

UNIVERSIDAD GABRIELA MISTRAL

Departamento de Ingeniería Civil Industrial

“Integración de Sistemas y Desarrollo de
Software para Anagra S.A.”

Profesores: Hernán Santa María B.
 Luis Escobar A.
 Rodolfo Martínez O.

Alumno: Rodrigo Soto González.

Santiago, Diciembre 2008

Índice

I.- Antecedentes Generales.....	2
I.1.- Presentación Empresa.....	2
I.1.2.- <i>Misión</i>	3
I.2.- Detalles técnicos del Negocio.....	3
I.2.1.- <i>Diagrama de Negocio Anagra S.A.</i>	4
I.3.- La Industria.....	8
I.4.- Análisis Externo.....	10
I.4.1.- <i>Oportunidades y Amenazas</i>	14
I.5.- Análisis Interno-Cadena de Valor.....	16
I.5.1.- <i>Fortalezas y Debilidades</i>	17
I.6.- Análisis FODA.....	18
I.7.- Estrategias Genéricas.....	19
I.8.- Estrategia Propuesta.....	20
II.- Desarrollo del Proyecto.....	21
II.1.- Presentación Proyecto.....	21
II.1.1.- <i>Objetivo General</i>	22
II.1.2.- <i>Objetivos Específicos</i>	22
III.- Modelo Matemático.....	24
III.1.- Presentación Modelo.....	24
III.2.- Parte I.....	24
III.2.1.- <i>Variables de Decisión</i>	24
III.2.2.- <i>Restricciones</i>	26
III.2.3.- <i>Función Objetivo</i>	29
III.2.4.- <i>Resultados</i>	30
III.3.- Parte II.....	30
IV.- Integración de Sistemas.....	35
IV.1.- Departamentos a Integrar.....	36
V.- Análisis Económico.....	37
V.1.- Supuestos.....	37
V.2.- Inversión.....	37
V.3.- Beneficios.....	38
V.4.- Valor Presente Neto.....	39

VI.- Anexos.....	40
VI.1.- Fertilización Racional.....	40
VI.2.- Compatibilidad Química de Materiales.....	41
III.1.- Información por Oficinas.....	42
VII.- Bibliografía.....	45

I.- Antecedentes Generales

I.1.- Presentación de la Empresa

Anagra es una empresa que nace en 1977, luego de la compra de la empresa Grace Chile, por parte del grupo empresarial del Sr. Anacleto Angelini. Grace era una empresa estadounidense que tenía distintas representaciones y unidades de negocios en Chile, que iban desde empresas pesqueras, hasta la representación de las pilas “Eveready”. En esa época, Anagra poseía la planta de arroz Miraflores, en la cual se refinaba aceite y era dueña del 50 % de la Sociedad Productora de Leche (Soprole), ambos negocios bastante alejados de la realidad actual.

Fue para el año 1992, que se establece la sociedad anónima cerrada, Anagra S.A, luego de la venta de Anagra a la empresa Neocelandesa “New Zealand Dairy Board”,.. bajo el objeto social siguiente:

→ La importación, elaboración y comercialización por cuenta propia o de terceros, de fertilizantes y demás productos vinculados a la agricultura.

→ La prestación de toda clase de servicios y asesorías vinculadas a la agricultura.

Actualmente, los principales socios de Anagra S.A. son la empresa chilena IANSA que es dueña de un 23 % y, la empresa japonesa MITSUI, con un 70 %. El 7 % restante pertenece a privados.

Desde el año 1992, la empresa se ha enfocado a prestar un servicio al agricultor para apoyarle en la obtención de un mejor rendimiento de sus cultivos, asesorando a los distintos clientes en el uso apropiado y la compra de sus fertilizantes. Esto se enmarca en el concepto de *Fertilización Racional*¹ de los cultivos, prioridad en el negocio y principal ventaja competitiva de la empresa. A partir de un análisis de suelo se obtienen

¹ Anexo N°1

todos los nutrientes disponibles y, dependiendo del cultivo, se determina el balance de necesidades para obtener el rendimiento objetivo. De acuerdo a este concepto de negocio que practica la empresa, se desarrollan los productos para los distintos clientes de acuerdo a sus necesidades. Además, presta asesorías y recomendaciones para el uso de fertilizantes y el crecimiento los cultivos.



Anagra S.A. tiene una cobertura en el territorio nacional que abarca desde la IV hasta la X región. En cada región existe una agencia zonal, con Ingenieros Agrónomos en cada una de ellas, para entregar las asesorías necesarias y dar satisfacción a las necesidades de los clientes.

Además, posee tres plantas productivas para la recepción y el desarrollo de productos, ubicadas en San Antonio, Lirquén y Puerto Montt, las cuales operan como centros de distribución de sus productos.

1.1.2.- Misión

“Mantener el liderazgo en el país en Nutrición Vegetal, satisfaciendo las expectativas de nuestros clientes, aportando al incremento de los rendimientos y la eficiencia de la agricultura chilena. Además, ser un importante vehículo de desarrollo de nuestros trabajadores y fundamentalmente, tener una ventaja comparativa frente a nuestros competidores que a su vez sea un real aporte para nuestros clientes.”

1.2.- Detalles técnicos del negocio

Dentro de la fertilización de los cultivos existe un tema agronómico que no será tratado con mayor profundidad en la presente estudio, pero si se darán detalles específicos para una mejor comprensión de éste.

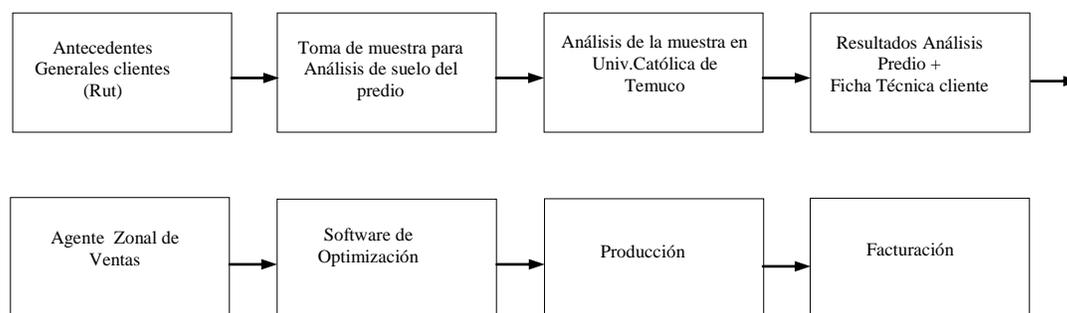
En los suelos, hay presente doce nutrientes esenciales para el crecimiento de los cultivos, cada uno en distintas cantidades dependiendo del tipo de suelo. Estos nutrientes se dividen en dos categorías: Los macronutrientes, en los que se encuentran el Nitrógeno (N), el Fósforo (P), y el Potasio (K), deben estar en distintas cantidades y en todas las etapas de nutrición de un cultivo. Los micronutrientes, los cuales no tienen la importancia de los anteriores y que también están presentes en pequeñas cantidades en los suelos y ayudan al crecimiento de los cultivos. Entre ellos se encuentran el Magnesio, el Calcio, el Azufre, el Boro, el Cobre, el Fierro, el Manganeso, el Zinc y el Cloro.

Existen distintos materiales que poseen un porcentaje determinado de cada uno de los nutrientes anteriores, por lo que cualquier persona con algo de conocimiento podría comprar un material y fertilizar un cultivo determinado. Eso es lo que hacía Anagra en sus comienzos, vendía los materiales para fertilizar, asesorando a los clientes sobre que materiales comprar. Pero el mercado evolucionó y los proveedores de fertilizantes para el mercado chileno se fueron transformando paulatinamente y sólo algunos de ellos en competidores.

1.2.1.- Diagrama Negocio Anagra S.A.

El Diagrama N° 1 describe, en líneas generales, como funciona el negocio de Nutrición Vegetal basado en el sistema de Fertilización Racional. Se explican cada una de las áreas y actividades, la importancia de analizar y determinar las necesidades nutritivas para un cultivo dado, y como este análisis es fundamental para la obtención de un buen resultado.

Diagrama N° 1



Fuente: Elaboración Propia

- 1. Antecedentes Generales Clientes:* Existe una base de datos de los clientes, en la cual se lleva un historial, con los análisis de suelo, los cultivos realizados y los rendimientos obtenidos. Los requerimientos planteados por parte de los Ingenieros Agrónomos de la empresa para el proyecto, son los siguientes: asociar al predio y al cultivo, la cantidad de material y nutrientes suministrados por hectárea, su valor y los porcentajes de cada macronutriente. Además, la información obtenida en la planilla de control de los cultivos será agregada en esta base de datos.
- 2. Toma de Muestra:* Las tomas de muestras son realizadas por un experto de la empresa en conjunto con el cliente. Las muestras se toman cada 20 – 30 hectáreas en forma aleatoria, dependiendo de las características del terreno (laderas, planicies, etc.) y del criterio definido entre la persona que toma la muestra y el cliente. Cada muestra es de 1.5 kg, no pueden pasar más de dos días para que ésta sea analizada,

tiene un costo de \$ 25.000 pesos cada muestra, y son transportadas en una caja térmica (plumavit) para su posterior análisis.

