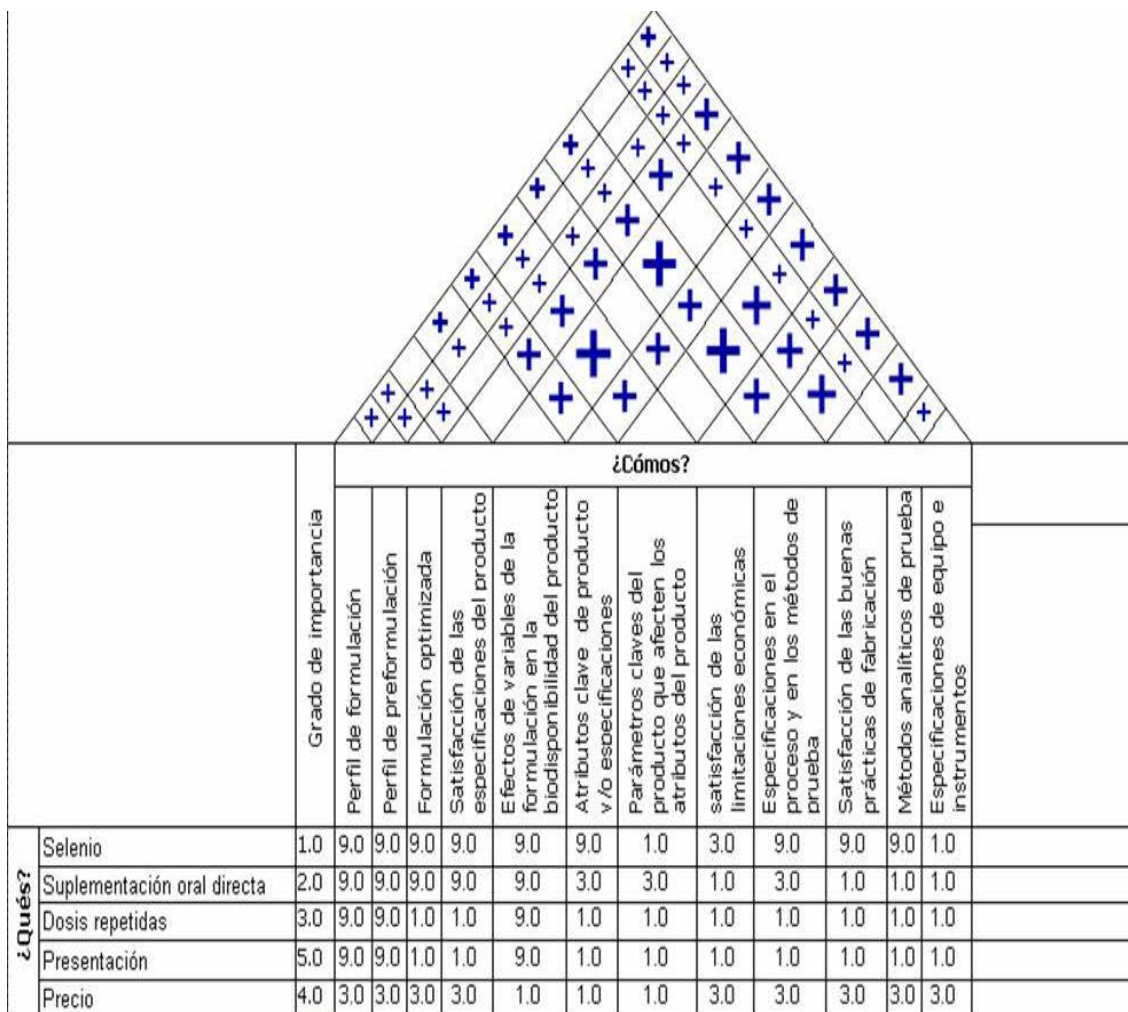


FIGURA 31: Matriz de correlación

En la figura 32 se muestra la “Casa de la calidad” construida para el estudio de caso aplicación del QFD en el desarrollo de la forma farmacéutica para suplementar microminerales a ovinos.

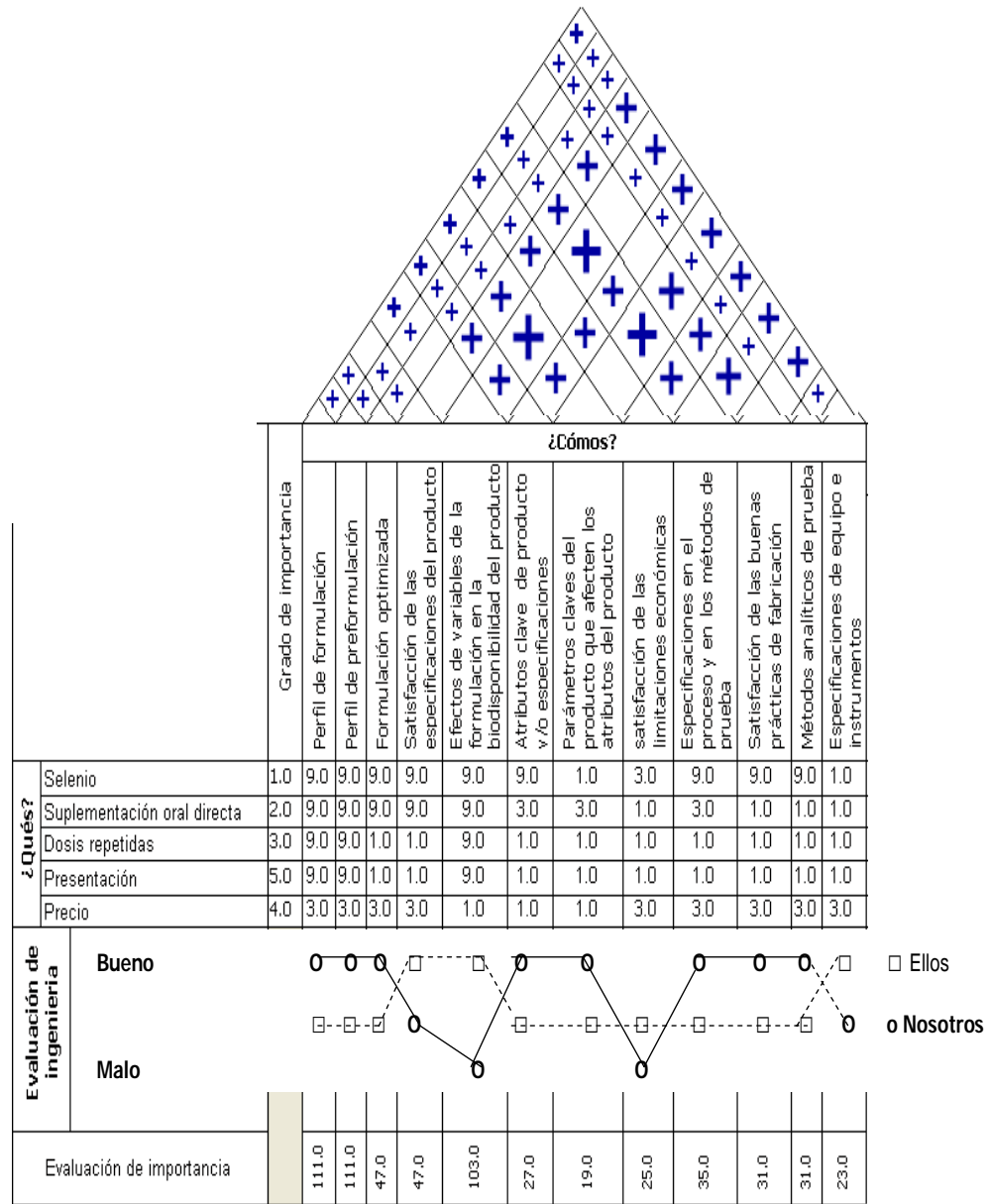
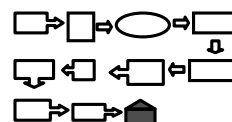


Figura 32: “Casa de la calidad” construida para el estudio de caso aplicación del QFD en el desarrollo de la forma farmacéutica para suplementar microminerales a ovinos

4.3.13 ETAPA 11. Análisis de resultados



En este apartado se explican los resultados obtenidos en la matriz elaborada para los atributos del producto elegido. Cuando se obtiene un puntaje alto para un atributo determinado, esto no significa que ese atributo debe maximizarse, sino que este es el que en mayor medida afecta el desempeño final de producto. Dicho de otro modo, el atributo de mayor puntaje es aquel cuya eficacia y eficiencia debe maximizarse ya que es en el cual las pequeñas variaciones inherentes a todos los elementos y actividades en el desarrollo del producto, son más fácilmente detectadas por los consumidores y/o clientes y por consiguiente es la características de calidad clave del producto.

