

Centro Interamericano de
Documentación e
Información Agrícola

23 JUN 1987

IICA-CIDIA

DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE SEGUROS APLICABLE AL SECTOR FRUTICOLA

**RICARDO BLANCO MARTINEZ
JUAN JOSE ROMERO TOCORNAL
RAIMUNDO MONTT ERRAZURIZ**

IICA
20
638

Santiago - Chile

1981



IICA-CIDIA
UNIDAD DE SERVICIOS
BIBLIOTECARIOS Y DE
DOCUMENTACION

IICA-CIDIA

Centro Interamericano de
Documentación e
Información Agrícola

23 JUN 1987

IICA — CIDIA

DESARROLLO DE UN PRODUCTO DE SEGUROS APLICABLE AL SECTOR FRUTICOLA

✓
RICARDO BLANCO MARTINEZ
JUAN JOSE ROMERO TOCORNAL
RAIMUNDO MONTT ERRAZURIZ

SANTIAGO - CHILE

1 9 8 1

00004912

117A

E20

U638

~~BU 000570~~

I N D I C E

	Pág.
SUMARIO	1
CAPITULO I. Determinación de los Riesgos que Afectan al Sector Frutícola	3
CAPITULO II. Tratamiento de los Riesgos que Afectan al Sector Frutícola	9
CAPITULO III. Análisis de las Características Básicas de los Seguros Agrícolas	14
CAPITULO IV. Estructura del Seguro en Desarrollo	25
CAPITULO V. Análisis y Selección de los Cultivos Asegurables	34
CAPITULO VI. Análisis del Comportamiento Histórico de los Cultivos Asegurables	41
CAPITULO VII. Determinación de la Cobertura (% del Rendimiento Base a Garantizar)	44
CAPITULO VIII. Aproximación a la Tarificación	58
CAPITULO IX. Análisis de Tarifas y Mercado	69
CAPITULO X. Conclusiones	76
ANEXOS	
ANEXO Nº 1. Demostración de E(I)	83
ANEXO Nº 2. Ejemplos del Cálculo de E(I)	92

		Pág.
ANEXO Nº 3.	Resultados del Cálculo de E(I)	97
ANEXO Nº 4.	Resultados del Cálculo de E(P)	105
ANEXO Nº 5.	Cálculo de la Media y Varianza de una Distribución Log-Normal	115
ANEXO Nº 6.	Areas bajo la Curva Normal Tipificada	119
ANEXO Nº 7.	Regiones Homogéneas de Seguro (RHS)	120
ANEXO Nº 8.	Frecuencia Observada de los Fenómenos Climáticos en las RHS	122
BIBLIOGRAFIA.		126

S U M A R I O

En este estudio se muestra el desarrollo de un Producto de Seguros aplicable al Sector Frutícola.

El estudio se inicia con la identificación y clasificación de los riesgos que afectan al sector, a fin de determinar aquellos que podrían ser cubiertos por el Seguro en desarrollo.

Se analizan luego las características básicas comunes a los Seguros Agrícolas existentes, determinándose parcialmente la estructura del Seguro, y restando solamente por determinar el valor o monto de la cobertura para completar dicha estructura.

Para tal efecto, se revisan las aptitudes de los diferentes cultivos frutales, determinándose aquellos cultivos potencialmente asegurables.

Se analiza luego el comportamiento histórico de dichos cultivos, concluyéndose que la información existente, independiente de su confiabilidad, presenta un grado de agregación demasiado elevado para los fines que se persiguen, ya que se requiere información a nivel predial más que a nivel global.

Esta falta de información hace necesario suponer comportamientos hipotéticos para los rendimientos, supuestos que luego podrán ser validados con la práctica, y, en base a estos supuestos se determina el valor de la cobertura, completándose así la estructura del Seguro,

y se obtienen, además, los valores esperados de primas e indemnizaciones.

Posteriormente se analizan los efectos de la frecuencia de los riesgos, y la susceptibilidad de los cultivos frente a los mismos, sobre los rendimientos esperados, para obtener, en base a lo anterior y a los valores esperados de las primas, una aproximación de las tarifas a cobrar. Además, con dichas tarifas y el mercado potencial, se realiza un breve análisis del aspecto comercial del Seguro desarrollado.

El Seguro desarrollado resulta ser, finalmente, un Seguro Privado, del tipo Riesgo Múltiple, pues cubre contra Heladas, Granizo, Lluvias Inoportunas y Ventarrones.

La cobertura de este Seguro es un 70% de algún Rendimiento que pueda considerarse como Base. La Indemnización, por otra parte, se calcula como la diferencia entre la cobertura y el rendimiento real obtenido.

Este Seguro ha sido desarrollado para Uva de Mesa, Manzanas y Duraznos y Nectarines, pero sólo para huertos que estén en ciertas zonas geográficas y el Precio de este Seguro dependerá, básicamente, del cultivo y la zona geográfica en que se ubique el huerto.

El estudio finaliza con un breve análisis de los problemas que podrían presentarse en la implementación del Seguro y las posibles soluciones a dichos problemas.

C A P I T U L O I.

DETERMINACION DE LOS RIESGOS QUE AFECTAN AL SECTOR FRUTICOLA

Se ha definido al Riesgo como "la posibilidad de perder algo de valor" (1). Aceptando la definición anterior, la determinación de los riesgos que afectan a una actividad, empresa o persona, consiste en identificar todos aquellos eventos cuya ocurrencia provoca una pérdida, así como las causas que dan origen a dichos eventos.

La determinación de los riesgos es, entonces, el primer paso que se debe dar cuando se desea tratar, de manera sistemática, a los mismos y en esta etapa se debe proceder de la manera más exhaustiva posible pues sólo así se podrán clasificar estos riesgos para determinar su tratamiento posterior.

Una primera aproximación al problema de determinar los riesgos que afectan al sector en estudio consiste en clasificar los eventos que causan una pérdida económica según si la ocurrencia de los mismos afecta a:

- 1) El volumen de producción.
- 2) El valor económico de la producción.

1) El Volumen de Producción.

Se define el "volumen de producción" como el rendimiento, medido en las unidades físicas pertinentes (Kgs., Quintales, etc.), por unidad

(1) Lenz, M.: Risk Management Manual.

productiva, siendo esta última cualquiera medida que se escoja (Arbol, Hectárea, Cuartel, etc.).

Entonces se tiene que el volumen de producción puede disminuir, causando una posible pérdida, si ocurren eventos que:

- i) Afectan a las unidades productoras directamente;
- ii) Afectan a la infraestructura de producción.

En el caso i) se pueden incluir todos los fenómenos climáticos adversos, tales como las lluvias a destiempo, heladas, granizadas, etc., así como las pestes, la destrucción de plantas o árboles y otros eventos por el estilo.

En el caso ii), por otra parte, se incluyen eventos tales como el incendio de bodegas de almacenaje, siempre y cuando exista producto almacenado en el momento del siniestro; las caídas de parronales; la inutilización de cosechadoras u otros equipos mecánicos de difícil sustitución, y varios eventos más.

Lógicamente, las pérdidas no siempre corresponden a la ocurrencia de uno, y sólo uno, de los eventos anteriores, sino que pueden ser causadas por combinaciones de eventos. Estas combinaciones pueden ser tanto intra como inter categorías: La aparición de "Venturia", enfermedad de tipo parasitaria, en perales y manzanos después de 2 ó 3 días de lluvia continuada (2), por imposibilidad de aplicar

(2) Tamayo, D.: Tratado de Fruticultura.

los desinfectantes en el momento preciso, es un buen ejemplo de pérdida causada por combinación de eventos de una misma categoría, mientras que la destrucción de vides cuando se cae un parronal es un ejemplo de pérdida causada por una combinación de eventos de distintas categorías.