3. *Análisis de la Muestra:* Actualmente se realiza en la Universidad Católica de Temuco, debido a la certeza en los resultados del análisis que el laboratorio de esta institución entrega. Existe un costo importante con respecto a las muestras, principalmente en cómo se transportan, y en el transporte en sí, ya que las muestras deben mantener una ciertas condiciones para que sean útiles. Se están probando otros laboratorios que garanticen la misma exactitud en el análisis, para disminuir los costos.
4. *Resultados Análisis:* Es la información obtenida del laboratorio, en la cual se especifican la cantidad de nutrientes presentes en el suelo en que se tomó la muestra. Esta información, en conjunto con el tipo de cultivo que desea desarrollar el agricultor, son las variables más importantes para hacer el diagnóstico, establecer el balance de nutrientes que serán incorporados a través del fertilizante o su mezcla al momento de sembrar y durante la evolución del cultivo.
5. *Agente Zonal de Ventas:* Ingeniero(s) Agrónomo(s) de la empresa ubicados en las oficinas desde La Serena hasta Puerto Montt. Son ellos quienes realizan los diagnósticos del suelo y definen las cantidades de nutrientes que se deben aplicar de acuerdo a lo mencionado en el punto N° 4. En conjunto con lo anterior, deben determinar las cantidades de nutrientes adecuadas para cada etapa de crecimiento del cultivo y así ofrecer al clientes la(s) solución(es) para lograr un mejor rendimiento. Son los principales usuarios del Software de Optimización, realizando además una asesoría agronómica a los agricultores a lo largo de toda la etapa de crecimiento del cultivo según se describe en el punto siguiente.
6. *Software de Optimización:* Es un programa para optimizar las mezclas de materiales de acuerdo a los requerimientos de un cultivo específico. Como se explicó anteriormente, existe una cantidad específica de nutrientes, determinada en el

diagnóstico, que necesita cada cultivo para obtener el rendimiento que el cliente espera. Por otra parte, existe una cantidad limitada de materiales para realizar las mezclas, cada uno de ellos tiene un porcentaje específico, tanto de micro como de macronutrientes, y un costo asociado. A partir de esto, se realiza la mezcla que satisface las necesidades especificadas en el diagnóstico, principalmente los requerimientos de macronutrientes y, en casos particulares, algunos micronutrientes, a un mínimo costo.

Este es el punto más importante en el desarrollo del proyecto, ya que a partir de la actualización y renovación de este programa, surgen los principales cambios. El software actual está obsoleto, y presenta los siguientes problemas:

- El programa está adecuado para un sistema operativo antiguo, el MS-DOS, por lo que no es compatible con las aplicaciones de MS-Windows.
- Por lo anterior, es poco amigable para los Ingenieros Agrónomos de la empresa, únicos usuarios de este programa.
- Al realizar la mezcla óptima, falta información que es importante y que el programa debiera entregar. Principalmente los porcentajes de macronutrientes suministrados por hectárea, los costos por hectárea y la cantidad de hectáreas a las cuales fueron suministrados los productos. Junto con este punto, es necesario que la información mencionada sea guardada en la base de datos de los clientes, asociándolos mediante el RUT y el número de predio.
- Es imposible realizar una sensibilización en pantalla de los costos al cambiar algún(os) material(es). Este punto es bastante importante, ya que al poder realizar estas comparaciones, se permite al agente zonal ofrecer más de un producto, con su valor asociado y sus beneficios, sin tener que repetir cada vez el ingreso de datos para crear una nueva mezcla de fertilizantes.

Además, al ofrecer más de un producto se le agrega valor al servicio entregado.

- El resultado del programa, es decir la mezcla que se le entregará al cliente, no posee el “link” para coordinar, tanto la emisión de la factura como la orden de producción.

7. *Facturación y Producción:* Luego que el cliente acepta la mezcla propuesta por el Agrónomo de la empresa, se genera una orden de compra mediante el RUT del cliente y se asocia al número de folio de la orden para producir la mezcla. Luego, es necesario crear en la salida del nuevo programa un “status de salida” de la orden, para que ésta tenga una salida inmediata para los departamentos de producción y facturación, y no sea necesario tener que ingresar los datos del cliente cada vez que se genere una orden de compra. Esto genera seguridad en las órdenes de producción y controles posteriores de identificación y errores en la facturación.

1.3.- La Industria

Se analizará la Industria de Fertilizantes en Chile. Se presentan los aspectos generales de ésta y luego un análisis estratégico mediante el Modelo de las 5 Fuerzas de Porter.

La Industria de fertilizantes podemos dividirla en tres grupos de productos: los fertilizantes “Naturales” o producidos en Chile, los fertilizantes importados llamados “Commodities” y los fertilizantes de “Especialidad”, que son mezcla de los anteriores según los requerimientos específicos de los distintos clientes.

Dentro de los fertilizantes nacionales, los más importantes son los Potásicos, llamados así por el macronutriente que aportan, los cuales son producidos por la empresa Soquimich. También, esta empresa provee al mercado nacional de algunos fertilizantes que aportan micronutrientes, los más importantes son los que aportan Calcio y los que aportan Boro.

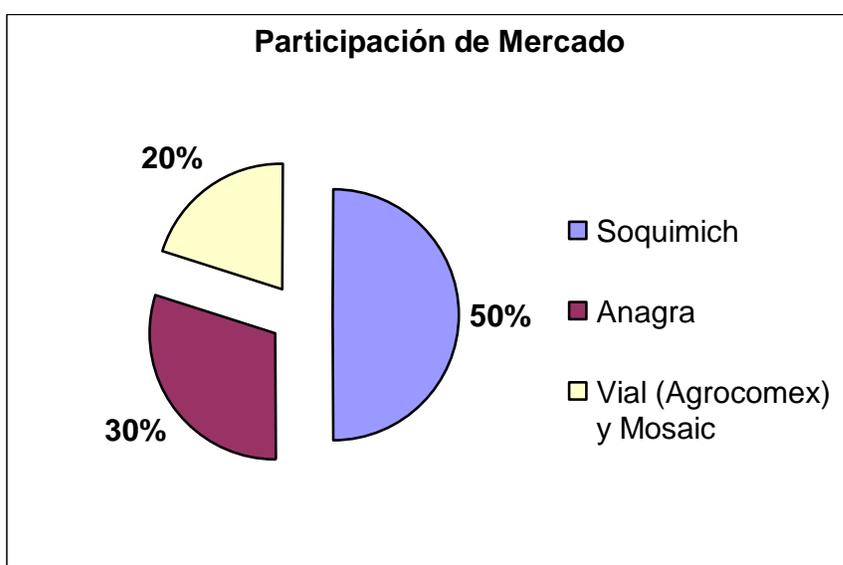
Con respecto a los “commodities”, se pueden dividir en dos grupos: los Nitrogenados (importados de Argentina, Venezuela y Ucrania) y los Fosfatados (importados de México y Estados Unidos). Cabe destacar que la importación de fertilizantes se realiza en forma conjunta entre las distintas empresas del rubro, logrando así mejores precios y optimizando los servicios de transporte.

Para los fertilizantes de especialidad, se pueden identificar las mezclas estándares y las mezclas a la medida. Las mezclas estándares se refieren a una mezcla tipo para un cultivo de acuerdo a una necesidad general de nutrientes y a las distintas etapas de crecimiento sin considerar los nutrientes que aporta el suelo. Éstas son realizadas por las distintas empresas, muy semejantes entre sí, y son una libre elección del cliente. Las mezclas “a la medida” de cada cliente, responden a los requerimientos de nutrientes que el cultivo necesita para un mejor rendimiento del cultivo, conociendo y aprovechando el

aporte nutricional que el suelo está entregando. Este último concepto se enmarca en el Método de la Fertilización Racional.

En Chile existen cuatro empresas que dominan el mercado, dos de ellas, muy importantes en el ámbito nacional, tienen en conjunto el 80 % de participación del mercado. En el gráfico N°1 se destaca cada empresa con su participación en el país.

Gráfico N°1



Fuente: Elaboración Propia

Cada una de estas empresas ofrece productos relativamente similares, tanto en los commodities como en los fertilizantes de especialidad (mezclas estándares). La competencia se basa principalmente en los distintos servicios que las empresas ofrecen, aquí es donde Anagra marca la diferencia al ser la primera empresa en trabajar con la Fertilización Racional, las mezclas a la medida y la orientación hacia los clientes. En un principio con dificultad, ya que el concepto de negocio exigía cambiar la mentalidad de trabajo de los agricultores, hoy en día un factor importante para la toma de decisiones en los cultivos.

I.4.- Análisis Externo²

Barreras de entrada

Las barreras de entrada hacen atractiva la Industria a pesar que existen varios factores que indican lo contrario. En primer lugar, la escasa diferenciación de productos entre las distintas empresas, ya que la mayoría de los fertilizantes son importados (commodities). Se da una pequeña diferencia en los fertilizantes de especialidad (mezcla según requerimientos) que cada empresa realiza, pero ésta no es tan sustancial, ya que las materias primas para las mezclas son estándares para todos. Además, existe un amplio acceso a las materias primas, ya que, como se mencionó anteriormente, la mayoría se importan.

Cabe destacar que es importante la experiencia dentro de esta Industria, principalmente en el conocimiento de los distintos cultivos y sus estaciones, y en el uso de los fertilizantes en cada uno de ellos, pero lo que realmente dificulta la entrada de nuevos participantes es la protección que han realizado los principales integrantes de esta industria. Tal como se mencionó, los fertilizantes son commodities que se importan de Ucrania, Argentina y México principalmente. Para esto, a pesar de competir dentro del mercado, la importación se hace en forma conjunta entre los participantes de la industria para conseguir mejores fletes, bajando costos y logrando importantes economías de escala. Este punto es fundamental para crear altas barreras de entrada, evitando así, el ingreso de nuevos participantes a la industria de fertilizantes en Chile

Barreras de salida

Es un punto que hace atractiva esta Industria, ya que existe poca especialización de activos y los costos de salida por única vez son bajos. Esto está basado en que los principales activos se refieren a bodegas, las cuales pueden ser utilizadas en otros negocios, vendidas o arrendadas a terceros. Otro activo fijo importante son las correas transportadoras

² Fuente: *Elaboración Propia*

y tambores de mezclado; éstos no se consideran como un activo específico para esta industria, ya que pueden ser utilizados en cualquier negocio granelero.