Por ejemplo, si el contenido de selenio es el atributo principal, esto no significa que el producto deba contener mucho selenio o que haya sólo un contenido óptimo de selenio, sino que una pequeña diferencia con respecto a la especificación tendrá un gran impacto en la calidad percibida por el consumidor.

Se infiere fácilmente que el mayor empeño y esfuerzo, debe dedicarse a la identificación del punto óptimo de los atributos con puntajes altos, y que estos deben monitorearse más a menudo que para aquellos de puntajes bajos.

En la evaluación de los clientes, se identificaron los lugares donde los clientes no están contentos con los esfuerzos de la organización, estos son blancos para actividad de mejoras trascendentales. Esta evaluación se hizo a partir de la información mostrada en la tabla 33 donde se incluyen las especialidades médicas

veterinarias para la suplementación de selenio para ganado ovino de venta en México.

Tabla 34. Especialidades médicas veterinarias para la suplementación de selenio de venta en México

NOMBRE DEL PRODUCTO	FORMULA	USO	PRESENTACIÓN Y VÍA DE ADMINISTRACIÓN	LABORATORIO
BLOAT GUARD	Cada bloque de 15.2 kg contiene: Calcio 11.0%, Sal 28.0%, Selenio 0.00265% , Vit. D3 13,750 UI/Kg, Azúcares 10.0%.....	En bovinos, ovinos y caprinos.	Bloque oral de 15.2 Kg	Avimex
FORAGE MAX 4%	Cada bloque de 18.2 Kg contiene; Calcio 11.0%, Sal 28.0 %, Selenio 0.00265% , 55,000 UI/Kg, Vit.D 13.75 UI/Kg.....	En bovinos, ovinos y caprinos.	Bloque oral de 18.2 Kg	Avimex
HI-FOS	Cada bloque de 18.2 Kg contiene: Calcio 2.30%, Sal 15.0%, Selenio 26.5 ppm , Vit. A 330,700.00 UI/Kg, Vit. E 221.00 UI/Kg....	En bovinos, ovinos y caprinos.	Bloque oral de 18.2 Kg	Avimex
MOL-MAG	Cada bloque de 18.2 Kg contiene: Calcio 3.0%, Sal 12.0%,	En bovinos, ovinos y caprinos.	Bloque oral de 18.2 Kg	Avimex

	Yodo 0.00216% Selenio 26.5 ppm, Vit. D3 55,000.00 UI/Kg...			
--	--	--	--	--

Tabla 34 (continuación). Especialidades médicas veterinarias para la suplementación de selenio de venta en México

NOMBRE DEL PRODUCTO	FORMULA	USO	PRESENTACIÓN Y VÍA DE ADMINISTRACIÓN	LABORATORIO
RUMENSIN	Cada bloque de 18.2 Kg contiene: Calcio 5.0% Selenio 0.00133%, Vit. D3 55,000 UI/Kg, Monensina sódica 881 mg/Kg....	En bovinos, ovinos y caprinos.	Bloque oral de 18.2 Kg.	Avimex
REKAMIN SELENIO 2%	Cada Kg contiene: Selenio 20.000 g.	Todas las especies	Sacos con polvo de 25 Kg.	Avimex
SEL-PLEX	Fuente orgánica de selenio	En bovinos, ovinos , porcinos, equinos, caprinos y aves de corral.	Cubeta con polvo de 4 Kg y 25 Kg.	Alltech
OVINOFOS	Composición garantizada en elementos activos: Contenido de 1Kg Macronutrientes: Calcio 13.00% Azufre 0.18% Cloro 24.00%, Metionina de zinc 250, Cobalto 125, Selenio 5	En bovinos, ovinos y caprinos.	Saco con 25 Kg	Agroquímica

	<p>ppm, Vitaminas: A 275.0 KUI/Kg, E 500.0 UI/Kg....</p>			
--	---	--	--	--

Tabla 34 (continuación). Especialidades médicas veterinarias para la suplementación de selenio de venta en México

NOMBRE DEL PRODUCTO	FORMULA	USO	PRESENTACIÓN Y VÍA DE ADMINISTRACIÓN	LABORATORIO
MINELAP FOS 12	Análisis garantizado: Fósforo 12.00%, Magnesio 0.60%, Hierro 0.30%, Cloro 15.60%, Manganeso 0.12%, Cobalto 50.00 ppm, Selenio 3.00 ppm	En bovinos, ovinos y caprinos.	Saco con 25 Kg.	LAPISA
FOSCAMAG PLUS	Composición garantizada en elementos activos: Contenido de 1 Kg Macronutrientes: Fósforo 18.00% Magnesio 4.5%, Azufre 0.3%, Levadura 1.0%. Micronutrientes: Zinc 3,000 ppm Hierro 200 ppm, Cobalto 30 ppm, Selenio 20 ppm....	En bovinos, ovinos, porcinos, equinos, perros, gatos y aves de corral.	Sacos con 1 y 25 Kg.	Agroquímica
BIOFOS PLUS	Composición garantizada en elementos activos: Contenido de 1 Kg Macronutrientes: Fósforo 18.0%, Magnesio 4.5%, Sódio 5.0%, Micronutrientes:	En bovinos, ovinos y caprinos.	Sacos con 2.5 y 25 Kg.	Agroquímica

	Cobre 900 ppm, Manganeso 900 ppm, Yodo 40 ppm, Selenio 20 ppm....			
--	---	--	--	--

Tabla 34 (continuación). Especialidades médicas veterinarias para la suplementación de selenio de venta en México

NOMBRE DEL PRODUCTO	FORMULA	USO	PRESENTACIÓN Y VÍA DE ADMINISTRACIÓN	LABORATORIO
SELEJECT B12	Fórmula: Cada ml contiene. Selenio 4 mg..	En bovinos, ovinos y caprinos.	200 ml vía subcutánea, de preferencia en la base del cuello para las dos especies.	Animal Care Products.
SELEPHEROL	Fórmula: Selenito de sodio 0.050 g Correspondiente a selenio a 0.023 g Vit. E 3.82 g	En bovinos, ovinos , porcinos, perros y gatos.	Frascos con 50, 100 y 250 ml. Emulsión inyectable.	Vetoquinol
FOSFOMIN V.M	Composición: Cada cc de FOSFOMIN contiene: 4-dimetilamino-2-metilfenilfosfinato	En bovinos, equinos, porcinos,	Frascos de 500 cc, 250 cc, 100 cc, 50 cc y 20 cc. Inyección	Laboratorios Vitaminas y Minerales para Ganadería.
	sódico 250 mg Selenito de Sodio 0.333mg Sulfato de zinc 1.125 mg Nicotinamida 6.0 mg....	ovinos y caprinos.	intramuscular profunda	Colombia
DUPHAFRAL E-SE	Cada mililitro contiene: Vit. E 25 mg Selenito sódico 1 mg...	En bovinos, porcinos, ovinos, perros y gatos.	Frasco de vidrio ámbar no graduados con 100 ml. Intramuscular	FORT DODGE ANIMAL HEALTH

Se analizó la información anterior considerando las necesidades del cliente y se establecieron los siguientes puntos de contraste entre los productos existentes en el mercado nacional y el producto propuesto:

- **Necesidad primaria atendida –Selenio-**

Los productos en el mercado contienen el selenio en mezcla con otros minerales e incluso con vitaminas.

- **Necesidades primarias identificadas y oportunidades de innovación - Suplementación oral directa, dosis repetida y presentación-**

Ninguno de los productos en el mercado ofrece una presentación cuya forma de dosificación sea oral directa y no se tienen productos para ovinos en diferentes fases de crecimiento del ganado.

En los diagramas de causa y efecto presentados en las figuras 21 a 26, se encontraron traslapes entre ellos; éstos se convirtieron en la base de los requerimientos técnicos y sirvió para construir la matriz de relaciones entre las necesidades de los clientes y los requerimientos técnicos. Vale la pena recordar, que se trabajó renglón por renglón, ya que el énfasis está en satisfacer las necesidades del cliente.

De acuerdo a las evaluaciones de importancia (ver figura 29), en particular, es esencial optimizar lo referente a los perfiles de preformulación y formulación así como también estudiar el impacto que tienen las variables de la formulación en la biodisponibilidad del producto final para cumplir con la mayoría de las necesidades prioritarias para el cliente. Es medianamente importante lo referente a las especificaciones del producto, formulación optimizada, especificaciones en cuanto a equipo e instrumentos, especificaciones en el proceso y en los métodos de prueba para satisfacer las necesidades del cliente. La evaluación obtenida es

congruente con los principios de buenas prácticas de desarrollo de medicamentos ya que si las etapas de preformulación y formulación no se realizaron adecuadamente las especificaciones tanto de producto como de proceso no son las reales y esto provoca aumento en costos la probabilidad de no conformidades es alta. Por otra parte, una evaluación baja de importancia indica que es preciso gastar los recursos en otros elementos técnicos de mayor importancia.

