

# Índice general

<b>1. Introducción y Descripción del Proyecto</b>	<b>8</b>
1.1. Antecedentes e Introducción . . . . .	8
1.1.1. La empresa . . . . .	8
1.1.2. Descripción del Negocio . . . . .	9
1.1.3. Contexto industrial y competitivo . . . . .	13
1.2. Antecedentes y justificación del proyecto . . . . .	15
1.3. Descripción y alcances del proyecto . . . . .	17
1.4. Objetivos del proyecto . . . . .	18
1.4.1. Objetivo General . . . . .	18
1.4.2. Objetivos Específicos . . . . .	18
1.5. Metodología y Marco Conceptual . . . . .	19
1.6. Resultados Esperados . . . . .	23
1.7. Plan de Trabajo . . . . .	24
<b>2. Análisis Cualitativo del problema (Diagnóstico)</b>	<b>27</b>
2.1. Introducción . . . . .	27

2.2.	Descripción del Instrumento . . . . .	28
2.3.	Antecedentes Técnicos Recopilados . . . . .	31
2.3.1.	Planes de Abastecimiento . . . . .	31
2.3.2.	Proceso de Compra . . . . .	33
2.3.3.	Flujos logísticos . . . . .	34
2.4.	Resultados . . . . .	36
2.5.	Conclusiones del Capítulo . . . . .	40
<b>3.</b>	<b>Reconocimiento del Problema y Análisis Cuantitativo</b>	<b>41</b>
3.1.	Introducción . . . . .	41
3.2.	Recolección de Datos . . . . .	42
3.3.	Procesamiento Previo de datos . . . . .	45
3.3.1.	Filtrado de outliers en margen para todo análisis . . . . .	45
3.3.2.	Concordancia en SKU para análisis Stock/Ventas . . . . .	46
3.4.	Elementos de comprobación de causas detectadas . . . . .	47
3.4.1.	Objetivos del análisis cuantitativo . . . . .	47
3.4.2.	Modelo probabilístico de quiebre/sobrestock . . . . .	48
3.5.	Resultados y Conclusiones . . . . .	53
3.5.1.	Análisis de probabilidad de quiebre de stock . . . . .	53
3.5.2.	Niveles estándar en la industria . . . . .	55
3.5.3.	Reconocimiento del problema y conclusiones . . . . .	56

3.5.4. Integración del modelo a la gestión de inventarios y la estrategia de la compañía . . . . .	57
<b>4. Propuesta de solución y Análisis de Capacidad</b>	<b>59</b>
4.1. Introducción . . . . .	59
4.2. Modelo de propuesta de solución . . . . .	60
4.2.1. Modelo de predicción de ventas y política de abastecimiento	61
4.2.2. Modelo para análisis de Capacidad . . . . .	66
4.2.3. Modelo de despliegue . . . . .	70
4.3. Resultados y Sugerencias . . . . .	72
4.4. Aplicación de modelos y sistema de apoyo a la coordinación y gestión . . . . .	76
<b>5. Directrices sobre implementación de propuesta</b>	<b>78</b>
5.1. Directrices sobre implementación del sistema de apoyo . . . . .	78
5.2. Implementación en términos organizacionales . . . . .	82
<b>6. Conclusiones Finales del Trabajo</b>	<b>84</b>
6.1. Conclusiones . . . . .	84
6.2. Recomendaciones al proyecto y la empresa asesorada . . . . .	86
<b>Bibliografía</b>	<b>89</b>
<b>Anexos</b>	<b>I</b>
Anexo A: Información Financiera Copeval S.A. por Filial . . . . .	I

Anexo B: Ficha Técnica de Copeval S.A. . . . . .	II
Anexo C: PIB por clase de act. Económica (Banco Central) . . . . .	III
Anexo D: Carta Gantt del Proyecto . . . . .	IV
Anexo E: Organigramas de Copeval . . . . .	V
Anexo F: Roadmap de ejecución del Proyecto . . . . .	VIII
Anexo G: Correlación de Pearson . . . . .	IX
Anexo H: Modelo auto-regresivo y estimación por MCO . . . . .	XI
Anexo I: Cálculo de Capacidad de Bodegas . . . . .	XIV
Anexo J: Método de aproximación de Volumen Unitario para SKU Fal- tantes . . . . .	XIX
Anexo K: Resultados asignación de espacio en bodegas por rubro. . .	XXI
Anexo L: Resultados indicador de frecuencias por rubro en cada su- cursal. . . . .	XXIII