Rivalidad entre Competidores

A pesar que existen cuatro principales competidores que dominan la Industria de fertilizantes en Chile, lo que haría atractiva la Industria, existen dos puntos que son determinantes. En primer lugar, a pesar que no existe una baja y se necesitan fertilizantes para los distintos cultivos, esta industria crece entre un 2 % o un 3 % como máximo en Chile, siendo que el crecimiento mundial bordea un 5 % para los distintos grupos de fertilizantes (N, P, K). En segundo lugar, los fertilizantes son productos genéricos, por lo que existen muy pocas diferencias entre una empresa y otra; la principal diferencia recae en los distintos servicios que ofrecen las empresas, pero al igual que los productos, los servicios son cada vez más similares. Esto implica que para poder crecer es necesario quitarle participación a la competencia, generando rivalidad entre los competidores y haciendo que la industria sea poco atractiva.

Poder de los Compradores

La inexistencia de productos sustitutos que realmente puedan ser un reemplazo de los fertilizantes y la necesidad de los compradores de aplicar fertilizantes a sus cultivos, implica que siempre los van a necesitar y que su poder de negociación disminuye considerablemente. Por otra parte, la distribución y preparación de fertilizantes de especialidad es uno de los primeros eslabones de la cadena de abastecimientos de un agricultor, por lo que es muy complicado que se integren hacia atrás, ya que deberían cambiar de negocio e importar los fertilizantes. En conjunto con lo anterior, el uso de los fertilizantes es necesario para aumentar el rendimiento de los cultivos, ayudando así a los agricultores a obtener una mayor rentabilidad de éstos, por lo cual, el poder de los compradores hace que la Industria sea atractiva.

Poder de los Proveedores

Inevitablemente es necesario traer los fertilizantes desde otros países para su posterior venta y mezcla en el caso de los fertilizantes de especialidad. Complementando lo anterior, no existen sustitutos para estas materias primas lo que conlleva a que los proveedores tengan un gran poder de negociación. Si a esto le sumamos que los productores de los distintos materiales generan una buena parte de los costos totales de la Industria y que, más aún, existe la posibilidad que se integren hacia delante, como sucedió en el año 1987 con la creación de Soquimich Comercial, se debe considerar que el poder que tienen los proveedores hace poco atractiva esta Industria.

Disponibilidad de Sustitutos

La inexistencia de productos sustitutos hace que la industria sea muy atractiva. Se podría pensar en el Compost u otros compuestos orgánicos, como los guanos tratados de aves y cerdos como sustitutos de los fertilizantes actuales. Sin embargo, son productos complementarios al proceso de fertilización, ya que corresponden a sustancias ricas en materia orgánica, que al aplicarse al suelo activan los procesos biológicos para la absorción de nutrientes presentes en los fertilizantes minerales, por lo que son más un elemento complementario a la fertilización que un sustituto real.

Acciones Gubernamentales

Las regulaciones del gobierno se refieren principalmente a la rotulación en los envases de cada una de las mezclas, el cual no es un tema ni favorable ni desfavorable para la industria. Además, existe el tema del tipo de cambio debido a la importación de los materiales y los derechos aduaneros dependiendo del país de procedencia de los materiales, pero son factores neutros para la Industria.

Evaluación General de la Industria

Se considera que los factores más determinantes son los que dan la clasificación de atractiva a esta industria, a pesar de la existencia de elementos que la hacen poco atractiva. A continuación se describen todos estos factores:

→ La Rivalidad entre los distintos competidores, debido al bajo crecimiento de la Industria de fertilizantes en los últimos años. A esto se suma que el producto es genérico y que, ha medida que pasa el tiempo, los servicios que ofrecen las distintas empresas, son cada vez más similares, por lo que es necesario ir mejorándolos para poder atraer a los clientes de otras empresas. Esto quiere decir que para crecer hay que “quitarle espacio” a la competencia, factor que hace poco atractiva la industria.

→ El poder de los proveedores también hace poco atractiva esta Industria, ya que el aporte que ellos hacen a los costos totales de la Industria es importante, considerando que no existen sustitutos para sus productos. Además, tienen la opción de integrarse hacia delante, siempre y cuando obtengan la experiencia y la calidad de servicio de las empresas de nuestro país.

→ Es importante considerar que la Industria de fertilizantes en Chile es el primer eslabón en la cadena de abastecimientos de un agricultor y es un factor importante para el crecimiento de los cultivos. Por consiguiente, a pesar de estar en una Industria madura, los agricultores van a necesitar siempre el uso de fertilizantes para sus cultivos, lo que hace que su poder de negociación sea bajo. Este factor es importante para hacer atractiva la industria, ya que como proveedores de la agricultura, si lo que se busca es un mejor rendimiento para un cultivo dado, los fertilizantes son esenciales.

→ Complementando el punto anterior, la inexistencia de productos sustitutos para los fertilizantes hace muy atractiva la industria, ya que como se mencionaba, son un factor importante para mejorar el rendimiento de los cultivos. Además, siendo los subproductos orgánicos lo más cercano a un sustituto y un buen complemento a los fertilizantes, se considera más como una oportunidad que como una amenaza.

→ La importación conjunta de materias primas por parte de los principales integrantes de esta Industria es una gran barrera de entrada a nuevos participantes. El sólo hecho de tener que cargar un barco completo al importar implica una gran reducción de costos. Además, al no importar solos se evitan la necesidad de tener grandes bodegas y altos stocks de materias primas asociados a un importante costo financiero.

1.4.1.- Oportunidades y Amenazas

De acuerdo al análisis de la Industria realizado anteriormente, se desprenden las siguientes oportunidades y amenazas provenientes del mercado:

→ Oportunidades

_ La importante barrera de entrada en la logística de compra de materias primas lograda por los participantes de la Industria. Esta variable, sumada a la experiencia de las empresas del rubro y considerando este mercado como maduro entrega tranquilidad y estabilidad a los integrantes de esta industria, buscando la diferenciación en los servicios entregados como herramientas de competencia.

_ La inexistencia de sustitutos para los productos de la Industria de fertilizantes. Además del Compost, considerado por muchos erróneamente como reemplazo de los fertilizantes, se puede calificar como un buen complemento más que un sustituto real. En general los suelos donde se usan los fertilizantes comerciales no tienen una restricción por el lado de usar compost como un factor que cambiará notoriamente el resultado. Esto podría ser válido sólo en lugares donde la falta de materia orgánica en el suelo podría ser insuficiente.

_ El poco poder de negociación por parte de los compradores. Este punto se ve acrecentado por el punto anterior, ya que para un mejor rendimiento de los cultivos, los agricultores necesitan el uso de fertilizantes y no tienen sustitutos para reemplazarlos.

→ Amenazas

_ El bajo crecimiento de mercado, presionando la competencia de los integrantes de la industria, ya sea por precios, servicios o nuevos productos. Además, nuevos productos o

servicios son difíciles de mantener por una sola empresa en el tiempo, son fáciles de copiar lo que hace aumentar la competencia.

_ Al importar dos de los principales fertilizantes (nitrogenados y fosfatados), y estar sujetos a los cambios de moneda, pueden afectar los costos de producción.

_ En conjunto con lo anterior, la inevitable dependencia con los proveedores de materias primas y una posible integración hacia delante por parte de estos. A pesar de no ser considerado actualmente como una amenaza real, siempre está la posibilidad que esto suceda.

1.5.- Análisis Interno - Cadena de Valor³

Fig. N° 1 Cadena de Valor

I Gerencial	<ul style="list-style-type: none"> Alto Conocimiento del negocio, los cultivos y la estacionalidad de éstos. Planificación de ventas para la adquisición de materiales importados. Aplicación del Método de Fertilización Racional para el desarrollo de productos según los requerimientos de cada cliente. 				
R.R.H.H		<ul style="list-style-type: none"> Capacitación de Agrónomos para mejoras del servicio 			<ul style="list-style-type: none"> Personal técnico para las asesorías y recomendaciones a los clientes.
Tecnología	<ul style="list-style-type: none"> Creación de Software para el control de bodegas de materias primas. 	<ul style="list-style-type: none"> Software de optimización de costos para el desarrollo de mezclas utilizado por más de 15 años. 	<ul style="list-style-type: none"> El Software además, entrega la mezcla adecuada a los requerimientos de cada cliente. 		
Adquisiciones	<ul style="list-style-type: none"> Programa de abastecimiento con competidores. 				
	<p>L. De Entrada</p> <ul style="list-style-type: none"> Plantas productivas contiguas a los puertos (Sn Antonio, Lirquén y Pto Montt) Manejo de bodegas de materias primas mediante software hecho según necesidades de la empresa. 	<p>Operaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> Producción de acuerdo a la planificación de las ventas y a los requerimientos de los clientes Planificación de la producción en función de las materias primas. Sistema productivo completamente automatizado. 	<p>L. de Salida</p> <ul style="list-style-type: none"> Distribución externalizada. No existe bodega de productos terminados, trabajo a pedido de los clientes. 	<p>Comerc. y Ventas</p> <ul style="list-style-type: none"> Cobertura desde La Serena a Pto Montt con agentes zonales en cada punto. Créditos a Clientes. 	<p>Post Venta</p> <ul style="list-style-type: none"> Seguimiento y recomendaciones a los clientes para un mejor rendimiento de los cultivos.