La evaluación de ingeniería incluida en la “casa de la calidad” es opcional, pero importante y se realizó en base a la experiencia de trabajo en el grupo de investigación; en cuanto a la infraestructura y el tipo de servicios realizados para laboratorios con rama de productos veterinarios.

Se encontró un declive en la capacidad de evaluar los efectos de variables de la formulación en la biodisponibilidad del producto, punto clave y vital para el cumplimiento de los requerimientos.

Llama la atención que la matriz de correlación, no posea contradicciones, esto revela que no hay impedimentos en los elementos técnicos para la satisfacción de todos los requerimientos, las únicas restricciones son el tiempo y los recursos disponibles.

En la matriz de correlación se hace patente la importancia de la optimización de la formulación y su relación sinérgica de respaldo con las demás actividades técnicas, en la satisfacción de los elementos técnicos.

4.3.14. Perfil del producto a desarrollar definido por la aplicación del QFD

Se diseño una tableta cilíndrica o con forma de cápsula comúnmente denominada “bolo” con atributos claves y formulación enlistados en las tablas 36 y 37.

Tabla 35 Atributos claves del producto a desarrollar

Atributos claves
Enfermedad tratada: Susceptibilidad a la carencia de selenio
Uso: Ganado ovino
Vía de administración: Oral directa
Seguridad/tolerabilidad: Se requiere investigar la posibilidad de contar con un producto para la suplementación de selenio con un alto grado de seguridad, proporcionando dosis adecuadas del mismo, evitando su deficiencia, pero sin descuidar el riesgo de generar toxicidad.
Dosis/presentación (tipo/cantidad): Bolos de uso en corderos de hasta 25 Kg.
Dosis y frecuencia de dosificación: El bolo, tiene la característica de ser de lenta liberación.
Proceso: Hasta el momento se ha desarrollado el proceso de fabricación de bolos intrarruminales de Selenio Inorgánico.
Aspectos estéticos : Los bolos presentan un color gris oscuro
Costo: De acuerdo al costo de las materias primas empleadas así como de la sal de selenio, se están realizando desarrollos de formulación con diferentes matrices de liberación.

Tabla 36 Formulación del “bolo” para la suplementación de selenio

Componente	Cantidad por bolo (g)	Porcentaje (% p/p)
Principio activo	1.107	15.38
Excipiente (densificador)	3.789	52.62
Excipiente (retardador de velocidad de liberación)	2.160	30.00
Excipiente (lubricante)	0.036	0.50
Excipiente (antiadherente)	0.0108	1.50
Masa total	7.200	100

El proceso de fabricación de bolos de selenito de sodio se detalla en el siguiente diagrama de flujo:

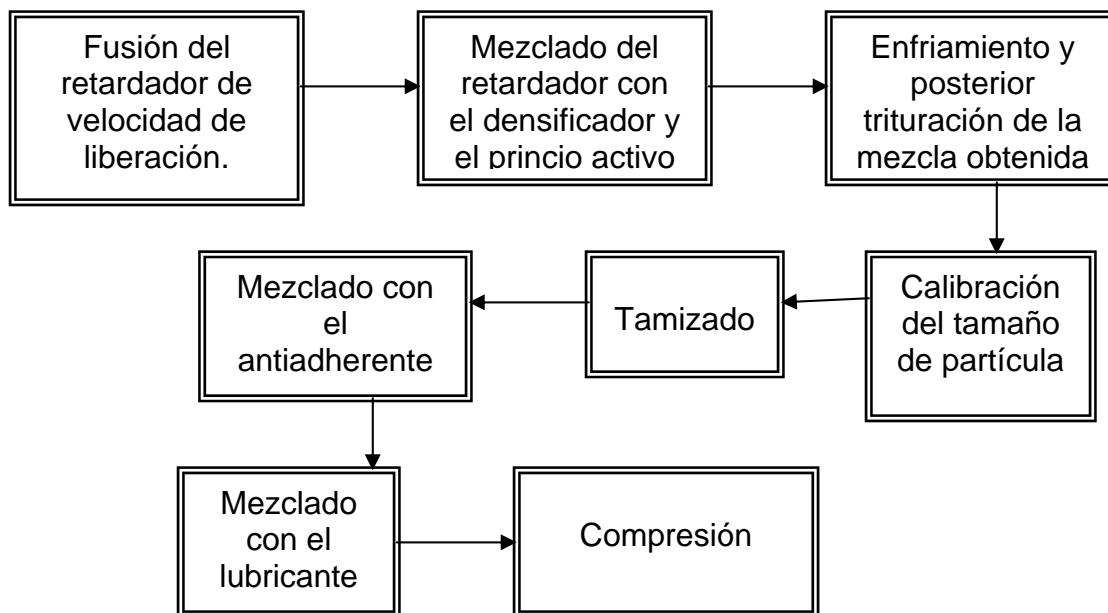


Figura 33: Proceso de fabricación de bolos de selenito de sodio

Para ganado de más de 25Kg de peso, se propone el uso de un inyectable de lenta liberación que facilite la administración y sea de bajo costo.

Para aumentar la aceptación del bolo desarrollado se trabaja en su formulación y se propone el uso de un retardador de velocidad de liberación diferente al de la formulación inicial que mejora su estabilidad y por ende maximice el tiempo del producto en anaquel.

Se estableció una línea de comunicación entre formuladores y consumidores del producto veterinario que esperamos permita maximizar la eficiencia en el desarrollo de este tipo de proyectos.

5. Comentarios finales y recomendaciones

A lo largo de esta tesis se logró resumir y transmitir los que un cliente busca para que esto pueda tomarse en cuenta por todos los participantes en el proyecto, que no tienen contacto con los consumidores finales, pero que tienen un compromiso con ellos.

Sin duda, se ha fortalecido la idea urgente de la formación de equipos de trabajo multidisciplinarios no sólo en la investigación universitaria sino además en la industria en nuestro país.

Sería sumamente provechoso continuar desplegando la función de calidad hasta las especificaciones operativas y terminar designando a unas pocas como indicadores claves. De este modo el QFD estaría transmitiendo los requerimientos de los consumidores hasta el último rincón de la cadena de distribución.

Finalmente una organización que se proponga mejorar sustancialmente sus productos o el desarrollo de proyectos de investigación, puede hallar en el QFD una herramienta verdaderamente provechosa.

6. Áreas de investigación futura y en curso

Se presentan los puntos que no han sido analizados en detalle por escapar del alcance de esta tesis, entre ellos podemos mencionar:

- i. Los ovinos son especialmente susceptibles a la deficiencia y toxicidad del selenio. Los bolos intrarruminales de liberación lenta son una forma de proporcionar selenio al ganado, con la posibilidad de reducir el riesgo de provocar selenosis iatrogénica. Se realizó un estudio para conocer que forma química de selenio ofrece mayores ventajas para proporcionar dosis adecuadas de selenio con menores riesgos de toxicidad y se probó una forma orgánica e inorgánica de suplementación (selenito de sodio y selenolevaduras) ^[60].
- ii. Se validó un proceso de fabricación de bolos intrarruminales de selenio inorgánico, se obtuvieron valores aceptables de cada evaluación realizada, que indican la obtención de un producto final de calidad; así como la posibilidad de llevar a cabo un escalamiento del proceso a nivel piloto ^[50].
- iii. Se propone el desarrollo un inyectable de liberación lenta de selenio de administración subcutánea; para la suplementación de selenio inorgánico en pequeños rumiantes que busca optimizar la terapia ^[49].
- iv. Actualmente se realiza una investigación en la formulación tanto de los bolos como del inyectable que propone el uso de un retardador de velocidad de liberación diferente al de la formulación inicial.
- v. Por otro lado se está evaluando la biodisponibilidad de los bolos y del inyectable desarrollados.
- vi. Es necesario evidenciar la oportunidad de desarrollo que ofrece el mercado farmacéutico veterinario, la oportunidad de investigación y vinculación de las instituciones educativas con la industria para el desarrollo de productos.

7. Conclusiones

Aplicando la herramienta de Despliegue de la Función Calidad (QFD), se desarrolló un bolo intrarruminal de lenta liberación para la suplementación de microminerales a ovinos empleando para ello una “Casa de la Calidad” así como diversas herramientas de calidad en cada uno de los pasos en la concepción de la misma donde se organizó la información y el conocimiento respecto al producto, que refleja las necesidades identificadas en los consumidores.

Se estableció una línea de comunicación entre formuladores y consumidores de productos veterinarios.

ANEXO I ^[6]

Tabla de Segmentos de Cliente (TSC)

Es una herramienta de planeación que sirve para identificar a los clientes de un producto bajo diferentes escenarios. La TSC nos puede ayudar a identificar clientes potenciales con una necesidad que no está siendo cubierta por los productos y servicios existentes en el mercado. El método de 5W1H (preguntar quién, qué, cuándo, dónde, por qué y cómo) es ideal para hacer esto.