2) El Valor Económico de la Producción.

Se entiende por "valor económico de la producción" a la rentabilidad, medida en unidades monetarias, que se obtiene al comercializar la producción obtenida.

Esta rentabilidad puede variar negativamente, según la ocurrencia de eventos que:

- i) Afecten a los costos de producción;
- ii) Afecten a los ingresos obtenidos por la producción.

En general, el valor económico de la producción varía debido a combinaciones intercategorías de eventos. Así, por ejemplo, el alza en el precio de uno, o más, de los insumos requeridos para la producción es un evento que, claramente, pertenece a la categoría o tipo i). Sin embargo, si esta alza puede ser reflejada en el precio del producto obtenido, lo más probable es que la ocurrencia del evento no implique una pérdida.

Ahora bien, si conjuntamente con lo anterior, el precio del producto sufre una baja, evento que, de por sí, pertenece a la

categoría ii), lo más probable es que se produzca una pérdida y la causa de la misma será la ocurrencia simultánea de eventos que pertenecen a diferentes categorías.

Existe, sin embargo, un tipo de eventos que pertenece al tipo ii) y que es capaz de producir pérdidas considerables por sí solo: Se trata de la variación de la calidad del producto pues, en circunstancias normales, el precio que se paga por la fruta está en relación directa con la calidad de la misma. Sin embargo, la calidad de la fruta puede ser afectada desfavorablemente por la ocurrencia de aquellos eventos que también pueden causar disminución en el volumen de producción, tales como la mayoría de los fenómenos climáticos.

Entonces parece más razonable intentar una segunda aproximación al problema de determinar los riesgos que afectan al sector frutícola. Este segundo enfoque se basa en identificar, y agrupar, aquellos eventos que provocan pérdidas según los orígenes de los mismos.

Para tal efecto, se pueden distinguir 3 orígenes, o causas primarias, de pérdidas, a saber:

- i) La naturaleza.
- ii) La acción del hombre.
- iii) Una combinación de las anteriores.

En este contexto, los fenómenos climáticos pertenecen,

lógicamente, al tipo i), independiente de que las pérdidas que la ocurrencia de dichos eventos provoquen ocurran por una disminución del rendimiento o por menores ingresos debido a deficiencias en la cali-dad.

La intensificación de un ataque de peste, por otra parte, puede provocar una pérdida en los mismos términos de la anterior, pero su causa primaria estará en la acción del hombre si el productor fue negligente en el empleo de los medios de control pertinentes, tales como los pesticidas que existen para tal efecto.

En la tercera categoría se encontrarán todas aquellas pér-didas cuyas causas sólo pueden ser atribuidas a una combinación en-tre la naturaleza y la acción del hombre tal como, por ejemplo, la aparición de una peste después de una lluvia si el productor no desin-fectó adecuadamente. Otro ejemplo de pérdida debida a una combina-ción entre la naturaleza y la acción del hombre, pero en orden inver-so al ejemplo anterior, se encuentra en la "Gangrena" de las vidas, enfermedad que, por lo general, se produce por podas mal ejecutadas -acción del hombre- a las que sigue un período de clima frío y húme-do -acción de la naturaleza- (3).

Este segundo enfoque resulta entonces más práctico para determi-nar los riesgos de la fruticultura por cuanto es más simple determi-nar cuales serían las causas primarias de pérdidas que exami-nar en detalle las áreas donde se pueden producir estas pérdidas, como ocurría con el primer enfoque.

(3) Tamayo, D.: Manual de Fruticultura.

Entonces, se puede concluir que los riesgos que afectan al sector frutícola son, en primer lugar, aquellos cuyo origen está en la naturaleza tal como, por ejemplo: Heladas, Granizo, Exceso o Déficit de Frío, Lluvias Inoportunas, Sequías, etc., aún cuando la ocurrencia de los fenómenos provocará pérdidas cuya magnitud tiene relación con la oportunidad e intensidad de los fenómenos.

En segundo lugar están los riesgos cuyo origen está en la acción del hombre tales como, por ejemplo: Producción Deficiente por Uso de Tecnología Inadecuada, Aplicación Inadecuada de Pesticidas, Incendios, etc. Se pueden incluir aquí los riesgos que se denominan "Riesgos del Negocio", que ocasionan pérdidas debido a variaciones de precio, tanto de insumos como de productos, y que son inherentes a cualquier negocio y no sólo a la fruticultura.

Por último están los riesgos cuyo origen es compartido entre la naturaleza y el hombre y que, dada la cantidad de posibles combinaciones, no viene al caso detallar.

En la siguiente sección se examinarán los riesgos ya determinados desde el punto de vista del tratamiento que se les puede aplicar, para luego determinar aquellos que pueden ser asegurables.

C A P I T U L O I I .

TRATAMIENTO DE LOS RIESGOS QUE AFECTAN AL SECTOR FRUTICOLA

En la sección anterior se determinaron los riesgos que afectan al sector en estudio a través de la identificación de las causas u orígenes primarios de los mismos concluyéndose finalmente que estas causas eran la Acción de la Naturaleza, la Acción del Hombre y Combinaciones entre ambas.

En esta sección se calificarán dichos riesgos según los tratamientos a los que ellos son susceptibles. Para esto, la bibliografía especializada (1) indica que el proceso de Tratamiento de Riesgos está compuesto por 4 etapas sucesivas, que son:

- i) Eliminación
- ii) Reducción
- iii) Retención
- iv) Transferencia

y cada una de las etapas presenta mecanismos propios para el tratamiento.

A continuación, entonces, se analizará como puede un fruticultor tratar los riesgos a los que está expuesto.

i) Eliminación:

La eliminación de un riesgo consiste en, y valga la re-

(1) Lenz, M.: Risk Management Manual.

dundancia, eliminar las causas que originan dicho riesgo.

Este tipo de tratamiento es, sin duda, el más difícil de aplicar para el caso de la fruticultura, pues gran parte de los riesgos a los que está expuesta, tienen su origen en la Naturaleza o una acción combinada de ella con el Hombre, y resulta imposible eliminar la posibilidad de una granizada, por ejemplo, aún cuando éste y otros fenómenos similares pueden ser tratados por alguno de los otros procesos que se detallan.

ii) Reducción:

La reducción de un riesgo es, en esencia, reducir la posibilidad de que ocurra una pérdida mediante el uso de algún mecanismo apropiado.

Así, por ejemplo, un fruticultor puede reducir el riesgo de una infestación o el ataque de pestes a través del uso eficiente y oportuno de los pesticidas adecuados. El procedimiento de reducción permite, entonces, tratar gran parte de los riesgos originados en la acción humana que afectan al sector, aunque el costo del tratamiento puede ser bastante alto.

Para aquellos riesgos que resulte imposible eliminar, así como para aquellos que sean prácticamente irreductibles, el fruticultor dispone aún de dos procedimientos alternativos, que se examinan a continuación.

iii) Retención:

La retención de un riesgo implica aceptar y afrontar una posible pérdida. Se debe distinguir, sin embargo, entre la "Retención Conciente" y la "Retención Inconciente", por cuanto sólo la primera presenta mecanismos de tratamiento.

La "Retención Conciente" significa tomar una decisión acerca de cuánto se está dispuesto a perder, en términos monetarios, y cómo se afrontará la pérdida cuando ésta ocurra. La "Retención Inconciente" es aquella en que se acepta la pérdida potencial debido al no reconocimiento explícito de la posibilidad de que dicha pérdida ocurra, y es por este no reconocimiento que no existen mecanismos para tratar esta retención.