³ Fuente: Elaboración Propia

1.5.1.- Fortalezas y Debilidades

De acuerdo a la Cadena de Valor, mediante el cual se realizó el Análisis Interno, se obtuvieron las siguientes fortalezas y debilidades de la Empresa:

→ Fortalezas

_ Importante experiencia, más de 15 años, trabajando bajo el mismo concepto de negocio (Fertilización Racional). Desde un principio, este concepto de fertilización es la principal competencia de Anagra.

_ Alto conocimiento técnico por parte de la Empresa, principalmente de los Agentes Zonales, de los cultivos en las distintas regiones del país, su estacionalidad y rotación.

_ Los productos se fabrican de acuerdo a las necesidades específicas de cada cliente, asegurando un rendimiento de su cultivo. Esto va asociado al concepto de fertilización racional, ya nombrado, y a una importante diferenciación dentro de la industria de fertilizantes en Chile.

→ Debilidades

_ Software de optimización obsoleto en su formato (MS-DOS), principal punto crítico tecnológico de la empresa ya que aumenta tiempos de operación y por ende, los costos. Además, al ser tan antiguo este software no relaciona ni almacena información fundamental para la empresa (Cliente - Mezcla - Facturación - Rendimientos). Actualmente, toda esta información debe llevarse por separado. Esto conlleva a errores en producción, en las facturas y en ciertos casos a perder información importante para entregar un mejor servicio a los clientes.

_ Se ve además cierto desorden entre producción y la logística de distribución, ya que no existe una asignación zonal a cada planta productiva. Esto puede llevar a aumentar costos logísticos importantes.

1.6.- Análisis FODA⁴

Mediante el análisis externo realizado, se desprenden las oportunidades y amenazas que el mercado, en este caso la industria de fertilizantes en Chile, presenta para todas las empresas participantes en él.

Por otra parte, al analizar en forma interna la empresa mediante la Cadena de Valor, en este caso para Anagra S.A., se obtienen las fortalezas y debilidades que propias y particulares de empresa analizada.

Al conjugar ambos análisis, se deben aprovechar las fortalezas de la empresa para sacar provecho de las oportunidades que el mercado entrega y para poder sortear de mejor forma las amenazas que hay dentro del mercado. Por otra, las debilidades presentadas por la empresa, deben desarrollarse y convertirse en fortalezas para adaptarse de mejor forma a las oportunidades y amenazas que el mercado presenta.

Para el caso de Anagra S.A. y de este proyecto, podemos relacionar dos oportunidades de mercado, con una fortaleza y una debilidad que presenta la empresa. La inexistencia de productos sustitutos y la necesidad por parte de los clientes del uso de fertilizantes, conjugado a la experiencia de Anagra S.A. en el desarrollo de la fertilización racional de los cultivos y dada la falta de tecnología en sus sistemas informáticos, llevan a desarrollar este software de optimización, que mejore procesos internos de Anagra S.A. y que entregue un mejor servicio los clientes. Esto se puede graficar mediante la matriz FODA que se presenta a continuación.

⁴ Fuente Elaboración Propia

Fig. N° 2 Matriz FODA para Anagra

	F	D
O	<p>Dada la necesidad de fertilizantes por parte de los agricultores, aprovechar la experiencia en fertilización racional de la empresa para lograr tanto la fidelización como nuevos clientes.</p> <p>Aprovechar la inexistencia de productos sustitutos para promover y vender los productos a la medida de cada cliente mediante los agentes zonales en cada región.</p>	<p>Aprovechar la madurez y tranquilidad del mercado para mejorar procesos internos, específicamente la distribución de cargas de trabajo (producción) y posterior distribución.</p> <p>Dada la necesidad de los clientes de usar fertilizantes en sus cultivos, mejorar procesos internos de la empresa, actualizando el software de optimización.</p>
A	<p>Aprovechar la experiencia de la empresa y su modelo de negocio para disminuir el riesgo o estar mejor preparado para una integración hacia delante por parte de los proveedores.</p>	<p>Dado el estancamiento que sufre el mercado, mejorar procesos internos para evitar dar ventajas a la competencia.</p>

1.7.- Estrategias Genéricas

De acuerdo a los análisis realizados en los puntos anteriores, las estrategias genéricas que se plantean son las siguientes:

→ Debido a la madurez de la industria, acompañado con un bajo crecimiento de ésta, y considerando la posición favorable que tiene la empresa, se debe mantener esta posición en el mercado y cuidarla, principalmente protegiendo a los clientes que adoptan los servicios ofrecidos y que realizan sus cultivos mediante la fertilización racional.

→ Anagra, al estar produciendo efectivo, debe realizar una inversión selectiva, principalmente buscando mejorar procesos internos. Se deben desarrollar nuevas tecnologías de integración de la información de todo el proceso del negocio, para así, ir mejorando la calidad del servicio entregado a los clientes.

1.8.- Estrategia Propuesta

De acuerdo a la información obtenida, tanto en los análisis internos como del externo, los resultados del FODA y las estrategias genéricas se plantea lo siguiente en beneficio de la empresa:

Desarrollar un nuevo software de optimización que mejore sustancialmente el que se utiliza actualmente, el IMC3, ya que a pesar de que el programa cumple la función de optimizar los costos en el desarrollo de las mezclas, es un programa obsoleto e incompatible con los programas que se utilizan actualmente en los distintos departamentos de la empresa.

La idea es que a través de un nuevo programa, además de cumplir las funciones de su predecesor, poder integrar los resultados de éste con la información de otros departamentos, principalmente con la base de datos de los clientes y los departamentos de producción y facturación. Lo que permite obtener información importante y al día en el caso de los cultivos de cada cliente y un flujo más rápido y oportuno de la información que se necesita para producir y facturar productos, disminuyendo costos y mejorando los tiempos de respuesta y el servicio a los clientes.

En conjunto con lo anterior y aprovechando las capacidades tecnológicas de la empresa, “subir” este programa a la intranet de la empresa para el uso de los Agrónomos desde La Serena a Puerto Montt es un avance importante, mejorando la calidad de la de información en la toma de decisiones y, por tanto, en los resultados obtenidos.

Asimismo, los costos de la operación de ventas se deben ver disminuidos en al menos un 5%, ya que habría una importante reducción en tiempos y papeleos. Además, llevar a cero los errores en las mezclas por un mal ingreso de los requerimientos de cada cliente. Esto por no llevar la información en bases de datos en línea y no asociar en forma directa las solicitudes de los clientes entre todos los departamentos de la empresa.

II.- Desarrollo del Proyecto

II.1.- Presentación del Proyecto

El presente proyecto de memoria surge de la necesidad de la empresa de actualizar el software mediante el cual se optimiza la elaboración de mezclas para la fertilización de cultivos agrícolas. Hasta la actualidad, el programa que se utiliza es el IMC 3, un software adquirido por la empresa hace varios años y que tiene como principales características que es un software de programación lineal, mediante el cual, luego de establecer los requerimientos de fertilizantes para un cultivo específico, se realiza la mezcla de éstos a un mínimo costo. El problema de este programa, es que, al estar escrito para el sistema operativo MS-DOS, es incompatible con las aplicaciones del sistema operativo que se utiliza actualmente (MS-Windows), haciendo poco amigable su uso, aumentando tiempos de operación, limitando la integración de las distintas áreas de la empresa, y por consiguiente, cometiendo errores y aumentando costos.

Cabe destacar que el proyecto se realizará en conjunto con el Departamento de Informática de Anagra S.A., principalmente porque el nuevo software se implementará en la intranet de la empresa y se desarrollará en un lenguaje de programación adecuado para ésta (Visual Basic.Net), por lo que se aprovecharán los conocimientos del departamento anteriormente señalado.

II.1.1.- Objetivo General del Proyecto

Desarrollar e implementar para la intranet de la empresa, un programa que sea capaz de optimizar las mezclas de materiales para la fertilización de distintos cultivos agrícolas, considerando las restricciones asociadas a cada uno de estos, que se complemente y ayude a los distintos departamentos de la empresa. Conjuntamente, desarrollar una planilla de control para el manejo de cultivos con el objeto de mejorar y agregar valor al servicio.

II.1.2.- Objetivos Específicos

1. Lograr que los Ingenieros Agrónomos de la empresa, principales usuarios del programa, obtengan, tanto la mezcla como la información adecuada para la venta de productos.
2. Lograr un formato amigable para los usuarios y la compatibilidad necesaria con los elementos de MS-Windows.
3. Complementar la información de los predios (cantidad de hectáreas, tipo de suelo y sus requerimientos, tipo de cultivo y su etapa de crecimiento), con el suministro de fertilizantes (cantidad de materiales utilizados, sus nutrientes y costos.).
4. Disminuir tiempos de respuesta al tener información sobre clientes, sus predios y cultivos actualizada en la intranet.
5. Obtener y recopilar información de los agricultores para mejorar el servicio.

II.1.3.- Detalles del Proyecto

De acuerdo a las características del negocio que presenta la empresa mediante la fertilización racional, el programa a realizar debe estar dividido en dos formatos o aplicaciones: el primer formato del programa es el ingreso de datos en forma de porcentajes de cada uno de los nutrientes necesarios y a través de esta información, obtener la mezcla óptima según los requerimientos especificados. Este primer método de optimización de costos, se utiliza para trabajar mezclas conocidas en el mercado de acuerdo al porcentaje específico de cada macronutriente.