1. **Preparar una Tabla de 5W1H.** Esto significa preparar una tabla como la que se presenta a continuación:

¿Quién?	¿Qué?	¿Cuándo?	¿Dónde?	¿Por qué?	¿Cómo?

2. **Llenar la columna del ¿Quién?** Poner el tipo de clientes potenciales o existentes para nuestro producto o servicio (o alguno similar). Entre más segmentos de clientes se documenten, el análisis posterior se vuelve más rico, pero más difícil. La pregunta completa es ¿Quién es el cliente?
3. **Llenar la columna del ¿Qué?** Poner la actividad que está haciendo el cliente con el producto (o que podría estar haciendo el cliente si tuviera el producto o servicio). Se recomienda utilizar verbos en gerundio (esperando, corriendo, visitando, etc.). La pregunta completa es ¿Qué está haciendo el cliente cuando usa o podría estar usando el producto o servicio?

4. **Llenar la columna del ¿Cuándo?** Poner la temporalidad (hora, día, temporada) en la que el cliente usa o podría estar usando el producto o servicio. Si las 7:00am y las 11:00am no hacen diferencia, es mejor decir "en la mañana" o "entre 7:00am y 11:00am". También se podría poner aquí el evento necesario para que el cliente use el producto, por ejemplo -¿cuándo?- cuando hace frío-. La pregunta completa es ¿cuándo el cliente usa o podría usar el producto?
5. **Llenar la columna del ¿Dónde?** Poner la ubicación (lugar) en la que el cliente usa o podría estar usando el producto o servicio. Entre más lugares se consideren, es mejor. La pregunta completa es ¿dónde está o podría estar ubicado el cliente cuando usa el producto o servicio?
6. **Llenar la columna del ¿Por qué?** Esta es posiblemente la pregunta más difícil de contestar, ya que no siempre puede ser observada (a diferencia de qué, dónde y cuándo) y tiene que ver con la motivación del cliente, la cual no siempre (o casi nunca) es evidente. La pregunta completa es ¿por qué el cliente usa o podría querer usar el producto? o ¿Cuál es la causa o evento que hace que el cliente quiera o tenga que usar el producto? Y quizá la forma más efectiva de averiguar los por qué es precisamente, preguntándole al cliente.
7. **Llenar la columna del ¿cómo?** Esta pregunta busca encontrar condiciones adicionales del uso del producto o servicio. La pregunta completa es ¿Cómo es que el cliente está usando o podría estar usando nuestro producto o servicio? ¿Qué hace con él? ¿Durante cuanto tiempo? ¿Qué problemas tiene?
8. **Poner porcentajes a cada elemento de cada columna.** Si podemos poner el porcentaje de clientes que pertenecen a cada segmento del ¿QUIÉN? o el porcentaje de clientes con la motivación X para usar nuestro producto o servicio en el ¿POR QUÉ? tendríamos información muy valiosa para tomar decisiones. Sin embargo, no siempre es factible hacer esto (por los recursos en tiempo y costo necesarios). Otra recomendación es buscar información sobre productos y servicios asociados o similares. Esto nos puede dar también una referencia interesante a un bajo costo.

9. **Circular los segmentos más interesantes.** Vistos los porcentajes y haciendo un análisis consensado con el equipo de trabajo sobre los clientes con mejor relación de costo/beneficio, se deben seleccionar los segmentos prioritarios para nuestro producto. Se pueden repetir algunos de los elementos. Se recomiendan seleccionar a los clientes que potencialmente puedan contribuir más a que la empresa logre su misión.
10. **Enfocar los recursos a los clientes Prioritarios.** Una vez identificados los Clientes Prioritarios, es necesario concentrar en ellos los recursos disponibles. El análisis inicial deberá estar orientado a satisfacer a estos clientes seleccionados. Otras veces encontraremos que el mismo producto servirá para satisfacer necesidades de segmentos que no se estaban considerando inicialmente.

El QFD es un proceso de aprendizaje iterativo sobre las necesidades de los clientes y cómo nuestros productos o servicios las satisfacen (o podrían satisfacerlas). La TSC es una herramienta sencilla que nos ayuda a iniciar este ciclo de aprendizaje al señalar los diferentes segmentos de cliente posibles y algunas de sus características.

ANEXO II Blitz QFD

La metodología del *Blitz QFD* nos permite alinear nuestros recursos con las verdaderas necesidades del cliente y es una herramienta muy práctica que no requiere de *software* ni de herramientas específicas (como la Casa de la Calidad) para ofrecer resultados (aunque tanto el *software* como la Casa de la Calidad pueden ser también complementos muy útiles al *Blitz QFD*).

El Blitz QFD consta de 7 pasos:

1. **Obtener la Voz del Cliente.** Esto implica "ir al lugar de los hechos, ir a donde está la acción"; no se puede escuchar la Voz del Cliente a distancia. Es una buena práctica escribirla entre comillas y tal como el cliente lo dijo, para tenerla como referencia para pasos posteriores del estudio.
2. **Clasificar las Verbalizaciones.** El objetivo de este paso es clasificar las verbalizaciones por temas afines. Hay voces complementarias. Otras incluso son opuestas. No nos interesa en esta etapa las estadísticas sobre "el número de verbalizaciones de cada tipo", sino más bien clasificar las verbalizaciones para poder obtener de ellas las necesidades reales del cliente.
3. **Estructurar las Necesidades del Cliente.** Una vez que clasificamos las verbalizaciones, tenemos que "extraer" de ellas las necesidades de los clientes. Es vital recordar que estamos buscando las necesidades reales del cliente, no "nuestra versión de las necesidades del cliente"; hay que cuidarnos de nuestro propio sesgo.
4. **Analizar la Estructura de las Necesidades del Cliente.** Hay necesidades que tienen relaciones de dependencia. Si el analista en este caso hubiera sólo tomado la primera necesidad explícita, hubiera solicitado a los diseñadores que quitaran todo el peso posible del maletín. Pero al tener una segunda necesidad con una relación jerárquica (necesito A para lograr B), en el QFD, nos interesan las necesidades de más alta jerarquía, ya que son éstas las que más impacto (positivo o negativo), tienen sobre nuestros clientes.

5. **Prioritizar las Necesidades del Cliente.** Esto implica establecer cuáles necesidades son más importantes para nuestros clientes. Si le diéramos a nuestro cliente \$100 para invertirlo en necesidades ¿cuánto nos compraría de cada una? ¿\$50 en Bueno, \$25 en Bonito y \$25 en Barato?.
6. **Desplegar las Necesidades Prioritizadas.** Una vez que tenemos identificadas las necesidades prioritizadas de nuestros clientes, entonces debemos identificar qué parámetros, procesos o elementos de nuestro sistema contribuyen más a cumplir (o a no cumplir) estas necesidades.
7. **Analizar sólo las relaciones prioritarias a detalle.** Al evaluar nuestro producto, los puntos más importantes son aquellos que impactan a las necesidades prioritarias. Aquí es donde debemos enfocar nuestros recursos, ya que el nivel de calidad de nuestros productos estará determinado por la medida en que logremos alinear el valor de los recursos con la prioridad de las necesidades de nuestros clientes.

ANEXO III AHP Proceso de Jerarquía Analítica

Diseñada en 1970 por el Dr. Thomas Saaty, el AHP es una herramienta para apoyar la toma de decisiones, a través de ponderar prioridades cuando se tienen que considerar aspectos tanto cuantitativos como cualitativos en una decisión. Si bien el AHP es un proceso completo sobre el cual se deben hacer algunas consideraciones y supuestos, a continuación presentamos un **ejemplo breve** que puede servir para explicar el concepto y principios generales de esta herramienta. Supongamos que queremos **aplicar el QFD para desarrollar una forma farmacéutica para la suplementación de microminerales a ovinos**, cuyo equipo de trabajo está convencido de que necesita entender claramente las necesidades de sus clientes antes de empezar a tomar acciones. Primero se obtiene la **voz del cliente** y se extrae de la voz del cliente las **necesidades** de los clientes, que se resumen a 5 necesidades:

1. Selenio
2. Suplementación oral directa
3. Dosis repetidas
4. Presentación
5. Precio

La **metodología para ponderar necesidades** del cliente recomendada para este caso es el AHP. Para iniciar el proceso, es necesario hacer una Matriz de Comparación Pareada, como la que se muestra a continuación:

Matriz de Comparación Pareada

AHP	Selenio	Suplementación oral directa	Dosis repetida	Presentación	Precio
Selenio					
Suplementación oral directa					
Dosis repetida					
Presentación					
Precio					

El AHP trabaja a través de **comparar parejas de opciones** (por ejemplo, Selenio vs. Suplementación, Dosis vs. Presentación...) Como Precio vs. Precio no es comparable (son el mismo elemento), las celdas dónde se cruzan elementos idénticos (Precio vs. Precio, Selenio vs. Selenio,...) se les pone un valor de 1. Con esto la Matriz de Comparación Pareada queda inicializada.