La decisión de retener (Retención Conciente), así como la máxima pérdida aceptable, está muy influenciada por factores exógenos al tomador de decisiones y, frecuentemente, esta decisión es forzada por la imposibilidad de tratar de otra manera el riesgo que se está reteniendo. Este razonamiento es especialmente válido para los riesgos que fueron denominados "Riesgos del Negocio", pues dichos riesgos, en circunstancias normales, son forzosamente retenidos por los participantes del negocio pues, por un lado, son considerados como inherentes a la idea misma de negocio y, por otro lado, no son susceptibles de ser eliminados si no existen mecanismos del tipo "Mercados Futuros" por ejemplo, y su reducción es extremadamente costosa en la mayoría de los casos.

La alternativa a la retención de aquellos riesgos que no pueden ser eliminados ni reducidos, es la "Transferencia", procedimiento

to que se detalla en el siguiente punto.

iv) Transferencia:

La transferencia de un riesgo es el traspaso del mismo a algún agente externo, quien asume entonces la posibilidad de una pérdida.

Contrariamente a lo que generalmente se cree, la transferencia del riesgo no implica necesariamente la intervención directa de un seguro. En efecto, a modo de ejemplo, si un fruticultor quiere transferir el riesgo de incendio en una bodega en la que él almacena fruta, puede arrendar dicha bodega y "forzar" al propietario de la misma a comprar un Seguro contra Incendio, con lo cual el fruticultor ha transferido el riesgo sin necesidad de utilizar, al menos en forma directa, un seguro.

En consecuencia, para aquellos riesgos que no puedan ser tratados con alguno de los primeros 2 procedimientos, como son todos aquellos cuyo origen está en la Naturaleza, y gran parte de los originados por una combinación Naturaleza-Hombre, el fruticultor tiene, al menos teóricamente, 2 alternativas de tratamiento: Retener o Transferir.

Sin embargo, para que la opción anterior sea válida, es forzoso que exista algún agente que acepte el riesgo, pues de lo contrario, la opción se reduce a retener todo el riesgo.

Esta necesidad ha sido entendida en varios países y es por esto que se han desarrollado los "Seguros Agrícolas" como una al-

ternativa válida de transferencia.

En la siguiente sección se analizarán los diversos Seguros Agrícolas existentes en la actualidad a fin de determinar posteriormente las características básicas que tendrá el Seguro en desarrollo.

C A P I T U L O I I I .

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LOS SEGUROS AGRÍCOLAS

En esta sección se estudiarán los diversos Programas de Seguros Agrícolas que operan en la actualidad en diversos países (1), para extraer de ellos las características básicas que permitan estructurar el Seguro en desarrollo, aún cuando, por razones obvias, el estudio se limitará a aquellos casos en que las experiencias estén documentadas en debida forma.

Las características básicas de los Seguros Agrícolas pueden ser divididas en dos categorías, según:

- a) Forma de Operación
- b) Estructura

a) Forma de Operación:

Por "Forma de Operación" se entenderán las características que definen al Seguro Agrícola en cuanto a:

- i) Participación del Estado

(1) Los países son Brasil, Canadá, Costa Rica, Chipre, España, Estados Unidos, Filipinas, Francia, Grecia, Israel, Jamaica, Japón, Kenia, Mauritania, Méjico, Panamá, Puerto Rico, Sri Lanka, Sud Africa, Suecia, Suiza, Turquía, Unión Soviética y Venezuela.

ii) Afiliación del Asegurado

i) Participación del Estado:

La participación del Estado en los Programas de Seguro Agrícola es una de las características básicas de los Programas operantes.

Esta participación se traduce, básicamente, en Subsidios a las Primas, Pago de Indemnizaciones, Reaseguro y Extensión de Seguros Privados.

Es así como se tiene el caso de Japón, donde el Estado subsidia las primas y absorbe parte de los costos de administración del Programa, además de asumir las funciones de reasegurador.

Por otra parte, en Francia es el Estado quien paga las indemnizaciones en caso de ocurrir catástrofes agrícolas. Otro ejemplo de participación del Estado, diferente a los ya vistos, es el caso de Suiza, donde el Estado ofrece un Seguro contra riesgos climáticos en forma adicional y extensible al Seguro contra Granizo que es ofrecido por Aseguradoras privadas.

ii) Afiliación del Asegurado:

La afiliación del asegurado al Programa puede ser Voluntaria, como en los casos de Canadá, Costa Rica, E.E.U.U., Suiza y otros, u Obligatorio bajo ciertas condiciones, como ocurre en Suecia con los propietarios de predios cuya extensión es superior a 2 há.

Por otro lado, la afiliación del asegurado puede ser Individual, como ocurre en la mayoría de los Programas donde el Seguro es voluntario, y donde es el propio asegurado quien compra el seguro, o bien Colectiva, donde no es el asegurado quien compra el Seguro, sino que algún tipo de Asociación formada por los agricultores, como es el caso de Japón, donde los agricultores se unen en Asociaciones Comunales y/o Distritales, o Israel, donde el Seguro es comprado por Asociaciones del tipo Kibbutzim o Moshavim.

b) Estructura:

Por "Estructura" se entenderán las características que definen al Seguro Agrícola en cuanto a:

- i) Tipo de Riesgos Cubiertos
- ii) Cobertura
- iii) Indemnización

i) Tipo de Riesgos Cubiertos:

Esta característica permite definir de inmediato al Seguro Agrícola. En efecto, existen 2 grandes tipos de riesgos cubiertos por los Seguros Agrícolas, a saber: Riesgos Específicos y Riesgos Múltiples.

El Seguro contra Riesgos Específicos es, como su nombre lo indica, un Seguro que ofrece protección contra eventos específicos e individuales. Tal es el caso de los Seguros contra Inundaciones, Granizo, Incendio de Sementeras y otros. Estos seguros son bastante comunes en todos los países y, por lo

general, son ofrecidos por Compañías Aseguradoras privadas.

El Seguro contra Riesgos Múltiples, por otra parte, es aquel que ofrece protección contra un conjunto de eventos, ya sea que estos eventos se presenten en forma individual o colectiva. Este tipo de Seguros es el que más se identifica con el nombre de "Seguros Agrícolas" y, como ya se ha visto, son generalmente ofrecidos por el Estado.

ii) Cobertura:

Por "Cobertura" se entiende el monto de producción asegurado, pudiéndose medir este monto tanto en unidades físicas como en unidades monetarias.

Existen, básicamente, 3 formas de expresar, y calcular, esta cobertura; a saber: % del Rendimiento Base, % de los Costos de Producción y una Combinación de los anteriores.

En el primer caso, se determina un Rendimiento Base, medido en unidades físicas de producción por unidad de superficie (Kgs/há., por ejemplo), que generalmente corresponde al promedio matemático del rendimiento obtenido por el productor durante un cierto número de años, aún cuando, para ciertos casos, se toma como aproximación el rendimiento promedio comunal o distrital.

En base a este Rendimiento Base, el oferente del Seguro determina el % del mismo que él está dispuesto a garantizar

o cubrir, quedando definida así la cobertura en términos físicos. La valorización de esta cobertura se logra multiplicando el % del Rendimiento Base por un Precio, el cual puede ser fijado a priori por el oferente del Seguro, o puede ser elegido por el asegurado potencial, de entre opciones ofrecidas por el asegurador.

La cobertura obtenida por % de Rendimiento Base es la más usada en los Programas de Seguro Agrícola. Tal es el caso de Japón donde, para los cereales, la cobertura es el producto entre el 70% del Rendimiento Promedio y un Precio que corresponde al 90% del Precio fijado por el Estado para la temporada anterior. En el caso de los frutales, también en Japón, la cobertura corresponde a un %, que oscila entre el 40 y el 60%, del producto entre el rendimiento promedio y el promedio de los precios pagados la temporada anterior.