El segundo formato del programa se refiere a la realización de mezclas específicas para cada cliente, de acuerdo a los resultados obtenidos en un análisis de suelo. Con este análisis, se establecen las cantidades necesarias de cada macronutriente (en Kg) para los cuales se deben optimizar los costos de los materiales a utilizar en cada mezcla. Cabe destacar que existe un rango mínimo de aplicación de materiales para una mezcla específica. Este rango es la cantidad mínima (en Kg) de materiales que se pueden utilizar en una mezcla que satisfaga los requerimientos del análisis, por lo que se deben hacer dos optimizaciones distintas para esta aplicación. En primer lugar, se debe optimizar el peso mínimo de la mezcla que satisfaga las necesidades de nutrientes, para luego, de acuerdo a estos datos, hacer la optimización de costos de la mezcla, acorde con los estándares de producción de la empresa, es decir, una tonelada de mezcla.

Para el desarrollo del programa, en sus dos aplicaciones, se utilizará el modelo matemático que se plantea a continuación, poniendo especial atención en las variables del segundo formato. Se determina a que corresponde la cantidad unitaria de cada nutriente y se hacen las transformaciones necesarias para trabajar en una unidad básica (Kg) en todo el programa.

III.- Modelo Matemático

III.1.- Presentación Modelo

Para construir el programa que optimice las mezclas de fertilizantes es necesario diseñar un modelo matemático de programación lineal en el cual se especifica la función objetivo sobre la cual se va a trabajar y se describen las variables de decisión que van a regir los valores de esa función. Además, se explicitan las restricciones a las cuales están sometidas estas variables, las que van acotando el problema de acuerdo a la disponibilidad de recursos. También, se hará una descripción de los coeficientes que acompañan a las variables de este modelo.

La idea del programa es una optimización de costos, mediante la cual se obtendrá la mezcla que satisface los requerimientos de nutrientes de cada cliente a un mínimo costo, se aprovecha de mejor forma los distintos materiales para realizar las mezclas.

III.2.- Parte I

Como se explicó anteriormente, el programa consta de dos partes. En esta primera parte, las variables de entrada son los porcentajes de cada uno de los nutrientes de los fertilizantes comerciales para la realización de mezclas optimizando los costos de cada uno de los materiales utilizados. Este tipo de mezclas es estándar en el mercado y para la empresa representa el menor porcentaje de los ingresos por venta.

III.2.1.- Variables de Decisión

Para este modelo, las variables de decisión son los distintos materiales con los cuales se preparan las mezclas. Estos materiales tienen un costo asociado y un porcentaje de los distintos nutrientes necesarios para la fertilización de los distintos cultivos. A continuación se muestran dos tablas, en la primera se nombran los macro y micronutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos y, en la segunda, se muestran los materiales, que corresponden a las variables de decisión del problema, con el costo de cada uno de ellos y el porcentaje de nutrientes que posee.

Tabla N° 1 Nutrientes

Nitrógeno	N-Nítrico	NO3
	N-Amoniacal	NH4
Fósforo	P	P2O5
Potasio	K	K2O
Magnesio	Mg	
Calcio	Ca	
Azufre	S	
Boro	B	
Cobre	Cu	
Fierro	Fe	
Manganeso	Mn	
Zinc	Zn	
Cloro	Cl	

Fuente: Elaboración Propia

Podemos ver que el nitrógeno aparece en forma de nitrato (o N-Nítrico) y en forma de amoníaco (o N-Amoniacal), diferencia importante al establecer las restricciones de los cultivos. Como dato, podemos agregar que para la fertilización de los cultivos, el Fósforo y el Potasio nunca aparecen solos, sino que como anhídrido fosfórico P_2O_5 y óxido de potasio K_2O , respectivamente.

Tabla N° 2 Materiales

Materiales	Costo / Kg	Porcentajes de Nutrientes												
		NO3	NH4	P205	K20	Mg	Ca	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Cl
1. Muriato de Potasio	0.177				62									50
2. Sul-Po-Mag	0.165				22	17,5		21,5						2,5
3. Sulfato de Potasio	0.265				52	18								0,2
4. DAP 18-46-0	0.198		18	46		0,9	0,3	1,9						
5. MAP 11-52-0	0.199		11	52		0,8	0,4	1,6						
6. SF Triple	0.180			46		0,7	21,7	1,4						
7. Urea	0.207		46											
8. Relleno	0.85													
9. Boronatro Calcita	0.180								10					
10. Sulfato de Calcio	0.85						32	18						
11. Sulfato de Zinc	0.700							20					36	
12. Nitrato de Potasio	0.280	13			44									
13. CAN 27	0.157	13,5	13,5			4	6							
14. Sulfato de Cobre	0.700							15		26				
15. Sulfato de Manganeso	0.700							50	18					
16. Variable Auxiliar														

Fuente: Programa IMC 3

La Tabla N° 2 muestra las variables de decisión de la función objetivo para el problema de programación lineal. Esto quiere decir que se tienen 15 variables, cada una tiene un porcentaje de nutrientes, más una variable auxiliar para el caso de la incompatibilidad de materiales. Cada una de ellas se verá reflejada con la letra “X” en el planteamiento de las restricciones. Los porcentajes de nutrientes son los parámetros que multiplican a cada variable de decisión al momento de plantear las restricciones. Los costos, multiplicarán a cada material determinando la función objetivo, ya que se está realizando una minimización de ellos. El octavo material, llamado “relleno”, es un material inerte que no afecta la composición de las mezclas. Su función es completar la mezcla en caso que los requerimientos de nutrientes se hayan cumplido, para cumplir con el peso determinado por los estándares de producción.

El costo por material será utilizado como una constante en la función objetivo del problema, pero la realidad indica que los valores de los distintos materiales van variando según la realidad del mercado. Por consiguiente, para el planteamiento de la función se utilizarán los precios actualizados a la fecha y para el momento de programar, se dejará la libertad de poder hacer los cambios respectivos en cada uno de los materiales.

III.2.2.- Restricciones

Todo problema de optimización está sujeto a distintas restricciones. Para el caso de las mezclas de fertilizantes se tienen ciertas restricciones que son datos de entrada del programa, se establecen de acuerdo a los requerimientos de nutrientes diagnosticados para obtener un rendimiento esperado de un cultivo determinado. Los requerimientos de nutrientes que se establecen como datos de entrada, se expresan principalmente en las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio que necesitan los cultivos. También, en algunos casos específicos, se tienen datos de entrada de micronutrientes para algunos cultivos, por ejemplo los paltos, en los cuales no se permite el uso de fertilizantes con cloro.

Además, existe una restricción por peso, ya que la suma de todos los materiales mezclados no puede ser mayor a una tonelada, debido a los estándares utilizados en producción.

Por otra parte, cada uno de los micronutrientes no debe superar el 5% del total de la mezcla, por tanto, la suma de cada uno de ellos no puede ser mayor a 50 Kg. Esta restricción se basa en que, según estudios agronómicos, un porcentaje mayor de cualquier micronutriente puede ser perjudicial para el crecimiento del cultivo por un deterioro en los suelos. En conjunto con esta restricción, existen casos especiales en se requiere una cantidad determinada de algún micronutriente ingresada por el usuario, por lo que se agregarán las restricciones que hagan posible estos casos especiales. Obviamente es de conocimiento del usuario que los requerimientos de micronutrientes que ingresen no puede

superar el 5% del total de la mezcla, de lo contrario habría una incompatibilidad en las restricciones y el problema no tendría solución.

Como última restricción se tiene la incompatibilidad⁵ entre distintos elementos químicos. Para esto se utilizará una variable auxiliar en el caso de incompatibilidad, esta variable es binaria y tomará sólo valores 1 o 0, determinando así cual material se utilizará en la mezcla de acuerdo a las restricciones planteadas. Para los casos de compatibilidad limitada entre dos materiales, se mostrará un mensaje de error para que el usuario esté al tanto de esta limitación y decida si continuar con la mezcla o cambiar alguno de los materiales, dependiendo de cómo reaccionen las mezclas.

De acuerdo a la información anterior, la forma matemática para las restricciones planteadas es la siguiente:

Sean x_1, x_2, \dots, x_{15} , cada uno de los materiales nombrados en la tabla N° 2.

- $0,13 * x_{12} + 0,135 * x_{13} \geq$ Requerimiento en Kg de N-Nítrico.
- $0,18 * x_4 + 0,11 * x_5 + 0,135 * x_{13} \geq$ Requerimiento en Kg de N-Amoniacal.
- $0,46 * x_4 + 0,52 * x_5 + 0,46 * x_6 \geq$ Requerimiento en Kg de Fósforo.
- $0,62 * x_1 + 0,22 * x_2 + 0,52 * x_3 + 0,44 * x_{12} \geq$ Requerimiento en Kg de Potasio.
- $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7 + x_8 + x_9 + x_{10} + x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15} \geq 1000$ Kg.
- $0,0175 * x_2 + 0,18 * x_3 + 0,009 * x_4 + 0,008 * x_5 + 0,007 * x_6 + 0,04 * x_{13} \leq 50$ Kg (Mg)
- $0,003 * x_4 + 0,004 * x_5 + 0,217 * x_6 + 0,32 * x_{10} + 0,06 * x_{13} \leq 50$ Kg (Ca)
- $0,215 * x_2 + 0,019 * x_4 + 0,016 * x_5 + 0,014 * x_6 + 0,18 * x_{10} + 0,2 * x_{11} + 0,15 * x_{14} + 0,5 * x_{15} \leq 50$ Kg. (S)
- $0,1 * x_9 + 0,18 * x_{15} \leq 50$ Kg (B)
- $0,26 * x_{14} \leq 50$ Kg (Cu)
- $0,36 * x_{11} \leq 50$ Kg (Zn)
- $0,0175 * x_2 + 0,18 * x_3 + 0,009 * x_4 + 0,008 * x_5 + 0,007 * x_6 + 0,04 * x_{13} \geq$ Requerimientos de Mg
- $0,003 * x_4 + 0,004 * x_5 + 0,217 * x_6 + 0,32 * x_{10} + 0,06 * x_{13} \geq$ Requerimientos de Ca.
- $0,215 * x_2 + 0,019 * x_4 + 0,016 * x_5 + 0,014 * x_6 + 0,18 * x_{10} + 0,2 * x_{11} + 0,15 * x_{14} + 0,5 * x_{15} \geq$ Requerimiento de S.
- $0,1 * x_9 + 0,18 * x_{15} \geq$ Requerimiento de B.