Matriz de Comparación Pareada Inicializada

AHP	Selenio (C1)	Suplementación oral directa (C2)	Dosis repetida (C3)	Presentación (C4)	Precio C5
Selenio (R1)	1				
Suplementación oral directa R2 (R2)		1			
Dosis repetida (R3)			1		
Presentación (R4)				1	
Precio R5					1

Ahora se deben hacer las comparaciones de forma ordenada. Para facilitar la explicación, se añadió una R a los elementos en Renglón y una C a los elementos en Columna.

Comparación 1: Selenio (C1) vs. Selenio (R1). Esta comparación es trivial (son el mismo elemento) y el valor ya estaba inicializado como 1.

Comparación 2: Selenio (C1) vs. Suplementación oral directa (R2). En esta comparación, se debe decidir qué elemento es más importante. Para facilitar esta decisión, se debe usar la Tabla de Ponderación que se presenta a continuación. **Esta tabla se debe usar para cualquier ejercicio de AHP, no sólo para este caso particular.**

Tabla de Ponderación

1	3	5	7	9
Los elementos C y R tienen la misma importancia	El elemento C es ligeramente más importante que el elemento R	El elemento C es más importante que el elemento R	El elemento C es fuertemente más importante que el elemento R	El elemento C es muy fuertemente más importante que el elemento R

C se refiere a Columna y R a Renglón

Se le pregunta al cliente qué es más importante para él, si el Selenio (C1) o la Suplementación oral directa (R2). Para el cliente, el Selenio (C1) es muy fuertemente más importante que la Suplementación oral directa (R2) por lo que se asignó un 9 a la celda C1-R2. Así va la matriz hasta este momento:

AHP	Selenio (C1)	Suplementación oral directa (C2)	Dosis repetida (C3)	Presentación (C4)	Precio C5
Selenio (R1)	1				
Suplementación oral directa (R2)	9	1			
Dosis repetida (R3)			1		
Presentación (R4)				1	
Precio (R5)					1

Comparación 3: Selenio (C1) vs. Dosis repetida (R3). Se preguntó al cliente qué es más importante, si el Selenio (C1) o la Dosis repetida (R3). Para el cliente, el Selenio (C1) es fuertemente más importante que la Dosis repetida (R3). Esto da un valor de Tabla de Ponderación de 9.

AHP	Selenio (C1)	Suplementación oral directa (C2)	Dosis repetida (C3)	Presentación (C4)	Precio C5
Selenio (R1)	1				
Suplementación oral directa (R2)	9	1			
Dosis repetida (R3)	9		1		
Presentación (R4)				1	
Precio (R5)					1

Comparación 4: Selenio (C1) vs. Presentación (R4). El cliente dice que el Selenio (C1) tiene la misma importancia que la Presentación (R4). A esta ponderación corresponde un valor de 1.

Comparación 5: Selenio (C1) vs. Precio (R5). El cliente dice que C1 es fuertemente más importante que el elemento R5. A esta ponderación le corresponde el valor de 7. Con esto se terminan las comparaciones de Selenio (C1) y se pasa a la Suplementación oral directa (C2)

OJO: Las comparaciones siempre empiezan "abajo" de la diagonal principal (dónde están los 1 de inicialización: Selenio vs. Selenio, Suplementación oral directa vs. Suplementación oral directa, Dosis repetida vs. Dosis repetida, ...)

Comparación 6: Suplementación oral directa (C2) vs. Dosis repetida (R3). En esta ponderación el cliente dice que C2 es ligeramente más importante que el elemento R3 y le corresponde un valor de 3.

Comparación 7: Suplementación oral directa (C2) vs. Presentación (R4). La pregunta al cliente es la siguiente: ¿Qué tanto más importante es que la Suplementación sea oral directa que la Presentación? El cliente dice que la Presentación (R4) es muy fuertemente más importante que el elemento Suplementación oral directa (C2). A esta ponderación corresponde un valor de 9.

OJO: Como en esta comparación el elemento en R es más importante que el elemento en C, se tiene que poner **EL INVERSO** (1/valor de Tabla de Ponderación), es decir 1/9 para este caso.

Comparación 8: Suplementación oral directa (C2) vs. Precio (R5). La pregunta al cliente tiene la siguiente forma: ¿Qué tanto más importante es C2 que R5 para ti? El cliente responde que R5 es muy fuertemente más importante (9). Como es más importante una R que una C, es necesario poner el inverso. Terminamos con Suplementación oral directa (C2) y pasamos a Dosis repetida (C3).

Así va la matriz después de las últimas comparaciones:

AHP	Selenio (C1)	Suplementación oral directa (C2)	Dosis repetida (C3)	Presentación (C4)	Precio C5
Selenio (R1)	1				
Suplementación oral directa (R2)	9	1			
Dosis repetida (R3)	9	3	1		
Presentación (R4)	1	1/9		1	
Precio (R5)	7	1/9			1

Comparación 9: Dosis repetida (C3) vs. Presentación (R4).

El cliente dice que R4 es muy fuertemente más importante que el elemento C3 (9).

Comparación 10: Dosis repetida (C3) vs. Precio (R5). El cliente dice que R5 es muy fuertemente más importante que C3 (9).

Comparación 11: Presentación (C4) vs Precio (R5). El cliente dice que ambos elementos son igualmente importantes.

Con esta última comparación, terminó la tarea de El cliente. **Para llenar las celdas aun vacías, es necesario poner el VALOR INVERSO de la respuesta que ya se tiene.** ¿Esto qué quiere decir? Veamos un ejemplo.

La comparación 2, Selenio (C1) vs. Suplementación oral directa (R2) tiene un valor de 9 en la celda C1-R2. Entonces, el valor que pondremos en la celda Suplementación oral directa (C2) vs. Selenio (R1), celda C2-R1, es el inverso de 9, $1/9$. La lógica de esto es que si le preguntamos a El cliente qué es más importante, el Selenio o la Suplementación oral directa, sería redundante preguntarle ahora qué es más importante la Suplementación oral directa o el Selenio (además, es importante respetar el tiempo de nuestros clientes).

Así mismo el inverso de la celda C1-R3 = 9 será la celda C3-R1= $1/9$ (comparación de Dosis repetida vs. Selenio).

La Matriz terminada queda así:

AHP	Selenio (C1)	Suplementación oral directa (C2)	Dosis repetida (C3)	Presentación (C4)	Precio C5
Selenio (R1)	1	$1/9$	$1/9$	1	$1/7$
Suplementación oral directa (R2)	9	1	$1/3$	9	9
Dosis repetida (R3)	9	3	1	9	9
Presentación (R4)	1	$1/9$	$1/9$	1	1
Precio (R5)	7	$1/9$	$1/9$	1	1

Lo que sigue es un proceso matemático sencillo pero de varios pasos:

1. Elaborar una Matriz de Normalización.

El formato es igual al de la Matriz de Comparación Pareada, añadiéndole un renglón (Promedio) y una columna (Sumatoria).

La Matriz de Normalización para este ejemplo se vería así:

Matriz de Normalización

AHP	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5	Sumatoria
R1						
R2						
R3						
R4						
R5						

11. En Sumatoria, poner el resultado de la sumatoria de cada una de los renglones.

Por ejemplo para Selenio (R1) = $(1 + 1/9 + 1/9 + 1 + 1/7) = 2.37$

Los inversos se suman como valores decimales. La Matriz de Normalización con las sumatorias queda así:

Matriz de Normalización

AHP	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5	Sumatoria
R1						2.37
R2						28.33
R3						31.00
R4						3.22
R5						9.22
Promedio						

3. En cada una de las celdas, se pone el valor original dividido entre la sumatoria del renglón.

Para la celda R1-C1 por ejemplo, el valor es $1 / 2.37$

Para la celda R2-C1, el valor es $9/2.37$. Para la celda R3-C1 = $9/2.37...$

Matriz de Normalización

AHP	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5	Sumatoria
R1	0.42	0.05	0.05	0.42	0.06	2.37
R2	0.32	0.04	0.01	0.32	0.32	28.33
R3	0.29	0.10	0.03	0.29	0.29	31.00
R4	0.31	0.03	0.03	0.31	0.31	3.22
R5	0.76	0.01	0.01	0.11	0.11	9.22

4. Comprobación. Todos los valores nuevos de cada renglón suman 1. En el renglón R2 de Suplementación oral directa, por ejemplo $(0.32 + 0.04 + 0.01 + 0.32 + 0.32) = 1$

5. Obtener el promedio de cada una de las Columnas (C1, C2...).

Para Selenio (C1), por ejemplo, el promedio es $(0.42 + 0.32 + 0.29 + 0.31 + 0.11) / 5 = 0.25$

Matriz de Normalización Final

	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.42	0.05	0.05	0.42	0.06
Suplementación oral directa R2	0.32	0.04	0.01	0.32	0.32
Dosis repetida R3	0.29	0.10	0.03	0.29	0.29
Presentación R4	0.31	0.03	0.03	0.31	0.31
Precio R5	0.76	0.01	0.01	0.11	0.11
Promedio	0.42	0.05	0.03	0.29	0.22

Esta es la tabla final de resultados. Significa que para El cliente, el Selenio (C1) representa el 42% de la importancia, la Suplementación oral directa (C2) el 5% de la importancia, la Dosis repetida (C3) el 3% de la importancia, la Presentación (C4) el 29% y el Precio (C5) el 22% de la importancia.