La cobertura basada en un % de los Costos de Producción, por otro lado, sólo puede ser expresada en unidades monetarias, por cuanto la base está expresada en dichas unidades. Esta cobertura corresponde, como su nombre lo indica, a un % de los costos incurridos hasta el plazo de término del contrato, que puede ser el inicio de la cosecha, final de cosecha o algún otro, según lo estime conveniente el oferente del Seguro.

Los costos involucrados pueden ser Costos Estandarizados por el oferente del Seguro, en cuyo caso el oferente confecciona estándares de costos en función del tiempo transcurrido y el plazo del Seguro, o bien pueden ser Costos Reales, que

son los costos efectivos en que incurre el asegurado en las diversas etapas consideradas en el plazo del Seguro.

El caso de Costa Rica resulta muy ilustrativo, pues en dicho país el Programa de Seguro utiliza una cobertura basada en los Costos de Producción. Para tal efecto, el Instituto Nacional de Seguros, organismo estatal que opera el Seguro, ofrece 3 coberturas según el plazo que cubre el Seguro: Cobertura Básica, donde se cubren los costos directos de cultivo, i.e., preparación del terreno, semillas, fertilizantes, herbicidas y demás costos en que se incurren hasta el inicio de la cosecha; Cobertura Plena, donde además de lo anterior, se incluyen los costos de cosecha y transporte de la misma y Cobertura Adicional, que corresponde a una cobertura de los costos de arriendo de la tierra y que puede ser añadida, si es pertinente, a cualquiera de las 2 coberturas anteriores.

El tercer tipo de cobertura es aquella en que se produce una combinación entre las ya examinadas y consiste en que la cobertura es un % de los Costos de Producción o bien un % del Rendimiento Base valorizado según se cumplan o no, ciertas condiciones pre-establecidas.

Tal es el caso, por ejemplo, de Méjico, donde la cobertura se determina fijando los Costos de Producción, pero dicha cobertura es válida siempre y cuando no sobrepase el 70% del Valor Esperado del Rendimiento, valor obtenido como el producto entre el Rendimiento Promedio y un Precio Esperado, fijado por

la Aseguradora. Si los costos sobrepasan el valor fijado, entonces el % del Valor Esperado del Rendimiento se convierte en la cobertura válida.

iii) Indemnización:

La "Indemnización" se entenderá como el Pago al asegurado de la pérdida sufrida por éste. Esto hace que la Indemnización presente dos condicionalidades: Cuándo pagar y Cuánto pagar, estando ambas condicionalidades muy ligadas al procedimiento elegido para calcular la cobertura.

Es así que el Cuándo pagar, i.e., En qué condiciones se hace efectiva la indemnización, presenta las siguientes alternativas: En el Momento inmediatamente posterior a la pérdida o al Final del plazo del Seguro. La primera alternativa es usada generalmente cuando la cobertura es función de los costos de producción y existe posibilidad de replantar mientras que la segunda es usada, con ambos tipos de cobertura, cuando resulta difícil estimar la magnitud de la pérdida en el momento de ocurrir el siniestro.

El Cuánto pagar, i.e., Cuál es el monto de la indemnización, presenta las siguientes alternativas: Diferencia entre el Rendimiento Real y el Rendimiento Base Garantizado (Cobertura); % de los Costos de Producción; % del Rendimiento Base Garantizado y Diferencia entre el Remanente y los Costos de Producción.

La indemnización por diferencia entre el rendimiento real y el garantizado es la alternativa más usada; dado que la cobertura basada en un % del Rendimiento Base es la más usada, y el monto de la indemnización es simplemente la diferencia producida, valorizada de igual forma a como se valorizó el Rendimiento Base Garantizado. Esta alternativa es usada en E.E.U.U., Suecia y otros.

La indemnización por % de los Costos de Producción, por otra parte, es muy usada cuando la cobertura está expresada en términos de los costos de producción y se trata de cultivos en los que existe la posibilidad de replantío. El monto de la misma es función del momento que se produce el siniestro y la magnitud del mismo, pues el pago es proporcional a los costos y se supone que éstos aumentan conforme transcurre el tiempo.

La indemnización por % del Rendimiento Base Garantizado y la por Diferencia entre Remanente y los Costos de Producción son bastante poco usadas, siendo Japón, en el primer caso, y Méjico, en el segundo, los únicos países donde se emplean, según la información disponible.

En la indemnización por % del Rendimiento Base Garantizado (Caso de Japón), la indemnización se hace efectiva si el rendimiento real es menor que un % del rendimiento garantizado, y el monto de la misma se determina multiplicando el Rendimiento Base Garantizado valorizado (Cobertura) por un "Factor de Compensación" que varía según la pérdida.

La indemnización por Diferencia entre el Remanente y los Costos de Producción se hace efectiva, en casos de pérdidas parciales no recuperables, y su monto es la diferencia entre el valor del remanente de la cosecha y los costos de producción incurridos hasta el momento de la pérdida. Cabe destacar que en Méjico, país donde se utiliza esta alternativa de indemnización, también se considera el caso de pérdida total haciendo nulo el valor del remanente.

En resumen, del análisis anterior se desprende que:

- a) Existen 5 características que definen a un Programa de Seguro A grícola; a saber:
 - i) Participación del Estado
 - ii) Afiliación del Asegurado
 - iii) Tipo de Riesgos Cubiertos
 - iv) Cobertura
 - v) Indemnización

- b) La Participación del Estado puede ser Nula, con lo que se obtendría un Programa de Seguro Agrícola privado, por Subsidio de Primas y/o Indemnizaciones, por funciones de Reaseguro y por Extensión de Seguros privados.

- c) La Afiliación del Asegurado puede ser Individual o Colectiva y, para ambos casos, la afiliación al Programa puede ser Voluntaria u Obligatoria Condicionada.

- d) El Tipo de Riesgos Cubiertos puede ser Riesgos Específicos, ofre

ciendo protección contra riesgos bien especificados e individuales, o bien Riesgo Múltiple, ofreciendo protección contra la ocurrencia de riesgos bien especificados, sea que éstos se presenten en forma individual o en conjunto.

e) La Cobertura puede ser calculada de 3 formas básicas, a saber:

i) % del Rendimiento Base: El monto asegurado corresponde a un % variable del Rendimiento Base, obtenido este último como el promedio matemático del rendimiento de un productor, comuna o distrito. Para valorizar la cobertura se multiplica el valor anterior por un Precio que puede ser:

- 1) Fijado por el oferente del Seguro
- 2) Elegido por el asegurado de entre opciones propuestas por el oferente del Seguro

ii) % de los Costos de Producción: El monto asegurado corresponde a un % variable de los costos incurridos en la producción durante el período de validez del Seguro. Los costos involucrados pueden ser:

- 1) Estandarizados por el oferente del Seguro
- 2) Efectivos y demostrados por el asegurado

iii) Combinación de los Anteriores: El monto asegurado se calcula por ambos métodos pero, bajo ciertas condiciones, prevalece una de ellas por sobre la otra.

f) La Indemnización presenta 4 alternativas básicas, que están relacionadas con la forma en que se calcula la cobertura. Estas alternativas son:

i) Diferencia entre Rendimiento Real y Rendimiento Base Garantizado (Cobertura): Se paga la diferencia entre ambos rendimientos, valorizando esta diferencia con el mismo precio que el utilizado para calcular la cobertura.

ii) % del Rendimiento Base Garantizado: Se paga un % de la cobertura, % que es función de la magnitud de la pérdida.

iii) % de los Costos de Producción (Cobertura): Se paga un % de los costos de producción en los que el productor ha incurrido hasta el momento de ocurrir el siniestro, utilizando la alternativa de costos que ha sido usada para calcular la cobertura.

iv) Diferencia entre Remanente y Costos de Producción: Se paga la diferencia, si ésta tiene signo positivo, entre el valor de rescate de la cosecha y los costos incurridos hasta el momento de ocurrir la pérdida. Si la diferencia tiene signo negativo, la indemnización es el total de los costos incurridos hasta la fecha del siniestro.