## Índice de figuras

1.1. Ejemplo de metodología SLM aplicado a un servicio de telefonía.	21
1.2. Metodología SLM aplicada al rediseño de procesos . . . . .	23
2.1. Flujos logísticos de Copeval . . . . .	36
2.2. Diagrama de Ishikawa causa-efecto y sub-causas de la problemática principal de Copeval . . . . .	38
3.1. Probabilidad de quiebre/sobrestock promedio por rubro (gráfico) .	55
4.1. Resultados del pronóstico agregados (Cantidad de unidades agregada) por rubro para sucursal de San Fernando . . . . .	64
4.2. Despliegue tentativo de interfaz. Se señalan las decisiones D1 y D2 que son los espacios modificables por las áreas comercial y de operaciones. El resto de la información se construye en base a los datos y modelos presentados en las secciones anteriores. .	71
5.1. Diagrama UML del sistema propuesto . . . . .	81

## Índice de cuadros

1.1. Crecimientos en ingresos por explotación períodos 2008-2009-2010. Entre 2008 y 2009 se puede apreciar caídas producto de la crisis subprime. Fuente: memorias financieras 2010 y 2009, estados financieros consolidados Copeval. Cifras en miles de pesos. . . . .	9
1.2. Porcentaje sector agropecuario en el PIB 2009-2011. Fuente: Informe de cuentas nacionales, cuarto trimestre 2011, Banco Central de Chile. Cifras en Millones de Pesos. (Ver Anexo C) . . . . .	13
1.3. Entorno competitivo de Copeval (cuadro resumen). Cifras de facturación en miles de pesos, obtenidas desde el sitio web de la Superintendencia de valores y seguros (SVS) <a href="http://www.svs.cl">www.svs.cl</a> . . . . .	14
1.4. Ventas trimestrales 2010-2011 agregadas, en unidades logísticas (cantidad). Involucran 4 sucursales de la 6a. y 7a. región: Rancagua, Curicó, San Fernando y Rengo. El gráfico muestra que la demanda de productos es mayor en el tercer trimestre del año. . . . .	15
1.5. Planificación del proyecto (Carta Gantt en Anexo D). Cada actividad es precedida por la anterior. . . . .	24
2.1. Porcentaje de Ingresos por ventas (Ingreso total de ventas sucursal sobre el Ingreso total de ventas de la empresa) y cantidad de ventas (Transacciones sobre el total de transacciones: aclarar que con transacciones se refiere a ventas y no ítems, ya que una venta puede tener varios ítems) 2010-2011 por región sobre el total de la empresa. Fuente: base de datos Copeval. . . . .	31
2.2. Sistema de abastecimiento por rubros y sub-categorías. . . . .	33

3.1. Resumen resultados análisis cualitativo . . . . .	47
3.2. Modelos contrapuestos para distintos valores del parámetro $a$ . A partir de $a = 1,5$ es claro que el modelo lineal tiende a sobreestimar las probabilidades de quiebre/sobrestock. En el eje $Y$ la probabilidad, en el eje $X$ la correlación. . . . .	51
3.3. Valor del parámetro $a_i$ en las sucursales en estudio. . . . .	53
3.4. Probabilidad de quiebre/sobrestock promedio por rubro/sucursal .	54
3.5. Análisis de brechas del problema: en base a una calificación cualitativa extraída desde las entrevistas al personal, se evidencian mayores brechas en el proceso de planificación y de sistemas de información que apoyen dichas decisiones. Adicionalmente se presentan otras dimensiones como la documentación de procesos, indicadores de desempeño logístico y coordinación interdepartamental entre el área de operaciones y comercial. . . . .	57
4.1. Efectividad del pronóstico de ventas en las sucursales analizadas. Se calcula como casos válidos / casos totales. Los casos corresponden a SKUs que cumplieron con los criterios especificados anteriormente. Se usó un nivel de confianza de $\alpha = 10\%$ .	63
4.2. Capacidad volúmetrica ( $m^3$ ) de bodegas centrales y de agroquímicos, en las sucursales en estudio. Además se incluyen mediciones de superficie en patios y vitrinas. Datos provenientes de medición en terreno. . . . .	67
4.3. Ejemplo de asignación de volúmenes utilizando el modelo de asignación porcentual de capacidad, sucursal San Fernando. En la columna de porcentajes, se muestra el valor de $r_{i,rubro,t}^{y+1}$ (porcentaje asignado), y en la de volúmenes, el espacio asignado $Q_{i,rubro,t}^{y+1} = r_{i,rubro,t}^{y+1} Q_i$ . . . . .	73
4.4. Indicador de frecuencias para Rancagua y Curicó, calculado en base al stock volumétrico agregado (SVA) dividido en la capacidad asignada. El resto de las sucursales, ver anexo L . . . . .	74