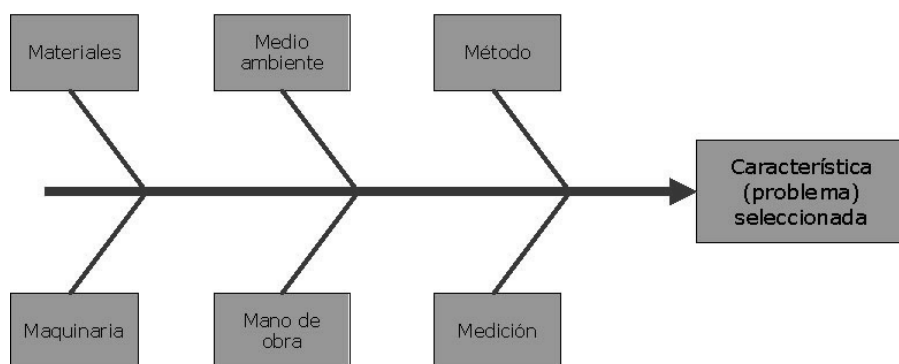
Una vez hecho el primer ejercicio, se necesita repetir el ejercicio con varios clientes más (se recomienda de 20 a 25) para obtener valores más representativos.

ANEXO IV. Diagrama Causa-Efecto

Es un gráfico que muestra la relación entre un efecto (generalmente un problema) y sus causas. Ciertas causas producen efectos negativos en nuestro trabajo, por eso es necesario identificar la causa real del problema para tener éxito en su solución.

¿Cómo hacerlo?

1. Para cada efecto generalmente surgirán varias categorías de causas principales que pueden ser resumidas en las llamadas 6M's o grandes fuentes de variación: **Método**, **Medición**, **Medio Ambiente**, **Mano de obra**, **Materiales** y **Maquinaria**. Para problemas del área administrativa es más recomendable usar las 4 P's: **Pólizas**, **Procedimientos**, **Personal** y **Planta**. La estructura quedaría de la siguiente manera:



2. Generar las causas necesarias para construir el Diagrama a través de una *lluvia de ideas* estructurada acerca de las posibles causas.
3. Colocar la frase descrita que identifica el problema en el recuadro de la derecha (*característica o problema seleccionado*).
4. Anotar por categoría las tradicionales causas principales o bien cualquier causa que sea útil para organizar los factores más importantes.
5. Colocar en las categorías principales las ideas generadas en la lluvia de ideas.

6. Para cada causa preguntarse "*¿Por qué sucede?*" y listar las respuestas como ramificaciones de las principales causas.
7. Con el fin de encontrar las causas más elementales del problema, hacer lo siguiente: a) observar las causas que aparecen repetidamente, b) llegar al consenso del grupo, c) reunir información para determinar las frecuencias relativas de las diferentes causas.

Anexo V: Resultados de los 25 procesos de jerarquía analítica (AHP). Matrices de normalización iniciales.

1	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.42	0.05	0.05	0.42	0.06
Suplementación oral directa R2	0.32	0.04	0.01	0.32	0.32
Dosis repetida R3	0.29	0.10	0.03	0.29	0.29
Presentación R4	0.31	0.03	0.03	0.31	0.31
Precio R5	0.76	0.01	0.01	0.11	0.11
Promedio	0.42	0.04	0.03	0.29	0.22

2	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.15	0.73	0.05	0.02	0.05
Suplementación oral directa R2	0.01	0.07	0.01	0.37	0.52
Dosis repetida R3	0.13	0.30	0.04	0.30	0.22
Presentación R4	0.52	0.01	0.01	0.07	0.37
Precio R5	0.66	0.03	0.04	0.04	0.22
Promedio	0.30	0.23	0.03	0.16	0.28

3	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.12	0.02	0.02	0.02	0.82
Suplementación oral directa R2	0.68	0.14	0.03	0.02	0.14
Dosis repetida R3	0.28	0.28	0.06	0.01	0.39
Presentación R4	0.24	0.24	0.24	0.03	0.24
Precio R5	0.06	0.41	0.06	0.06	0.41
Promedio	0.27	0.22	0.08	0.03	0.40

4	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.12	0.02	0.83	0.02	0.01
Suplementación oral directa R2	0.76	0.11	0.02	0.01	0.11
Dosis repetida R3	0.01	0.29	0.04	0.29	0.37
Presentación R4	0.21	0.37	0.01	0.04	0.37
Precio R5	0.80	0.09	0.01	0.01	0.09
Promedio	0.38	0.18	0.18	0.08	0.19

5	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.12	0.02	0.83	0.02	0.01
Suplementación oral directa R2	0.76	0.11	0.02	0.01	0.11
Dosis repetida R3	0.01	0.29	0.04	0.29	0.37
Presentación R4	0.21	0.37	0.01	0.04	0.37
Precio R5	0.80	0.09	0.01	0.01	0.09
Promedio	0.38	0.18	0.18	0.08	0.19

6	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.10	0.86	0.02	0.01	0.02
Suplementación oral directa R2	0.07	0.64	0.07	0.13	0.09
Dosis repetida R3	0.19	0.33	0.04	0.26	0.19
Presentación R4	0.58	0.32	0.01	0.06	0.02
Precio R5	0.31	0.43	0.01	0.19	0.06
Promedio	0.25	0.52	0.03	0.13	0.08

7	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.18	0.18	0.06	0.06	0.53
Suplementación oral directa R2	0.14	0.14	0.68	0.03	0.03
Dosis repetida R3	0.78	0.02	0.09	0.09	0.03
Presentación R4	0.53	0.29	0.06	0.06	0.06
Precio R5	0.03	0.48	0.29	0.10	0.10
Promedio	0.33	0.22	0.23	0.07	0.15

8	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.10	0.01	0.01	0.01	0.87
Suplementación oral directa R2	0.34	0.04	0.27	0.01	0.34
Dosis repetida R3	0.29	0.01	0.04	0.29	0.37
Presentación R4	0.04	0.28	0.28	0.04	0.36
Precio R5	0.87	0.01	0.01	0.01	0.10
Promedio	0.33	0.07	0.12	0.07	0.41

9	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.07	0.35	0.07	0.50	0.01
Suplementación oral directa R2	0.02	0.12	0.82	0.01	0.02
Dosis repetida R3	0.24	0.24	0.03	0.31	0.17
Presentación R4	0.01	0.80	0.01	0.09	0.09
Precio R5	0.56	0.31	0.01	0.06	0.06
Promedio	0.18	0.36	0.19	0.19	0.07

10	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.15	0.03	0.02	0.02	0.77
Suplementación oral directa R2	0.33	0.07	0.01	0.59	0.01
Dosis repetida R3	0.46	0.46	0.07	0.01	0.01
Presentación R4	0.46	0.01	0.46	0.07	0.01
Precio R5	0.01	0.23	0.41	0.32	0.05
Promedio	0.28	0.16	0.19	0.20	0.17

11	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.12	0.83	0.02	0.02	0.02
Suplementación oral directa R2	0.69	0.10	0.02	0.10	0.10
Dosis repetida R3	0.30	0.22	0.04	0.22	0.22
Presentación R4	0.73	0.10	0.02	0.10	0.03
Precio R5	0.57	0.08	0.02	0.25	0.08
Promedio	0.48	0.27	0.02	0.14	0.09

12	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.14	0.41	0.41	0.03	0.02
Suplementación oral directa R2	0.07	0.21	0.04	0.07	0.62
Dosis repetida R3	0.03	0.43	0.09	0.03	0.43
Presentación R4	0.29	0.18	0.18	0.06	0.29
Precio R5	0.79	0.04	0.02	0.04	0.11
Promedio	0.26	0.25	0.15	0.04	0.29