En la próxima sección se determinará, en función de las características básicas, la estructura del Seguro en desarrollo.

CAPITULO IV.

ESTRUCTURA DEL SEGURO EN DESARROLLO

En la sección anterior, se analizaron las características básicas de los Seguros Agrícolas actualmente en operación, siendo estas características las siguientes:

- i) Participación del Estado
- ii) Afiliación del Asegurado
- iii) Tipo de Riesgos Cubiertos
- iv) Cobertura
- v) Indemnización

En esta sección se definirá, en función de estas características, la estructura básica del Seguro en desarrollo.

i) Participación del Estado:

El Supremo Gobierno de Chile ha declarado a través de su representante, el Ministerio de Agricultura, que el Estado no participará, de manera alguna, en un Programa de Seguro Agrícola.

En consecuencia, el Seguro en desarrollo tendrá que ser un Seguro totalmente Privado.

ii) Afiliación del Asegurado:

Dada las experiencias de Asociaciones Agrícolas, a nivel

de Cooperativas y/o Mutuales, parece razonable pensar que es preferible que el Seguro sea contratado en forma absolutamente individual por el productor, sin perjuicio que este productor sea una Sociedad Agrícola, por ejemplo. Es interesante destacar que la individualidad del contrato es considerada como básica en aquellos países occidentales, mientras que la colectividad del contrato es usada en países de estructura social diferente a la occidental, como los casos de Israel y Japón.

Ahora bien, la no participación del Estado hace imposible cualquiera obligatoriedad, sea esta condicionada o no, por lo que el Seguro será contratado por aquellos fruticultores que voluntariamente deseen afiliarse al Programa.

iii) Tipo de Riesgos Cubiertos:

En la sección anterior, se estableció que eran 2 los tipos básicos de riesgos que cubrían los Seguros: Riesgos Específicos y Riesgo Múltiple.

En general, el productor agrícola está expuesto a múltiples riesgos y, como se concluyó en una de las secciones anteriores, frente a la mayoría de los fenómenos climáticos, la única alternativa del productor es retener dichos riesgos, independiente de si ellos se presentan en forma individual o en conjunto.

En consecuencia, como el objetivo de los Seguros de cualquier especie es proveer una alternativa de transferencia de riesgos, el Seguro en desarrollo será un Seguro del tipo Riesgo Múltiple, ya que el fruticultor está expuesto a este tipo de riesgo, y es razo-

nable suponer que la demanda por un Seguro contra Riesgo Múltiple será mayor que la demanda por varios Seguros contra Riesgos Específicos, riesgos que forman, en conjunto, el Riesgo Múltiple.

El problema se transforma en establecer cuáles serán los riesgos que cubrirá el Seguro, i.e. el conjunto de Riesgos Específicos que conforman el Riesgo Múltiple.

En general, los Programas de Seguro Agrícola que operan en la actualidad en el mundo, brindan protección contra lo que el Seguro Agrícola Suizo llama, muy apropiadamente, "Actos de Dios", i.e., la mayoría de los fenómenos climáticos y catástrofes naturales tales como terremotos, inundaciones, etc. Obviamente hay ciertos fenómenos que tienen importancia en algunos países, tales como las Olas de Calor en el caso de Israel, y que corresponden a particularidades propias del clima en dichos países, por lo que la solución del problema de determinación de riesgos parece residir en la determinación de aquellos riesgos que son comunes a todos los países y Programas. Estos riesgos son: Sequía, Inundaciones, Lluvias Excesivas, Ventarrones, Granizo, Heladas y Enfermedades Fitosanitarias.

Para el caso chileno, y en especial para la fruticultura, la literatura especializada y los expertos coinciden en que, de los riesgos anteriores, los más importantes son, en orden decreciente de importancia; los siguientes:

- a) Granizo
- b) Heladas

- c) Lluvias Inoportunas (1)
- d) Ventarrones

y, en consecuencia, serán estos los Riesgos Específicos que conforman el Riesgo Múltiple que será cubierto por el Seguro en desarrollo.

iv) Cobertura:

En la sección anterior se concluyó que existían 3 alternativas básicas de cobertura. Estas alternativas son:

- a) % del Rendimiento Base
- b) % de los Costos de Producción
- c) Combinación de las Anteriores

Por simple razonamiento, resulta evidente que la alternativa b) es particularmente útil cuando el Seguro está orientado hacia los llamados "Cultivos Anuales" (Trigo, Maíz, Cebada, etc.) por cuanto, en dichos casos, los costos involucrados pueden ser bastante representativos de la inversión que el agricultor ha efectuado y que espera recuperar con la cosecha de ese año.

(1) Bajo esta denominación se incluyen las Lluvias a Destiempo, por el daño que pueden causar éstas, y las Lluvias Excesivas, por el daño que éstas pueden causar y la posible aparición de enfermedades fitosanitarias tras las mismas, debido a la imposibilidad de emplear los medios de control en el momento oportuno.

Sin embargo, en el caso de los frutales, existe una inversión inicial bastante significativa, y dicha inversión se recupera en forma gradual en el tiempo y, más aún, la recuperación sólo puede comenzar tras un lapso de tiempo superior a 2 años, pues durante ese período el árbol no produce.

Entonces, la alternativa b), y por ende la c), sería aplicable en el caso de huertos en plena producción para los cuales se supusiera totalmente recuperada la inversión inicial. Sin embargo, en estas mismas condiciones, resulta más conveniente la alternativa a) pues, cumpliendo los mismos objetivos, presenta claras ventajas para su implementación, entre las que se destaca el no tener que destinar recursos a la estandarización de los costos, si se optase por esa forma para calcular la cobertura del tipo b), así como no tener que controlar el proceso de producción para verificar que se estén realizando las inversiones en los momentos adecuados.

En consecuencia, la Cobertura será calculada como un % del Rendimiento Base.

Lo anterior implica definir 2 parámetros: Valor del % y Rendimiento Base, así como la manera de valorizar dicha cobertura, que serán examinadas por separado a continuación:

El Valor del % es el parámetro más complejo para calcular. En efecto, todos los estudios referentes a Seguros Agrícolas indican la inconveniencia de tomar la cobertura como el 100% del Rendimiento Base por cuanto, en primer lugar, esta cobertura tiende

fomentar las malas prácticas culturales (lo anterior es especialmente relevante en aquellos casos en que los subsidios estatales permiten que las primas sean muy pequeñas en comparación con los montos asegurados).

En segundo lugar, si la cobertura es muy alta, las primas tenderán también a ser altas ya que el riesgo de pequeñas variaciones en torno al 100% del Rendimiento Base es bastante grande y estas variaciones pueden ser causadas por fenómenos naturales no cubiertos por el Seguro, tales como, por ejemplo, excesos o déficits de calor, sin llegar a constituir olas de calor o heladas, degeneración de los suelos, etc.

En consecuencia, y dada su complejidad, el problema del cálculo del Valor del % de cobertura será tratado en una sección posterior.

El Rendimiento Base presenta menos dificultades, al menos en el sentido teórico, para su cálculo. Por simple lógica, este parámetro puede ser calculado como el Promedio Matemático del Rendimiento Físico (Medido en TM/há) de un fruticultor durante un cierto período de tiempo que no será inferior a 5 años para que el promedio refleje de la mejor manera posible el Rendimiento Base.