# **1. Introducción y Descripción del Proyecto**

## **1.1. Antecedentes e Introducción**

### **1.1.1. La empresa**

Copeval S.A. es una empresa fundada el 13 de noviembre de 1956, por un grupo de agricultores de la zona de Colchagua (6ta región), principalmente productores de leche, quienes tuvieron la misión de organizarse en una institución propia que les ayudará a resolver múltiples necesidades de su actividad, tales como abastecimiento de insumos, asistencia técnica y comercialización de sus productos (ver Anexo B).

Después de 50 años, Copeval S.A. se ha transformado en líder de abastecimiento integral para el agricultor, aumentando el volumen de sus operaciones y ampliando su cobertura territorial, con el objetivo de ganar eficiencia en beneficios de sus clientes. La empresa cuenta hoy con una fuerte presencia entre la Tercera y Novena región, con sucursales en las ciudades de Copiapó, La Serena, Ovalle, Melipilla, Buin, Rancagua, San Vicente, Rengo, San Fernando (casa matriz), San Fernando (Ruta 5 Sur), Nancagua, Santa Cruz, Curicó, Talca, Linares, Chillán, los Ángeles, Victoria y Temuco.

Actualmente, Copeval administra más de 25.000 productos divididos en los rubros principales de Agroquímicos, Fertilizantes, Semillas, Maquinaria Agrícola, Repuestos, Lubricantes, Veterinaria, Alimentación Animal, Riego Tecnificado, Ferretería Agrícola, Combustible y Servicios de intermediación.

Copeval S.A. desde el mes de mayo del 2006 se encuentra en proceso de implementación de un Sistema Integrado de Gestión (SIG), basado en las Normas ISO 9001:2000, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:1999, desarrollan-



do una política orientada al compromiso con el medio ambiente y la seguridad ocupacional.

La empresa vive un momento de crecimiento económico. Desde 2006 hasta ahora se ha experimentado un proceso de expansión que continuará con la apertura de 8 sucursales que se suman a las 23 actuales durante 2012, generando una cobertura país aún mayor. Actualmente las sucursales funcionan en modalidad sala de ventas más bodega: un nuevo proyecto incluiría nuevas sucursales sin bodegas, que sean abastecidas por las sucursales más cercanas con bodega, aumentando la cobertura y la llegada al cliente final.

Todos los proyectos de expansión anteriores, involucran un aumento en la complejidad de gestión de la cadena de abastecimiento. Evidentemente mayor cobertura en sucursales involucra un aumento en el volumen transaccional y hace aún más relevante la gestión de la logística de Copeval. En el cuadro 1.1 se refleja el aumento en las ventas durante el período 2008-2010.

Cuadro 1.1: Crecimientos en ingresos por explotación períodos 2008-2009-2010. Entre 2008 y 2009 se puede apreciar caídas producto de la crisis subprime. Fuente: memorias financieras 2010 y 2009, estados financieros consolidados Copeval. Cifras en miles de pesos.