13	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.12	0.02	0.02	0.01	0.83
Suplementación oral directa R2	0.52	0.07	0.01	0.01	0.37
Dosis repetida R3	0.43	0.31	0.06	0.02	0.18
Presentación R4	0.44	0.34	0.15	0.05	0.02
Precio R5	0.07	0.10	0.17	0.17	0.50
Promedio	0.32	0.17	0.08	0.05	0.38

14	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.12	0.02	0.02	0.02	0.82
Suplementación oral directa R2	0.68	0.14	0.03	0.02	0.14
Dosis repetida R3	0.28	0.28	0.06	0.01	0.39
Presentación R4	0.24	0.24	0.24	0.03	0.24
Precio R5	0.06	0.41	0.06	0.06	0.41
Promedio	0.27	0.22	0.08	0.03	0.40

15	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.40	0.40	0.04	0.08	0.08
Suplementación oral directa R2	0.37	0.37	0.12	0.05	0.07
Dosis repetida R3	0.64	0.21	0.07	0.07	0.01
Presentación R4	0.35	0.50	0.07	0.07	0.01
Precio R5	0.19	0.19	0.26	0.33	0.04
Promedio	0.39	0.33	0.11	0.12	0.04

16	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.29	0.29	0.29	0.03	0.10
Suplementación oral directa R2	0.39	0.39	0.08	0.06	0.08
Dosis repetida R3	0.12	0.61	0.12	0.12	0.02
Presentación R4	0.50	0.39	0.06	0.06	0.01
Precio R5	0.20	0.20	0.20	0.36	0.04
Promedio	0.30	0.38	0.15	0.12	0.05

17	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.04	0.26	0.19	0.33	0.19
Suplementación oral directa R2	0.02	0.15	0.02	0.77	0.03
Dosis repetida R3	0.01	0.45	0.06	0.45	0.01
Presentación R4	0.07	0.13	0.09	0.63	0.09
Precio R5	0.01	0.27	0.27	0.38	0.05
Promedio	0.03	0.25	0.13	0.51	0.07

18	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.03	0.27	0.21	0.27	0.21
Suplementación oral directa R2	0.01	0.12	0.01	0.84	0.02
Dosis repetida R3	0.01	0.47	0.05	0.47	0.01
Presentación R4	0.07	0.10	0.07	0.68	0.07
Precio R5	0.01	0.29	0.29	0.37	0.04
Promedio	0.03	0.25	0.13	0.53	0.07

19	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.04	0.26	0.19	0.33	0.19
Suplementación oral directa R2	0.02	0.15	0.02	0.77	0.03
Dosis repetida R3	0.01	0.45	0.06	0.45	0.01
Presentación R4	0.07	0.13	0.09	0.63	0.09
Precio R5	0.01	0.27	0.27	0.38	0.05
Promedio	0.03	0.25	0.13	0.51	0.07

20	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.42	0.05	0.05	0.42	0.06
Suplementación oral directa R2	0.32	0.04	0.01	0.32	0.32
Dosis repetida R3	0.29	0.10	0.03	0.29	0.29
Presentación R4	0.31	0.03	0.03	0.31	0.31
Precio R5	0.76	0.01	0.01	0.11	0.11
Promedio	0.42	0.04	0.03	0.29	0.22

21	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.60	0.07	0.07	0.20	0.07
Suplementación oral directa R2	0.32	0.04	0.01	0.32	0.32
Dosis repetida R3	0.27	0.15	0.03	0.27	0.27
Presentación R4	0.66	0.02	0.02	0.22	0.07
Precio R5	0.68	0.01	0.01	0.23	0.08
Promedio	0.51	0.06	0.03	0.25	0.16

22	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.42	0.05	0.05	0.42	0.06
Suplementación oral directa R2	0.32	0.04	0.01	0.32	0.32
Dosis repetida R3	0.29	0.10	0.03	0.29	0.29
Presentación R4	0.31	0.03	0.03	0.31	0.31
Precio R5	0.76	0.01	0.01	0.11	0.11
Promedio	0.42	0.04	0.03	0.29	0.22

23	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.15	0.74	0.05	0.02	0.05
Suplementación oral directa R2	0.01	0.07	0.01	0.37	0.52
Dosis repetida R3	0.13	0.30	0.04	0.30	0.22
Presentación R4	0.52	0.01	0.01	0.07	0.37
Precio R5	0.66	0.03	0.04	0.04	0.22
Promedio	0.30	0.23	0.03	0.16	0.28

24	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.06	0.17	0.01	0.28	0.50
Suplementación oral directa R2	0.05	0.15	0.03	0.75	0.02
Dosis repetida R3	0.31	0.17	0.03	0.24	0.24
Presentación R4	0.12	0.12	0.08	0.60	0.08
Precio R5	0.01	0.46	0.01	0.46	0.07
Promedio	0.11	0.21	0.03	0.46	0.18

25	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.04	0.26	0.19	0.33	0.19
Suplementación oral directa R2	0.02	0.15	0.02	0.77	0.03
Dosis repetida R3	0.01	0.45	0.06	0.45	0.01
Presentación R4	0.07	0.13	0.09	0.63	0.09
Precio R5	0.01	0.27	0.27	0.38	0.05
Promedio	0.03	0.25	0.13	0.51	0.07

26	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.12	0.02	0.02	0.02	0.82
Suplementación oral directa R2	0.68	0.14	0.03	0.02	0.14
Dosis repetida R3	0.28	0.28	0.06	0.01	0.39
Presentación R4	0.24	0.24	0.24	0.03	0.24
Precio R5	0.06	0.41	0.06	0.06	0.41
Promedio	0.27	0.22	0.08	0.03	0.40

27	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.40	0.40	0.04	0.08	0.08
Suplementación oral directa R2	0.37	0.37	0.12	0.05	0.07
Dosis repetida R3	0.64	0.21	0.07	0.07	0.01
Presentación R4	0.35	0.50	0.07	0.07	0.01
Precio R5	0.19	0.19	0.26	0.33	0.04
Promedio	0.39	0.33	0.11	0.12	0.04

28	Selenio C1	Suplementación oral directa C2	Dosis repetida C3	Presentación C4	Precio C5
Selenio R1	0.29	0.29	0.29	0.03	0.10
Suplementación oral directa R2	0.39	0.39	0.08	0.06	0.08
Dosis repetida R3	0.12	0.61	0.12	0.12	0.02
Presentación R4	0.50	0.39	0.06	0.06	0.01
Precio R5	0.13	0.22	0.22	0.39	0.04
Promedio	0.29	0.38	0.15	0.13	0.05

8. Referencias

- [1] Ailles, E. (2002) Le déploiement de la fonction qualité (qfd) produit-processus. Ficha técnica, <http://www.er.uqam.ca/nobel/k15303/QFDProdP.PDF>. Cursos ADM. St-Amant
- [2] Le déploiement de la fonction qualité (qfd). <http://www.qualiteonline.com/glossaire-D-76-def.html4>.
- [3] (1979). Necesidades nutritivas de los ovinos. Informe de la Comisión de Nutrición animal. Subcomisión para la nutrición e ovinos. Buenos Aires, Argentina, Hemisferio Sur.
- [4] (1996). Manual simplificado de despliegue de la función de calidad. 1ª. Edición. Council for Continuous Improvement. México, D.F, Panorama.
- [5] (2004). Blitz QFD, http://www.qfdlat.com/Casos_Articulos/Blitz_QFD.pdf. Asociación Latinoamericana de QFD.
- [6] (2004). "Herramientas QFD." Latinoamericana de QFD. Formato Electrónico. www.qfdlat.com.
- [7] (2004). Pasos del QFD y herramientas relacionadas para cada paso. Formato Electrónico. www.qfdlat.com.
- [8] Argudín, J. (2005). "Análisis de la voz del cliente como elemento crítico para la gestión." <http://www.juran.es/ger/3-1/analisisvozcliente.pdf>
- [9] Baveram, G. (2001). Producción bovina de carne. Provincia de Córdoba, Argentina, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto:
- [10] Becerril, G. (1997). Control estadístico de calidad para el control de los procesos farmacéuticos. Tecnología Farmacéutica. México, Universidad Nacional Autónoma de México. Licenciatura.
- [11] Bolt, A. a. M. G. (1999) Qfd jurásico integrando el despliegue de la función de calidad de productos y servicios. 11avo. Simposium en DFC. <http://www.qfdlat.com>
- [12] Bu"yu"ko"zkan, G. (2005). "Group decision making to better respond customer needs in software development." Computers & Industrial Engineering 48: 427–441.
-