⁵ Ver Tabla de Compatibilidad en Anexo N°2

- $0,26 * x_{14} \geq$ Requerimiento de Cu
- $0,36 * x_{11} \geq$ Requerimiento Zn
- $x_7 - 1000 * x_{16} \leq 0$ Incompatibilidad
- $x_3 + 1000 * x_{16} \leq 1000$ Incompatibilidad
- $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{14}, x_{15} \geq 0$ (No negatividad)

Nota: Para diferenciar las restricciones de los micronutrientes, se agregó el símbolo químico al final de la restricción.

III.2.3.- Función Objetivo

Como se ha planteado con anterioridad, se debe lograr la mezcla óptima a un mínimo costo que satisfaga los requerimientos de nutrientes de los cultivos de cada cliente. De acuerdo a los parámetros descritos en los puntos anteriores, la función objetivo queda determinada de la manera siguiente:

Minimizar:

$$Z = 0.177 * x_1 + 0.165 * x_2 + 0.265 * x_3 + 0.198 * x_4 + 0.199 * x_5 + 0.180 * x_6 + 0.207 * x_7 + 0.85 * x_8 + 0.180 * x_9 + 0.85 * x_{10} + 0.700 * x_{11} + 0.280 * x_{12} + 0.157 * x_{13} + 0.700 * x_{14} + 0.700 * x_{15}$$

Las constantes que multiplican a cada una de las variables son los costos por kilogramo, en dólares, de cada uno de los materiales utilizados para realizar una mezcla determinada.

Se debe mencionar que estos costos se utilizaron sólo para plantear la ecuación a minimizar, son los costos actuales de cada material y que para el desarrollo del programa se deberán ir actualizando de acuerdo al tipo de cambio que tenga el dólar.

1.2.4.- Resultados Parte I

Para encontrar la solución del modelo matemático planteado, se utilizó la herramienta *Solver* del programa Microsoft Excel, para las dos aplicaciones del programa mediante. Se resolvieron para las mismas mezclas, tanto en IMC 3 como *Solver* y se obtuvieron los siguientes resultados:

Aplicación N° 1 Mezcla 10 % - 10 % - 10 % - 10% (Nnitríco-Namoniacal-P-K)

Tabla N° 3 Resultados Solver parte I

Costo de la Mezcla	Nutrientes	Cantidades Kg/há	Porcentajes
\$ 184	N-Nítrico	100,000	10,000
	N-Amoniaca	102,921	10,292
	P2O5	100,000	10,000
	K2O	100,000	10,000
	Mg	25,766	2,577
	Ca	37,110	3,711
	S	3,077	0,308
	B	0,000	0,000
	Cu	0,000	0,000
	Fe	0,000	0,000
	Mn	0,000	0,000
	Zn	0,000	0,000
	Cl	30,879	3,088

Materiales	Cantidad Kg/há	Costo por há
Muriato de Potasio	61,757	10,931
Sul-Po-Mag	0,000	0,000
Sulfato de Potasio	0,000	0,000
DAP 18-46-0	0,000	0,000
MAP 11-52-0	192,308	38,269
SF Triple	0,000	0,000
Urea	0,000	0,000
Relleno	0,000	0,000
Boronatro Calcita	0,000	0,000
Sulfato de Calcio	0,000	0,000
Sulfato de Zinc	0,000	0,000
Nitrato de Potasio	140,251	39,270
CAN 27	605,684	95,092
Sulfato de Cobre	0,000	0,000
Sulfato de Manganeso	0,000	0,000

Fuente: Elaboración Propia

Resultado IMC 3 Parte I

FORMULATION REPORT	06-02-05
Anagra S.A.	2:08:45

Total Nitrogen	Phosphate (P2O5)	Potassium (K2O)
20.29 %	10.00 %	10.00 %

MATERIAL USED	WEIGHT	COST
Muriat of Potash	62	10.93
MAP 11-52-0	192	38.27
Nitrato de Potasio	140	39.27
CAN 27	606	95.09
PER MT	1000	183.56
TOTAL MTS REQUIRED	10.00	1,835.63

III.3.- Parte II

Esta segunda parte del programa se refiere a la optimización de costos de las mezclas de acuerdo a las distintas necesidades de nutrientes que presenta cada cliente, obtenidas en un análisis de suelo. Esta Parte del programa será la más utilizada en la empresa al momento de realizar las asesorías a los clientes para el manejo de sus cultivos. Será gracias a esta parte del proyecto que se obtendrán las distintas mezclas que cumplirán con cada una de las necesidades de nutrientes que presenten los suelos de los predios de los clientes, para mejorar el rendimiento de sus cultivos.

Esta segunda parte no es muy diferente a la primera, se utilizan las mismas variables de decisión, a excepción del “relleno” que se elimina para un mejor aprovechamiento de materiales. Para este caso se debe realizar una doble optimización, debido a las características que presenta el análisis de suelo. Los resultados del análisis o la necesidad de nutrientes, están expresados en kilogramos por hectárea, por lo que, en la 1ª optimización se minimizan los costos y se obtiene la mezcla a un mínimo costo con su respectivo peso, sin tomar en cuenta el formato (1000 Kg.) de producción de la empresa. Esto se debe a que el peso obtenido en esta primera optimización, es el rango mínimo que se puede aplicar una mezcla por hectárea para que se satisfagan las necesidades de los nutrientes. En la segunda optimización, se realiza la mezcla de acuerdo a la norma de producción de la empresa, para ello se hace la relación entre el peso o rango mínimo de aplicación y los 1000 Kg. correspondientes, calculando luego la cantidad de nutrientes necesaria para este formato, logrando la mezcla óptima.

III.3.1.- Resultados Parte II

Al igual que en la primera parte de este programa, se realizarán las comparaciones del software que se utiliza actualmente en la Empresa (IMC 3) con las soluciones obtenidas en la función *Solver* de Excel, con el cual se realizaron las dos optimizaciones explicadas anteriormente. La mezcla a utilizar para este ejemplo será una mezcla 10-10-10 (Ntotal-P-K).

Aplicación N° 2 Mezcla 10 Kg - 10 Kg - 10 Kg (Ntotal-P-K)

Tabla N° 4 Resultados Solver parte II

Costo de la Mezcla	Nutrientes	Cantidades Kg/há	Porcentajes	Rango Aplicación (Kg)
\$ 193,70	N-Total	195,69	19,57	51
	N-Nítrico	0,00	0,00	
	N-Amoniacal	195,69	19,57	Costo por Hectárea
	P2O5	195,69	19,57	\$ 9,90
	K2O	195,69	19,57	
	Mg	3,83	0,38	
	Ca	1,28	0,13	
	S	8,08	0,81	
	B	0,00	0,00	
	Cu	0,00	0,00	
	Fe	0,00	0,00	
	Mn	0,00	0,00	
	Zn	0,00	0,00	
	Cl	157,82	15,78	

Materiales	Cantidad Kg	Cantidad Kg/há	Costo/há	Costo total
Muriato de Potasio	315,63	16,13	2,85	55,87
Sul-Po-Mag	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulfato de Potasio	0,00	0,00	0,00	0,00
DAP 18-46-0	425,42	21,74	4,30	84,23
MAP 11-52-0	0,00	0,00	0,00	0,00
SF Triple	0,00	0,00	0,00	0,00
Urea	258,95	13,23	2,74	53,60
Boronatro Calcita	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulfato de Calcio	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulfato de Zinc	0,00	0,00	0,00	0,00
Nitrato de Potasio	0,00	0,00	0,00	0,00
CAN 27	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulfato de Cobre	0,00	0,00	0,00	0,00
Sulfato de Manganeso	0,00	0,00	0,00	0,00

Fuente: Elaboración Propia

Resultados IMC 3 Parte II

FORMULATION REPORT

06-30-05

Anagra S.A.

5:11:27

Total Nitrogen	Phosphate (P2O5)	Potassium (K2O)
19.57 %	19.57 %	19.57 %

MATERIAL USED	WEIGHT	COST	KGS PER HECTARE
-----	-----	-----	-----
Muriate of Potash	316	55.87	16.13
DAP 18-46-0	425	84.23	21.74
Urea	259	53.60	13.23
PER MT	1000	193.70	TOTAL 51.10

TOTAL MTS REQUIRED	5.11	989.83
NUMBER HECTARES REQUESTED	100	
COST PER HECTARE	9.90	
APPLICATION RATE	51 KGS PER HECTARE	

IV.- Integración de Sistemas

Habiendo diseñado el Modelo Matemático y a partir de los resultados obtenidos, es necesario que esta información sea una ayuda para los distintos departamentos de la empresa.

Como se mencionó anteriormente, es necesario agregar algunos campos a la base de datos de los clientes, de manera que los datos de salida del nuevo programa queden registrados. Actualmente, la base de datos cuenta básicamente con información sobre el cliente (RUT, dirección y teléfono) y mediante el RUT se hace la asociación para obtener las facturas que se le han cursado.