	2010	2009	2008
Ingresos de actividades ordinarias	157.775.899	136.727.477	161.975.812
Costo de Ventas	139.074.072	119.928.878	141.300.247
Ganancia Bruta	18.701.827	16.798.599	20.675.565
	2009-2010	2009-2008	
Crecimiento Ingresos	15,4%	-15,6%	
Crecimiento Ganancias Brutas	11,3%	-18,8%	

### 1.1.2. Descripción del Negocio

Desde que se configura como sociedad anónima, Copeval ha diversificado sus líneas de negocios. Y ha pasado de ser una compañía agropecuaria, a una compañía agroindustrial: es decir, cubrir todas las necesidades del productor agrícola, en términos de insumos y servicios.

Es por esto, que desde entonces, la organización se ha subdividido en 4 filiales que atienden distintas ofertas en el mercado:

- **Copeval Agropecuaria:** la filial de agropecuaria representa un 68% (Ver Anexo A) de las utilidades de la empresa en la actualidad. Esta filial tiene como negocio la distribución al cliente de los insumos agrícolas que este requiera, dentro de los 10 rubros de productos que ofrece Copeval.
- **Copeval Agroindustria:** Copeval agroindustrias ofrece servicios de producción de granos para los agricultores, a través de 6 plantas de secado desde Rancagua a Los Ángeles, y que para Copeval representan una inversión de US\$ 30 millones. Además considera 4 fábricas de alimento de ganado que se comercializan por medio de Agropecuaria. El negocio Agroindustrial genera un 23% de las utilidades de la empresa.
- **Copeval Capacitación o Copeval Desarrolla:** La filial de Copeval Desarrolla ofrece servicios de capacitación para los productores agrícolas. Las capacitaciones son acerca de nuevas tecnologías e insumos para el apoyo de la producción de ciertos cultivos o industria ganadera. En este caso, la oferta es de cursos por medio de la página web, donde se muestran manuales introductorios de los cursos que se realizan. La filial genera un 1% de las utilidades de la empresa.
- **Copeval Servicios:** la filial de servicios está a cargo de servicios de logística y despacho a clientes (es decir, entrega servicios a agropecuaria), servicio técnico para el rubro de maquinaria, servicios de intermediación con entidades públicas (CORFO, INNOVA), entre otros. Esta filial constituye un 8% de las utilidades de la empresa.

Entre estas 4 filiales, Copeval se reparte una cartera de más de 30 mil clientes. Sin embargo, no todos los clientes de Copeval tienen el mismo comportamiento. Existen 3 grupos de clientes, esencialmente:

- **Grandes productores agrícolas:** compañías lecheras, viñas, grandes frutales, etc. En estos clientes la descripción del negocio es absolutamente Business-to-Business B2B<sup>1</sup>. Sólo por esto la disponibilidad y entrega de

---

<sup>1</sup>Los mercados industriales (B2B), llamados también mercados de empresa-empresa, están formados por individuos y organizaciones que adquieren bienes y servicios para la producción de otros bienes y servicios que se venden, arriendan o suministran a otros

productos a tiempo es vital para la fidelización y la creación de valor en el cliente.

- **Pequeños y medianos productores agrícolas:** En general, dueños de fundos, pequeños agricultores, sin una producción industrial masificada. En este caso, también se caracteriza como un negocio B2B aunque los volúmenes y montos para este segmento son menores.
- **Ciente Minorista o de Mesón:** Este tipo de cliente por lo general compra productos de bajo costo, con un ticket promedio bajo.

Otras consideraciones importantes sobre el negocio de Copeval, son las siguientes:

- **Ambientales:** En general, la condición de negocio B2B se complica aún más con las variables climáticas, claves en el futuro de la producción agrícola a corto y mediano plazo.
- **Económicas:** En general, el negocio de distribución está influenciado por las variables macroeconómicas. En períodos de crisis, las pequeñas y medianas empresas que son clientes de Copeval, reducen sus niveles de inversión impactando directamente en los volúmenes y montos que pactan con un proveedor como Copeval. Este no es el único ejemplo de cómo pueden impactar las variables económicas en los resultados.
- **Político-Legales:** En Chile, el negocio del agro tiene representación en la Sociedad Nacional de Agricultura (SNA), el Ministerio de Agricultura, el servicio Agrícola Ganadero (SAG) y la Oficina de Estudios y Política Agraria (ODEPA). Además, existen incentivos a la producción (CORFO, INNOVA), lo que beneficia aún más la cartera de clientes de Copeval.
- **Tecnológicas:** La búsqueda de métodos de menor impacto ambiental y mayor eficiencia en la producción agrícola, genera demanda respecto a insumos de última tecnología. En este sentido, Copeval debe mantener actualización y experticia en las tecnologías del agro.