Si no se dispusiese de la información necesaria, existen 2 alternativas para calcular este parámetro. La primera consiste en tomar un Rendimiento Promedio Comunal como aproximación del Rendimiento Base. Esta aproximación resulta particular-

mente útil cuando se tienen varios centros productores en una misma zona geográfica, de características más o menos homogéneas, como ocurre en la Comuna de San Felipe para el caso de la Uva de Mesa.

Sin perjuicio de lo anterior, y si un examen técnico del huerto así lo revelara, para el caso de un fruticultor particular cuyo huerto no puede asimilarse al promedio, la Aseguradora puede usar como aproximación al Rendimiento Base un Rendimiento Teórico Esperado, el que sería determinado por un técnico especializado, parámetro que reflejaría el Valor Esperado del rendimiento de ese huerto en particular, en función del tipo de suelos, cuidados del huerto, etc.

Por último, con respecto a la Valorización de la cobertura, parece razonable permitir que el asegurado potencial tenga la opción de elegir el precio al que valorizará su cosecha, si bien la opción puede perfectamente estar restringida a una "banda" ofrecida por la Aseguradora. De esta manera, el asegurado puede elegir un precio tal que se produzca un "trade-off" entre el valor esperado de su cosecha y el monto de la prima a pagar, obteniendo primas y coberturas razonables.

v) Indemnización

La elección de una alternativa de cobertura limita el número de alternativas de indemnización para elegir, dada la relación entre alternativas de cobertura y de indemnización.

Entonces, si el Seguro en desarrollo usará el % de Rendimiento Base como cobertura, las alternativas de Indemnización se li

mitan a:

- a) Indemnización por Diferencia entre el Rendimiento Real y el Rendimiento Base Garantizado.
- b) Indemnización por Porcentaje del Rendimiento Base Garantizado.

Para el caso de frutales, la alternativa a) presenta ventajas sobre la b). Entre éstas destaca, por su importancia, el no tener que estimar la pérdida producida por cada ocurrencia de uno, o todos, los fenómenos climáticos cubiertos por el Seguro, como tendría que hacerse si se eligiese la alternativa b), estimación que, a juicio de los expertos, resulta técnicamente muy difícil de lograr con precisión, por cuanto el daño puede no aparecer hasta el momento de la cosecha.

Entonces, con respecto al Seguro en desarrollo, se puede concluir que:

a) Será un Seguro privado y donde la afiliación de cualquier fruticultor al Programa será individual y voluntaria.

b) Será un Seguro del tipo Riesgo Múltiple, que brindará protección contra la ocurrencia de cualquiera, o todos, los siguientes fenómenos climáticos:

- 1) Granizo
- 2) Heladas
- 3) Lluvias Inoportunas
- 4) Ventarrones

c) La Cobertura del Seguro será calculada como un % del Rendimiento Base (2) y valorizada por un precio que podrá ser elegido por el asegurado de entre opciones propuestas por la Aseguradora. Por su parte, el Rendimiento Base será calculado como el promedio matemático del rendimiento obtenido por el asegurado durante un período de tiempo no inferior a 5 años. De no ser posible el cálculo de la forma anterior, se tomará el rendimiento promedio comunal como aproximación al Rendimiento Base y, si las circunstancias así lo exigiesen, se usará algún rendimiento teórico esperado como aproximación.

d) La Indemnización a pagar por el Seguro será, en términos físicos, la diferencia entre el rendimiento real y el rendimiento base garantizado y, para su valorización, se usará el precio elegido para valorizar la cobertura.

En las secciones siguientes se analizarán los cultivos que serán asegurables y, luego de decidir sobre los mismos, se analizará el comportamiento histórico de los mismos para posteriormente calcular el monto de la cobertura.

(2) El valor del % queda pendiente para ser calculado posteriormente.

C A P I T U L O V .

ANALISIS Y SELECCION DE LOS CULTIVOS ASEGURABLES

En la presente sección se analizarán los diversos cultivos frutales para seleccionar, de entre ellos, los que estén mejor dispuestos para adoptar un Seguro como el que ha sido ya definido, y, posteriormente, analizar su comportamiento histórico.

Para tal efecto, se usarán los criterios de análisis y selección siguientes: Criterio Técnico; Experiencias Internacionales y Valor Económico del Cultivo.

i) 1^{er} Criterio: Criterio Técnico.

En estricto rigor teórico, los diversos tipos de Especies Frutales tienen diferentes resistencias frente a los fenómenos climáticos que cubre el Seguro y, por ende, habrán algunas especies que, por su susceptibilidad frente a los fenómenos climáticos, se convertirían en demandantes potenciales del Seguro en desarrollo.

Sin embargo, la susceptibilidad de las diversas especies frente a los fenómenos climáticos no depende solamente de la especie misma sino que esta susceptibilidad es función de innumerables factores, también de tipo técnico, entre los que se cuentan, por ejemplo, la calidad del suelo donde está plantado el huerto, la forma en que ha sido plantado, el manejo y cuidado que se le han dado a los árboles, etc.

En consecuencia, si bien el criterio técnico de selección es válido en teoría, en la práctica resulta imposible seleccionar a priori los cultivos asegurables usando dicho criterio.

ii) 2º Criterio: Análisis de Experiencias Internacionales.

Este criterio se basa en la revisión de las experiencias internacionales a fin de determinar, en base a dichas experiencias, los cultivos asegurables.

Se presentan, sin embargo, dos dificultades inmediatas en la aplicación de este criterio. La primera de ellas consiste en que la gran mayoría de los Programas de Seguro Agrícolas se ofrecen para cultivos anuales, es decir, cereales, granos, etc., y muy pocos, Estados Unidos, Japón e Israel serían los únicos que, según la información disponible, ofrecen este Seguro para frutales y, por razones que se dan a continuación, la información que de ellos se extraiga debe ser utilizada con mucho cuidado.

En efecto, y esta es la segunda dificultad a la que se hacía mención anteriormente, los 3 Programas anteriores, y todos los demás también, son Programas de Seguro donde el Estado interviene activamente.

La participación del Estado hace que el Seguro tenga objetivos sociales, los que, sin restarles importancia, son fundamentalmente distintos a los objetivos privados. Es así que mientras el Asegurador Privado mira al seguro como un producto destinado a satisfacer la necesidad de un grupo de consumidores a la vez que produ

ce una cierta utilidad para quien lo suministra, el enfoque social mira al seguro como un mecanismo de protección de una cierta fracción de la comunidad y, por ende, la comunidad toda debe solventar la existencia y funcionamiento de dicho mecanismo.

Más aún, la experiencia de Estados Unidos (1), donde existe un Seguro Agrícola de Riesgo Múltiple, ofrecido por una Agencia del Departamento de Agricultura de dicho país, demuestra que el Seguro Agrícola cumple con objetivos que no habían sido considerados al establecerlo, como la apertura al crédito que obtiene el agricultor asegurado, pues puede otorgar su cosecha asegurada como garantía.

Entonces es razonable pensar que el criterio de selección, cualquiera que éste sea, usado para Programas de Seguro Agrícola donde interviene el Estado es sustancialmente distinto al criterio empleado por un Asegurador privado, por lo que es imposible deducir cuales serían los cultivos asegurables con el Seguro en desarrollo basándose sólo en las experiencias internacionales.

iii) 3^{er} Criterio: Valor Económico del Cultivo.

Este criterio se origina en la respuesta al porqué un agricultor compra un Seguro Agrícola si dicho seguro es, por lo general, bastante caro.