Con la implementación del nuevo programa se realizará una base de datos de los PREDIOS, que se asociará con cada cliente mediante el RUT. Esta nueva base de datos estará compuesta por los siguientes campos:

- Hectáreas, indicando la cantidad de hectáreas sembradas.
- Cultivo, donde se indicará el tipo de cultivo.
- Mezcla, en el cual se detallará el tipo de mezcla (estándar o personalizada), las cantidades y su precio.
- Materiales, indicando los materiales utilizados en la mezcla.
- Nutrientes, donde se indicarán la cantidad de nutrientes suministrados al predio.
- Rendimiento, donde se guardará el rendimiento de los cultivos.

IV.1.- Departamentos a Integrar

Luego de realizar los cambios y teniendo ahora la información completa de cada cliente, existe dos departamentos de la empresa que se ven directamente beneficiados con este proyecto, *Finanzas* y *Producción*.

Con el programa actual (IMC 3), no sólo el Ingeniero Agrónomo debe ingresar las cantidades de nutrientes para desarrollar una mezcla, sino que además el departamento de finanzas vuelve a utilizar el programa para obtener las cantidades de material y sus costos al momento de realizar una factura. Lo mismo sucede en producción al preparar la(s) mezcla(s), lo que normalmente genera errores.

Para ambos departamentos, el campo de asociación con la información de los clientes será el RUT. Así, cada vez que se realice una nueva venta se tendrán los datos en línea de la mezcla a realizar.

Con la actualización en la base de datos de los clientes y teniendo la información en el momento que el Agrónomo realizó la mezcla, surgen los siguientes beneficios para los clientes:

- Disminución en los tiempos de respuesta, ya que la información necesaria tanto para facturar como para producir las mezclas estará en la Intranet de la empresa.
- Disminución de los errores en las mezclas provocados por una mala digitación o por haber obtenido información errónea.
- Un mejor seguimiento de los cultivos, con información detallada sobre el tipo de cultivo, las cantidades de nutrientes y los materiales utilizados con sus respectivos costos y los rendimientos obtenidos.

V.- Análisis Económico

V.1.- Supuestos

Para el desarrollo del presente Análisis Económico se tienen los siguientes supuestos que determinan el beneficio de este proyecto:

- Todos los valores utilizados vienen de los registros del año 2006.
- Los beneficios del proyecto reflejarán la disminución de costos al evitar errores en las mezclas y en los ingresos que deja de percibir por no vender estas las mezclas mal realizadas.
- En conjunto con lo anterior, se mantendrán las cantidades producidas, por lo tanto los costos de operación no variarán.
- El análisis se dividirá en las oficinas⁷ que tiene la empresa a lo largo del país, ya que cada una de ellas tiene un porcentaje de devolución distinto.
- Las unidades utilizadas son, toneladas para las cantidades y \$ pesos / tonelada para los precios. Además, los beneficios se presentarán en UF.

⁷ Ver Anexo N°4 para la información por oficinas

V.2.- Inversión

Las inversiones necesarias para este proyecto serán, en primer lugar, computadores personales (notebook) para cada agrónomo. La idea es ir realizando las mezclas en conjunto con los clientes e ir cerrando los negocios al momento, y dejando una mezcla definida para un cultivo dado dentro de un predio. Para que esto sea efectivo y dado que el nuevo software funcionará dentro de la intranet de Anagra, se debe contratar un servicio de banda ancha móvil inalámbrica por cada oficina. Para el caso de la oficina de Santiago se comprarán 4 computadores, los cuales serán compartidos con la Agro Gerencia, por lo que se tendría una inversión de 14 computadores personales, más el servicio inalámbrico de Internet para cada computador. Además, para que las variables de decisión puedan iterar en Internet y obtener el óptimo de cada mezcla, es necesario pagar una licencia por US \$ 3.500 a Lindo Systems, empresa proveedora de software de optimización. Esta licencia se paga una sola vez y tiene duración indefinida

El notebook propuesto para cada oficina sería el siguiente:

_ Dell Latitude E 5400, con memoria RAM de 2 GB, procesador Intel de 2 GHz y con red inalámbrica. Su valor unitario es de \$ 687.320 pesos sin IVA (35 UF).

El servicio de banda ancha móvil sería:

_ ENTEL inalámbrico, velocidad de 700 Kbp (Kilo Bytes por segundo), por un valor mensual de 29.900. Si llevamos en forma lineal este valor a un año, serían \$ 358.800 pesos (18 UF).

_ Licencia Lindo Systems, US \$ 3.500 (T/C 640 → 113 UF)

V.3.- Beneficios

Los beneficios del proyecto se ven reflejados por oficina, y se refieren a los ingresos que la empresa deja de percibir al no vender una mezcla por errores anteriores a la entrega de ésta. Los valores están tanto en pesos como en UF.

Tabla N° 5 Ingresos Anuales que oficinas dejan de percibir por error en las mezclas

Oficina	Total	UF 1/04/2008 (\$19.825)
Coquimbo / Serena	\$ 10.241.700	\$ 517
Santiago	\$ 15.394.860	\$ 777
Rancagua	\$ 31.049.700	\$ 1.566
San Fernando	\$ 32.156.250	\$ 1.622
Linares	\$ 26.563.275	\$ 1.340
Chillán	\$ 27.282.860	\$ 1.376
Los Ángeles	\$ 65.276.300	\$ 3.293
Victoria	\$ 0	\$ 0
Temuco	\$ 72.353.400	\$ 3.650
Valdivia	\$ 18.512.190	\$ 934
Osorno	\$ 11.942.700	\$ 602
AgroGerencia	\$ 85.995.000	\$ 4.338
Totales	\$ 396.768.235	\$ 20.014

Fuente: Elaboración Propia

V.4.- Valor Presente Neto

Los efectos del proyecto debieran reflejarse en menos de un año, ya que los errores que se generaban al realizar las mezclas tendrían que ser cero. Por consiguiente, el proyecto se evaluará para un período de un año, y utilizando una tasa del 12% entregada por la empresa.

$$VPN = - 855 + 20.014 / (1+0,12)$$

$$VPN = 17.015 \text{ UF}$$

V.5.- TIR

$$0 = -855 + 20.014 / (1+r)$$

$$r = 22,41 \%$$

Como se puede apreciar económicamente el proyecto resulta rentable, ya que el resultado del VAN es positivo y su tasa interna de retorno es bastante superior a la del mercado. Sabiendo los ingresos que se dejaban de percibir al no concretar la venta de la mezcla por un error en ésta, se esperaban resultados positivos.

VI.- Anexos

VI.1.- Fertilización Racional

La Fertilización Racional aparece en el año 1970 como respuesta a la inquietud de crear un modelo que determine la cantidad necesaria para el desarrollo adecuado de un cultivo. Surge por una necesidad agronómica de poder establecer la cantidad necesaria de fertilizantes para cada cultivo, ya que hasta esa época, la utilización de fertilizantes se realizaba mediante el método de “prueba y error”, y así ver que fertilizante era más adecuado para cada cultivo.

Existen dos puntos importantes asociados al método de fertilización racional. En primer lugar, la “Ley del Mínimo de Liebig”, que establece que ningún suelo puede aumentar su productividad por encima de lo que permite su nutriente más escaso. El segundo punto, que va asociado a la Ley del Mínimo de Liebig, es el análisis de suelo mediante el cual se determinan las cantidades de los distintos nutrientes presentes en él que pueden aportar para el desarrollo de los cultivos.

En conjunto con lo anterior, existe una demanda específica de nutrientes para cada cultivo, y una eficiencia en la fertilización que depende, tanto de la interacción del suelo con el fertilizante como del cultivo con el fertilizante. Con esto, se establece que:

$$\text{Dosis Fertilizante} = (\text{Demanda Cultivo} - \text{Suministro del Suelo}) / \text{Eficiencia Fertilización}$$

A través de esto se determina la dosis de fertilizantes para cada cultivo, permitiendo estimar el rendimiento de los distintos cultivos y así hacer más tangible la rentabilidad que cada agricultor pueda obtener.

VI.2.- Compatibilidad Química de Materiales

La siguiente tabla muestra los principales materiales utilizados y su compatibilidad química, información importante al momento de establecer las restricciones del problema.

Tabla de Compatibilidad

Urea

NO	Nitrato de Amonio		OK = Compatible NO = Incompatible L = Compatibilidad limitada						
OK	OK	Sulfato de Amonio							
L	OK	OK	SF Triple						
L	OK	OK	OK	SF Simple					
OK	OK	OK	L	L	DAP				
OK	OK	OK	OK	OK	OK	MAP			
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Muriato de Potasio		
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Sulfato de Potasio	
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	Sul-Po-Mag

Fuente: Programa IMC 3

VI.3.- Información por Oficinas

Las tablas siguientes muestran la información necesaria para poder realizar la evaluación económica de este proyecto. A través de la información entregada por Anagra S.A se obtuvieron los ingresos que deja de percibir la empresa por efecto de las devoluciones de las mezclas.