Con este entendimiento del negocio de Copeval, es importante señalar que existen tres actividades claves en este tipo de empresas; actividades fundamentales en el crecimiento de la empresa en el corto-mediano plazo:

- **Pronósticos de demanda:** Los pronósticos de demanda de productos son fundamentales en este negocio. Principalmente, debido a que al ser un mercado de clientes productores, es de suma importancia contar con el stock necesario en el momento necesario. Un quiebre de stock en este tipo de industria es aún mas grave que en el retail, debido a que el cliente es productor, y si Copeval no le vende los productos en el momento que requiere, las pérdidas para el cliente pueden ser millonarias: en términos de satisfacción del cliente, un quiebre de stock puede generar una enorme insatisfacción, que se traduce en mala reputación por boca a boca, pérdida de clientes con valor a largo plazo, etc.
- **Almacenamiento:** El almacenamiento de productos es otra actividad clave de este negocio. Considerando que el pronóstico de demanda es una actividad relevante, de manera subyacente lo es la ubicación de los productos en los almacenes correctos para satisfacer la demanda, junto con una correcta mantención de los productos en buen estado. Así como los quiebres de stock son graves para un cliente, también lo es un producto que se conserva en mal estado, pues genera la misma insatisfacción en él.
- **Distribución:** La distribución es la tercera actividad clave del negocio de Copeval. Es importantísimo que los productos estén donde el cliente los necesita, mediante una gestión de distribución de inventarios y flota eficiente y eficaz. Si los productos no se distribuyen como corresponde, o no se genera una red de flota que cumpla con las expectativas operacionales, las pérdidas producto de distribución pueden ser incluso mayores que las pérdidas por mala gestión del almacenamiento o mala gestión en la predicción de demanda.

Estas tres actividades son claves para Copeval, y son parte fundamental de la logística. En las siguientes secciones de este trabajo se vuelve a considerar estas variables, para hacer explicativa la asociación de la problemática en estudio con variables claves de este negocio.

### 1.1.3. Contexto industrial y competitivo

Hasta hace muy pocos años la visión de la industria agropecuaria era completamente distinta a lo que apreciamos hoy. Las agroindustrias del presente utilizan un enfoque de mercado, asociado a elevar la eficiencia y eficacia en la producción, la utilización de tecnologías, la comercialización y la distribución.

La industria agrícola hoy crece con cifras seguras. El sector agropecuario silvícola experimentó un crecimiento de 11.2% respecto del año 2010, impulsado principalmente por la producción frutícola<sup>2</sup>. En este sentido, todos los productores y proveedores de insumos han visto beneficios importantes producto de este crecimiento. En 2011, el sector agrícola representó aproximadamente un 3% del Producto Interno Bruto (PIB) nacional, conservando la tendencia desde el 2008.

Cuadro 1.2: Porcentaje sector agropecuario en el PIB 2009-2011. Fuente: Informe de cuentas nacionales, cuarto trimestre 2011, Banco Central de Chile. Cifras en Millones de Pesos. (Ver Anexo C)

(cifras en millones de pesos)	2009	2010	2011
Sector Agropecuario	2.738.801	3.133.628	3.328.749
PIB Total	89.162.018	101.524.018	110.229.891
%	3,1%	3,1%	3,0%

Otro antecedente importante de señalar es que existe una creciente demanda de alimentos mundial, que hace necesario renovación en las formas de producción apuntando a la eficiencia. En este sentido, los proveedores de insumos agrícolas deben estar a la vanguardia tecnológica a modo de satisfacer esta necesidad, y lograr un posicionamiento de Chile como exportador agrícola.

Todas estas cifras y situaciones del mercado, provocan que el sector de comercialización de agroinsumos en Chile constituya un mercado bastante competitivo. De hecho, Copeval compite en el rubro de la distribución de Agroinsumos, en coberturas similares con varias sociedades. Entre estas:

---

<sup>2</sup>Informe de Cuentas Nacionales Cuarto Trimestre 2011, Banco Central de Chile.