- [13] Carnevalli, J. y. A., F (2004) Análise de dados da literatura sobre a implantacao do QFD utilizando o método AHP. Memorias del XXIV Encuentro Nacional de Ingeniería de Productos. Baur. SP, Brasil.
- [14] Costa, A. a. D., M (2001). "Quality function deployment in the food industry: A review." Trend in Food Science & Technology 11: 306-314.
- [15] Cristiano, J. (2001). "Key factors in the successful application of quality function deployment (qfd)." IEEE transactions on engineering management 48(1) 81-95.
- [16] Chakraborty, S. (2007). "Qfd-based expert system for non-traditional machining processes selection." Expert Systems with Applications 32: 1208–1217.
- [17] Chan, L. a. W., M (2002). "Quality function deployment: A literature review." European Journal of Operational Research 143: 463–497.
- [18] Chan, L. a. W., M (2005). "A systematic approach to quality function deployment with a full illustrative example." The International Journal of Management Science 33: 20, 119-139.
- [19] Díaz-Espinoza, Y. (2002). Desarrollo de un programa en multimedia para diseño de bolos intrarruminales con sulfametazina sódica. Farmacia. México, FES-Cuautitlán. Licenciatura QFB.
- [20] Dimsey, J. (2002) QFD to direct value engineering in the design of a brake system. <http://www.qfdinstitute.com>
- [21] Domenech, J. (2001). Aplicación del QFD para el diseño de un sistema automático de dosificación seca de aditivos especiales en la industria alimentaria. Tesis doctoral, Logroño.
- [22] Elboushi, M. a. S., J (1997). "Object-oriented software design utilizing quality function deployment." Journal Systems Software 38: 133-143.
- [23] Flores, C. (2004). Suplementación con minerales. Artículo en formato electrónico publicado en http://www.vet-uy.com/articulos/artic_bov/050/0038/bov038.htm
- [24] Gaither, N. y. F., G (2001). Administración de producción y operaciones México, D.F, International Thomson Editores Cap. 17, 640-646.

-
- [25] Gibson, M. (2004). Pharmaceutical preformulation and formulation: A practical guide from candidate drug selection to commercial dosage form. Boca Raton, Florida, Interpharm/CRC
- [26] Glenn, H. (2001). "QFD killed my pet." Memorias del 13 Symposium on Quality Function Deployment. www.mazur.net
- [27] Goetsch, D. (2000). Introduction to Total Quality. Editorial Prentice Hall. ISBN: 9780023442216
- [28] Goetsch, D. y. D., S (2002). Despliegue de la función de calidad. (quality function deployment), Editorial Merrill. <http://www.valoryempresa.com/archives/funcionq.pdf>
- [29] González Bosch, V. y. T., Francisco (2002) "Blitz QFD: Un vistazo relámpago al poder del QFD", . www.qfdlat.com
- [30] Gryna, F. (1993). Quality planning and analysis from product development through use, 3a. edición, McGraw-Hill. Nueva York. Traducción al castellano 1995.
- [31] Gutierrez, M. (2004). Quality function deployment. Herramientas para el QFD. Limusa. ITESM. México, D.F.
- [32] Hallberg, N., T. Timpka, et al. (1999). "The medical software quality deployment method." Methods Inf Med 38(1): 66-73.
- [33] Hearon, H. (2002) Using QFD to improve technical support to make commodity products more competitive. Memorias del 14o Simposium en QFD. <http://www.qfdlat.com>
- [34] Hsiao, S. (2005). "A structural component-based approach for designing product family." Computers in Industry 56: 13–28.
- [35] Huerta, B. (1997). Nutrición de rumiantes en pastoreo. Memorias del curso Alternativas de manejo en Ovinos para carne en pastoreo. Chapingo, México.
- [36] Inurreta, Y. (2004). Despliegue de la función de calidad. Quality function deployment. Limusa. ITESM. México, D.F.
- [37] Jagdev, H. a. B., P (1997). "A qfd based performance measurement tool." Computers in Industry 33: 357-366.
-

- [38] John, J. a. J., K (2001). "Key factors in the successful application of quality function deployment (qfd)." IEEE Transactions on Engineering Management 48: 14.
- [39] López, A. (2005). Quality function deployment. Una herramienta para la introducción de nuevos productos en un mercado cambiante. Departamento de investigación. Buenos Aires, Argentina, Escuela de Economía y Negocios Internacionales. Maestría.
- [40] Lorenzo, S. y. M., J (2004). "Análisis matricial de la voz del cliente: Qfd aplicado a la gestión sanitaria." Gac Sanit 18(6): 464-471.
- [41] Mariano, C. (2002). Validación de procesos no asépticos en ambiente multimedia. Tecnología Farmacéutica. México, Universidad Nacional Autónoma de México. Licenciatura.
- [42] Marsot, J. (2005). "Qfd: A methodological tool for integration of ergonomics at the design stage." Appl Ergon 36(2): 185-92.
- [43] Marsot, J. and L. Claudon (2004). "Design and ergonomics. Methods for integrating ergonomics at hand tool design stage." Int J Occup Saf Ergon 10(1): 13-23.
- [44] Mora, C. (2005) La relevancia del qfd. deGerencia.com, Melton Technologies Inc. <http://www.degerencia.com>
- [45] Papadam, A. (2005). Quality function deployment. Una herramienta para la introducción de nuevos productos en un mercado cambiante. Escuela de Economía y Negocios Internacionales. Buenos Aires, Argentina, Universidad de Belgrano. Maestría en Administración de Empresas: 52.
- [46] Piquer, F. (1995). Micronutrientes e inmunidad. I. Microminerales. Memorias del XI Curso de Especialización FEDNA: Avances en Nutrición y Alimentación Animal. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Barcelona, España
- [47] Revelle, J. (1998). The QFD Handbook., John Wiley & Sons.
- [48] Rings, C. a. B., B (1998) Consumer encounters: Improvent idea development and concept optimization. Memorias del 10o. Simposium en QFD. <http://www.qfdinstitute.com>

- [49] Robles, S. (2006). Desarrollo de una formulación inyectable de lenta liberación de selenito de sodio vía subcutánea, para pequeños rumiantes. Tecnología farmacéutica. México, FESC-UNAM. Licenciatura: 159.
- [50] Rodríguez, A. (2006). Validación del proceso de fabricación de bolos intrarruminales de selenio inorgánico. Tecnología farmacéutica. Estado de México, FESC-UNAM. Licenciatura: 265.
- [51] Ryan, N. (1994). Los métodos taguchi y el dfc. Los cómo y los porqués para la gerencia, Panorama 138.
- [52] Santa Cruz, J. y. T., F (2003) De la voz del cliente a la lealtad del cliente: Un caso exitoso de la aplicación del qfd en la industria del calzado. Caso publicado en la página de la Asociación Latinoamericana de QFD, <http://www.qfdlat.com>
- [53] Satoru, K. a. F., K (2003) Systematization of product life cycle technology utilizing the qfd method. IEEE Transactions on Engineering Management. 8(11) 418-421
- [54] Sauri, E. (2005). "Impacto del empleo de microminerales quelatados en la alimentación de rumiantes. ." Livestock Research for Rural Development 17(9) 9-18.
- [55] Shimada-Miyazaka, A. (2003). Nutrición animal. Trillas. México, D.F.
- [56] Tamayo, F. y. G., V (2004). ¿Qué es el QFD? Descifrando el despliegue de la función de calidad. Publicado en la página de la Asociación Latinoamericana de QFD, <http://www.qfdlat.com>.
- [57] Tan, K. a. S., X (2000). "Integrating kano's model in the planning matrix of quality function deployment." Total Quality Management 11(8): 1141-1151.
- [58] Tedó, G. (2002). Importancia de los aporte de microminerales en la dieta del ganado ovino. Apuntes del XVIII Curso de Especialización. Avances en nutrición y alimentación animal. TEGASA. Departamento Técnico Rumiantes.
- [59] Thompson, D. (1989) QFD - A starting point for customer satisfaction metrics. IEEE Transactions on Engineering Management 1324-1329
- [60] Valadez, J. (2004). Comparación de la forma orgánica e inorgánica de suplementación de selenio sobre la toxicidad en ovinos. Ciencias de la producción

y la de la salud animal. México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán - UNAM. Maestría.

[61] Valencia, R. (2004) ¿Es rentable medir la satisfacción del cliente?. Panorama, Council for Continuous Improvement. Mexico, D.F

[62] Viñas, D. y. T., J (2006) QFD aplicado: Competitividad e innovación de cara al mercado. Publicado por la Universidad de Girona, España. Centro de Innovación y desarrollo conceptual de nuevos productos. <http://www.duoc.cl>

[63] Vonderembse, M. (1997). "Quality function deployment's impact on product development." International Journal of Quality 2(4): 253-271.

[64] William, E. y. R., N (1994). DFC despliegue de la función de calidad. Cómo orientar su empresa al cliente. México, D.F, Panorama.

[65] Yacuzzi, E. y. M., F (2003) QFD: Conceptos, aplicaciones y nuevos desarrollos. 5

<http://www.cema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/234.pdf>

[66] Yamashina, H. a. K., H (2002). "Innovative product development process by integrating qfd an triz." International Journal of Product reseatch 40(5): 1031-1050.