Tabla N° 6 Producción mensual por oficina (toneladas)

Oficina	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul
Coquimbo / Serena	763,00	645,95	554,61	942,66	1.008,15	993,45	552,45
Santiago	1.042,95	1.280,30	2.603,86	3.975,65	1.825,05	2.431,35	2.684,95
Rancagua	158,86	527,73	3.566,51	2.512,30	2.254,25	2.067,95	1.401,20
San Fernando	218,95	218,15	818,10	1.868,80	1.749,70	2.169,45	1.276,70
Linares	244,30	46,65	558,10	1.113,95	994,90	1.901,45	1.803,85
Chillán	606,80	517,16	1.883,57	2.899,01	4.195,40	3.524,75	3.731,05
Los Ángeles	542,15	235,45	639,95	3.273,45	3.151,62	2.373,95	3.735,64
Victoria	0,00	81,00	292,25	919,40	887,70	711,45	621,55
Temuco	939,60	1.836,55	2.362,87	2.713,30	7.039,93	3.594,80	3.804,20
Valdivia	286,35	2.318,70	1.611,13	381,37	368,40	713,15	1.285,45
Osorno	540,85	2.420,15	2.997,35	1.450,00	1.028,30	2.309,25	3.346,60
Agro Gerencia	10.032,88	2.846,53	8.797,45	7.307,41	6.679,58	3.793,40	9.411,17
Totales	15.376,69	12.974,32	26.685,75	29.357,30	31.182,98	26.584,40	33.654,81

Oficina	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Año
Coquimbo / Serena	861,78	1.005,78	901,63	1.146,12	997,48	5.460
Santiago	4.054,20	5.040,95	3.315,35	1.932,75	1.256,84	15.844
Rancagua	7.030,60	4.180,97	4.067,00	644,17	687,40	12.489
San Fernando	3.523,25	4.162,65	1.702,64	2.505,76	1.568,30	8.320
Linares	2.218,70	2.212,60	806,30	582,24	789,21	6.663
Chillán	4.279,07	2.647,73	1.200,39	669,51	712,30	17.358
Los Ángeles	3.742,17	2.273,75	2.118,73	629,95	631,52	13.952
Victoria	362,95	370,40	60,60	17,48	15,92	3.513
Temuco	5.981,80	2.596,10	709,25	405,68	389,87	22.291
Valdivia	2.170,45	1.593,25	938,85	434,20	478,20	6.965
Osorno	4.747,20	2.174,60	1.233,70	664,40	610,95	14.093
Agro Gerencia	8.996,23	8.517,43	10.149,43	6.416,87	5.187,63	48.868
Totales	47.968,40	36.776,21	27.203,87	16.049,13	13.325,62	175.816,25

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 7 Porcentajes de producción Mezclas

Mes	Mezclas
Enero	61,25%
Febrero	42,22%
Marzo	49,75%
Abril	47,38%
Mayo	47,02%
Junio	48,49%
Julio	51,58%
Agosto	49,53%
Septiembre	49,85%
Octubre	48,43%
Noviembre	34,23%
Diciembre	41,74%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 8 Devoluciones de mezclas por oficinas (toneladas)

Oficina	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
Coquimbo / Serena	9,35	5,45	5,52	8,93	9,48	9,63	5,70	8,54	10,03
Santiago	6,39	5,41	12,95	18,83	8,58	11,79	13,85	20,08	25,13
Rancagua	1,95	4,46	35,49	23,80	21,20	20,05	14,45	69,65	41,68
San Fernando	4,02	2,76	12,21	26,56	24,68	31,56	19,75	52,35	62,25
Linares	5,98	0,79	11,11	21,11	18,71	36,88	37,22	43,96	44,12
Chillán	7,43	4,37	18,74	27,47	39,45	34,18	38,49	42,39	26,40
Los Ángeles	16,60	4,97	15,92	77,54	74,09	57,55	96,34	92,68	56,67
Victoria	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Temuco	23,02	31,02	47,02	51,42	132,40	69,72	78,49	118,51	51,76
Valdivia	5,26	29,37	24,05	5,42	5,20	10,37	19,89	32,25	23,83
Osorno	3,31	10,22	14,91	6,87	4,83	11,20	17,26	23,51	10,84
AgroGerencia	122,90	24,04	87,53	69,24	62,81	36,79	97,08	89,12	84,91
Totales	206,21	122,85	285,44	337,20	401,44	329,73	438,52	593,03	437,61

Oficina	Oct	Nov	Dic	Total	Porcentaje
Coquimbo / Serena	8,73	7,85	8,33	97,53	2%
Santiago	16,05	6,62	5,25	150,92	1%
Rancagua	39,39	4,41	5,74	282,26	2%
San Fernando	24,74	25,73	19,64	306,25	3%
Linares	15,62	7,97	13,18	256,63	4%
Chillán	11,63	4,58	5,95	261,07	2%
Los Ángeles	51,30	10,78	13,18	567,62	5%
Victoria	0,00	0,00	0,00	0,00	0%
Temuco	13,74	5,55	6,51	629,16	4%
Valdivia	13,64	4,46	5,99	179,72	3%
Osorno	5,97	2,27	2,55	113,76	1%
AgroGerencia	98,30	43,93	43,30	859,94	2%
Totales	299,11	124,15	129,59	3704,88	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N° 9 Ingreso que se deja de percibir por devolución de mezclas

Oficina	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Coquimbo / Serena	\$ 981.750	\$ 572.250	\$ 579.600	\$ 937.650	\$ 995.400	\$ 1.011.150
Santiago	\$ 651.780	\$ 551.820	\$ 1.320.900	\$ 1.920.660	\$ 875.160	\$ 1.202.580
Rancagua	\$ 214.500	\$ 490.600	\$ 3.903.900	\$ 2.618.000	\$ 2.332.000	\$ 2.205.500
San Fernando	\$ 422.100	\$ 289.800	\$ 1.282.050	\$ 2.788.800	\$ 2.591.400	\$ 3.313.800
Linares	\$ 618.930	\$ 81.765	\$ 1.149.885	\$ 2.184.885	\$ 1.936.485	\$ 3.817.080
Chillán	\$ 776.435	\$ 456.665	\$ 1.958.330	\$ 2.870.615	\$ 4.122.525	\$ 3.571.810
Los Ángeles	\$ 1.909.000	\$ 571.550	\$ 1.830.800	\$ 8.917.100	\$ 8.520.350	\$ 6.618.250
Victoria	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Temuco	\$ 2.647.300	\$ 3.567.300	\$ 5.407.300	\$ 5.913.300	\$ 15.226.000	\$ 8.017.800
Valdivia	\$ 541.780	\$ 3.025.110	\$ 2.477.150	\$ 558.260	\$ 535.600	\$ 1.068.110
Osorno	\$ 347.550	\$ 1.073.100	\$ 1.565.550	\$ 721.350	\$ 507.150	\$ 1.176.000
AgroGerencia	\$ 12.290.000	\$ 2.404.000	\$ 8.753.000	\$ 6.924.000	\$ 6.281.000	\$ 3.679.000
Totales	\$ 21.401.125	\$ 13.083.960	\$ 30.228.465	\$ 36.354.620	\$ 43.923.070	\$ 35.681.080

Oficina	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Coquimbo / Serena	\$ 598.500	\$ 896.700	\$ 1.053.150	\$ 916.650	\$ 824.250	\$ 874.650
Santiago	\$ 1.412.700	\$ 2.048.160	\$ 2.563.260	\$ 1.637.100	\$ 675.240	\$ 535.500
Rancagua	\$ 1.589.500	\$ 7.661.500	\$ 4.584.800	\$ 4.332.900	\$ 485.100	\$ 631.400
San Fernando	\$ 2.073.750	\$ 5.496.750	\$ 6.536.250	\$ 2.597.700	\$ 2.701.650	\$ 2.062.200
Linares	\$ 3.852.270	\$ 4.549.860	\$ 4.566.420	\$ 1.616.670	\$ 824.895	\$ 1.364.130
Chillán	\$ 4.022.205	\$ 4.429.755	\$ 2.758.800	\$ 1.215.335	\$ 478.610	\$ 621.775
Los Ángeles	\$ 11.079.100	\$ 10.658.200	\$ 6.517.050	\$ 5.899.500	\$ 1.239.700	\$ 1.515.700
Victoria	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Temuco	\$ 9.026.350	\$ 13.628.650	\$ 5.952.400	\$ 1.580.100	\$ 638.250	\$ 748.650
Valdivia	\$ 2.048.670	\$ 3.321.750	\$ 2.454.490	\$ 1.404.920	\$ 459.380	\$ 616.970
Osorno	\$ 1.812.300	\$ 2.468.550	\$ 1.138.200	\$ 626.850	\$ 238.350	\$ 267.750
AgroGerencia	\$ 9.708.000	\$ 8.912.000	\$ 8.491.000	\$ 9.830.000	\$ 4.393.000	\$ 4.330.000
Totales	\$ 47.223.345	\$ 64.071.875	\$ 46.615.820	\$ 31.657.725	\$ 12.958.425	\$ 13.568.725

Oficina	Total	UF 1/04/2008 (\$19.825)
Coquimbo / Serena	\$ 10.241.700	\$ 517
Santiago	\$ 15.394.860	\$ 777
Rancagua	\$ 31.049.700	\$ 1.566
San Fernando	\$ 32.156.250	\$ 1.622
Linares	\$ 26.563.275	\$ 1.340
Chillán	\$ 27.282.860	\$ 1.376
Los Ángeles	\$ 65.276.300	\$ 3.293
Victoria	\$ 0	\$ 0
Temuco	\$ 72.353.400	\$ 3.650
Valdivia	\$ 18.512.190	\$ 934
Osorno	\$ 11.942.700	\$ 602
AgroGerencia	\$ 85.995.000	\$ 4.338
Totales	\$ 396.768.235	\$ 20.014

Fuente: Elaboración Propia

VII.- Bibliografía

- _ Estrategia para el liderazgo competitivo, A. Hax y N. Majluf.
- _ Investigación de Operaciones Séptima Edición, *Fredericks Hillier*.
- _ La fertilización en los cultivos, *José Rodríguez*.
- _ www.anagra.cl, *Página web de la empresa*.
- _ www.ifa.com, *International Fertilizers Industry Association*.
- _ www.odepa.cl, *Oficina de Estudios y Políticas Agrarias - ODEPA*
- _ www.indap.cl, *Instituto de Desarrollo Agropecuario*