Ante la pregunta anterior surgen, de inmediato, dos

(1) F.C.I.C.: All-Risk Crop Insurance.

respuestas lógicas: La primera es que dicho agricultor está muy expuesto a los riesgos que cubre el seguro, ya sea por la especie cultivada, la zona donde están las plantaciones o cualquier otra razón de índole similar.

La segunda respuesta es que el cultivo tiene un valor económico significativo y, por ende, las pérdidas tienen consecuencias económicas que el agricultor desea evitar dentro de lo posible.

Ahora bien, si se supone un cierto criterio económico por parte del oferente del Seguro, se puede esperar que la Aseguradora no ofrezca el Seguro en aquellos casos en que el riesgo es muy alto o bien, para esos mismos casos, las primas sean muy altas.

En consecuencia, es razonable suponer que la mayoría de los agricultores que compran un Seguro Agrícola son aquellos que tienen los cultivos más rentables, por lo que la rentabilidad, o el valor económico, de los diversos cultivos parece ser un buen criterio para seleccionar los cultivos asegurables.

Para medir el valor económico y la rentabilidad de los diversos cultivos se usará el valor de las exportaciones, para el primer caso, y un estudio de la rentabilidad de inversión en frutales para el segundo.

a) Valor de las Exportaciones: (2)

A Septiembre de 1979 las exportaciones de fruta fresca chilena tenían un valor de: (3)

119,32 (Millones de US\$)

y el desglose de dicha cifra según los diversos cultivos arroja los siguientes resultados porcentuales:

Uva de Mesa	37,03%
Manzanas	36,79
Peras	6,89
Duraznos y Nectarines	3,47
Otras (4)	15,82
Total:	<u>100,00</u>

por lo que los cultivos asegurables serían los que aparecen en el Ranking anterior, ya que entre las frutas que forman el rubro "Otras", ninguna presenta por sí sola un % mayor al 2,00%.

-
- (2) Departamento de Economía Agraria, U.C.: Panorama Económico de la Agricultura Nº 7.
- (3) Cifra obtenida sumando las exportaciones de Enero a Septiembre de ese año.
- (4) Se incluyen aquí: Limones, Ciruelas Frescas, Cerezas, etc.

b) Rentabilidad de la Inversión: (5)

Según un estudio realizado por el Departamento de Economía Agraria de la Universidad Católica de Chile, la rentabilidad de la inversión en frutales tradicionales, medida con la Tasa Interna de Retorno (TIR), arroja el siguiente Ranking para los cultivos tradicionales:

<u>ESPECIE</u>	<u>TIR (%)</u>
Duraznos y Nectarines	34,75
Uva de Mesa	27,50
Cerezos Dulces	27,49
Manzanas	24,73
Ciruelos Japoneses	21,66
Paltos Hass	17,08
Ciruelos Europeos	13,95
Nogales	11,77
Limonos	10,88
Perales	10,20
Almendros	8,81
Paltos Fuertes	7,94
Naranjas	0,00

Entonces, usando en conjunto los resultados obtenidos de la descomposición de las exportaciones y las rentabilidades esperadas, se puede concluir que los Cultivos Asegurables por el Seguro en desarrollo serán los siguientes:

(5) Departamento de Economía Agraria, U.C.: Panorama Económico de la Agricultura N° 7.

- a) Uva de Mesa
- b) Manzanas
- c) Duraznos y Nectarines

En la siguiente sección se analizarán los comportamientos históricos de estos cultivos, en especial, el comportamiento de los rendimientos de dichos cultivos, para luego solucionar el problema de la cobertura del Seguro en desarrollo.

C A P I T U L O VI.

ANALISIS DEL COMPORTAMIENTO HISTORICO DE LOS CULTIVOS ASEGURABLES

En la sección anterior se concluyó que los cultivos asegurables son: Uva de Mesa, Manzanas y Duraznos y Nectarines.

En esta sección correspondería estudiar el comportamiento que presentan los rendimientos de dichos cultivos a lo largo del tiempo.

Lamentablemente, la información disponible no permite realizar este análisis. En efecto, tres son las razones básicas de esto:

1) Disponibilidad de la Información:

La mayor cantidad de información sobre los rendimientos de los cultivos señalados está, obviamente, en poder de los productores de dichos cultivos y, para un particular, recolectar dicha información es virtualmente imposible, no sólo por la cantidad de información involucrada sino que, frecuentemente, el productor no entrega la información requerida.

2) Agregación de la Información:

La situación anterior obliga entonces a utilizar la información disponible al público en general, la que puede ser obtenida en organismos tales como: CORFO, ODEPA, PRO-CHILE, Universidades, etc.

Sin embargo, por lo general, la información proveniente de dichas fuentes se halla sumamente agregada. Esta agregación se encuentra tanto a nivel de cultivos (Producción de Manzanas, por ejemplo, a nivel nacional) o bien a nivel de zonas geográficas (Producción de Uva de Mesa en la V Región, por ejemplo) por lo que, para el análisis de seado, se tendrían que usar Rendimientos Globales.

3) Cantidad y Calidad de la Información:

Aún cuando se usara la información agregada descrita anteriormente, persisten dos problemas que limitan su aplicación. El primero de ellos es la cantidad de información disponible: En los mejores casos (ODEPA), se dispone de información de Producción y Superficie Plantada entre los años 1974 y 1980, lo que da un total de seis datos de rendimientos por cultivos (1), número que, lógicamente, no permite intentar ningún tipo de generalizaciones.

El problema de la cantidad de información va acompañado por un problema aún más grave: La calidad y confiabilidad de esa información.

En efecto, la fuente más precisa de información frutícola la constituye el Catastro Frutícola realizado por CORFO el año 1974 y editado el año 1976.

Para efectos prácticos, se puede considerar que no existe información para años posteriores ya que el anterior Catastro fue

(1) ODEPA: Agroinformático Sectorial N° 5.

realizado el año 1965.

El problema se presenta en la información existente a partir de ese año, sobre todo la información referente a Superficie Plantada. Esta información frecuentemente es estimada por cada una de las fuentes principales a partir del Catastro Frutícola, y se da el caso de dos estimaciones diferentes significativamente para un cierto cultivo en un mismo año.

En consecuencia, las razones anteriormente expuestas permiten concluir que es imposible analizar el comportamiento de los rendimientos históricos de los cultivos asegurables, debido a la cantidad, calidad y confiabilidad de la información.

Lo anterior obliga a tener que suponer comportamientos para los rendimientos y, en base a los resultados de esas suposiciones, calcular la cobertura, es decir, el valor del % del Rendimiento Base, para el Seguro en desarrollo.

CAPITULO VII.

DETERMINACION DE LA COBERTURA (% DEL RENDIMIENTO BASE A GARANTIZAR)

De una sección anterior, había quedado pendiente el cálculo del valor del % del Rendimiento Base que constituiría el monto físico de la cobertura del Seguro en desarrollo, por cuanto se requería para ello el determinar, en primer lugar, los cultivos que serían asegurables y, en segundo lugar, analizar los rendimientos históricos de los mismos, pues dichos rendimientos serían los rendimientos base.

Sin embargo, las conclusiones de la sección inmediatamente anterior a la presente, señalan que la información disponible no permite analizar el comportamiento histórico de los rendimientos por lo que se hace necesario suponer este comportamiento, y en base a estos resultados, determinar el valor del % buscado.

Para tal efecto, el procedimiento a usar será el siguiente: Se supondrá que el Rendimiento Físico de un fruticultor sigue una cierta Distribución Probabilística. En base a esa distribución, se calcularán los valores esperados de las Indemnizaciones y Primas, usando, para ello, los procedimientos matemáticos pertinentes. Posteriormente, tras discutir la validez de los supuestos, se analizarán los resultados obtenidos y, en base a un criterio de optimalidad que será expuesto en su oportunidad, se determinará el valor de la cobertura.

Entonces, sea X el Rendimiento Físico (TM/há) de un fruticultor; sea μ la Media y σ^2 la Varianza de la Distribución de X .

Haciendo μ = Rendimiento Base, la Cobertura, expresada en términos físicos, será: $\alpha\mu$, donde α representa el valor del % ($0.00 \leq \alpha \leq 1.00$).

Se define la función Indemnización, también en términos físicos, como:

$$I = \begin{cases} \alpha\mu - X & \text{si } X \leq \alpha\mu \\ 0 & \text{si } X \geq \alpha\mu \end{cases}$$

a) Suposiciones.

a₁) Primer Supuesto:

X sigue una Distribución Normal, de Media μ y Varianza σ^2 desconocidas.

El Valor Esperado de la Indemnización, E(I), será:

$$E(I) = (\alpha - 1)\mu \int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 y^2) dy + (\sigma/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 ((\alpha-1)\mu/\sigma)^2)$$

(Ver demostración en Anexo N° 1, parte A).

Dado que la expresión anterior queda en función de μ , σ y α , se tendrá que suponer, además relaciones entre μ y σ , las que indican, en la práctica, el grado de "achataamiento" de la Curva Normal

a₂) Segundo Supuesto:

X sigue una Distribución Normal, de Media μ y Varianza σ^2 desconocidas, pero la Distribución está Truncada en $X = 0$.

El Valor Esperado de la Indemnización será:

$$E(I) = \beta \left[(\alpha-1)\mu \int_{-\mu/\sigma}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 y^2) dy + \right. \\ \left. \sigma/\sqrt{2\pi} \left[\exp(-1/2 ((\alpha-1)\mu/\sigma)^2) - \exp(-1/2 (-\mu/\sigma)^2) \right] \right]$$

donde:

$$\beta = \frac{1}{1 - \int_{-\infty}^{-\mu/\sigma} (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 y^2) dy}$$

(Ver demostración en Anexo N° 1, Parte B).

Al igual que en el caso anterior, la determinación de $E(I)$ requiere suponer relaciones entre μ y σ para cada valor de α .

a₃) Tercer Supuesto:

X sigue una Distribución Normal, de Media μ y Varianza σ^2 desconocidas, pero la Probabilidad de Observar Valores Negativos de X es muy pequeña.

El Valor Esperado de la Indemnización será:

$$\begin{aligned} E(I) = F_X(0) (a\mu) + & \left[(a-1)\mu \int_{-\mu/\sigma}^{(a-1)\mu/\sigma} (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 y^2) dy \right. \\ & \left. + \sigma/\sqrt{2\pi} \left[\exp(-1/2 ((a-1)\mu/\sigma)^2) - \exp(-1/2 (-\mu/\sigma)^2) \right] \right] \end{aligned}$$

donde:

$$F_X(0) = P(X \leq 0) = k, \text{ con } k \text{ muy pequeño.}$$

(Ver demostración en Anexo N° 1, Parte C).

Para este caso, $E(I)$ es función de a y de la relación entre μ y σ , pero además es función del valor que se asigne a k .

a₄) Cuarto Supuesto:

X sigue una Distribución cualquiera, de Media μ y Varianza σ^2 desconocidas.

En estricto rigor, el supuesto anterior es perfectamente razonable ya que no se dispone de información que indique cual es la real distribución de los rendimientos.

En particular, y dado que, en la realidad, los rendimientos no pueden tomar valores negativos, aparecen relevantes las siguientes distribuciones:

- i) Log- Normal
- ii) Gamma

Sin embargo, el hecho de no conocer los valores de las Medias y las Varianzas, ni poder calcular buenos estimadores de dichos parámetros, hace que sea virtualmente imposible evaluar $E(I)$, por cuanto, si bien es cierto que se pueden asumir relaciones entre la Media y la Varianza de los rendimientos, estas relaciones tienen que ser de la forma: $\sigma = a\mu$, lo que tiene un significado físico concreto. Pero el pretender transformar una relación de este tipo en una similar para el caso en que, por ejemplo, el Logaritmo Natural de los rendimientos se distribuya según una Normal (Distribución Log-Normal) es imposible, como se demuestra, para ese caso, en el Anexo N° 5.

No obstante, este punto será discutido nuevamente cuando se realice el análisis de la validez de los supuestos empleados.

b) Cálculo del Valor Esperado de las Indemnizaciones $E(I)$.

En el análisis anterior se determinó que, para calcular $E(I)$, se requería suponer una relación entre σ y μ para cada valor de a . Más aún, esta relación debe ser lineal para que el cociente μ/σ permita conocer los límites de la integral.

En consecuencia, se analizarán los casos en que:

- 1) $\sigma = 0.05 \mu$
- 2) $\sigma = 0.10 \mu$
- 3) $\sigma = 0.15 \mu$
- 4) $\sigma = 0.20 \mu$
- 5) $\sigma = 0.25 \mu$

- 6) $\sigma = 0.30 \mu$
- 7) $\sigma = 0.35 \mu$
- 8) $\sigma = 0.40 \mu$
- 9) $\sigma = 0.45 \mu$
- 10) $\sigma = 0.50 \mu$

para cada uno de los valores de α , que serán los siguientes:

- 1) $\alpha = 0.90$
- 2) $\alpha = 0.80$
- 3) $\alpha = 0.70$
- 4) $\alpha = 0.60$
- 5) $\alpha = 0.50$

En el Anexo N° 2 se presentan ejemplos de cálculo de $E(I)$, según la expresión de $E(I)$ que corresponde a cada una de las su posiciones hechas.

En el Anexo N° 3, por otra parte, se entregan los resultados correspondientes para cada uno de los valores de α y la relación entre σ y μ ya señaladas.

a) Cálculo del Valor Esperado de las Primas (E(P)).

Una de las maneras más simples de calcular las primas es a través de lo que, en el lenguaje de los Seguros, se denomina "Si niestralidad".

La Siniestralidad no es más que el cociente entre las

Indemnizaciones y las Primas (En el caso de Valores Esperados de Indemnizaciones, se habla de Valores Esperados de Primas y de Siniestralidad Esperada).

Dado el carácter experimental con que se deberá implementar el Seguro en desarrollo, la Aseguradora desea que, al menos en el corto plazo, la Siniestralidad Esperada sea menor, o a lo sumo igual, a 0.6 (60%), por lo que se deberá cumplir la siguiente igualdad:

$$E(I) = 0.6 E(P)$$

por lo que, dado que se puede conocer el valor de E(I) mediante las expresiones correspondientes a cada supuesto, el valor de E(P) se puede despejar de inmediato, usando la expresión anterior.

En el Anexo N° 4 se entregan los valores de E(P) resultantes, para cada valor de E(I) calculado. También en el mismo Anexo, se entrega el Porcentaje que representa el Valor Esperado de la Prima de la Cobertura, es decir:

$$E(P)/\alpha\mu$$

$$\psi \alpha\mu$$

d) Análisis de los Resultados.

Los resultados obtenidos indican que, tanto E(I) como E(P), no difieren significativamente si σ es menor o igual a 0.35μ , para todas las suposiciones a excepción de aquel caso en que se supone una probabilidad de obtener rendimientos nulos igual a 1% (Suposi

ción que, por lo demás, es representativa de una situación relativamente catastrófica), por lo que, para efectos prácticos, permite realizar un análisis general para los valores obtenidos dentro del rango anterior.

Si se asume Normalidad (1), el rango anterior toma un significado físico concreto. En efecto, entre las propiedades de la Distribución Normal, se encuentra aquella que establece que el 68,27% de los datos se ubican entre $\mu - \sigma$ y $\mu + \sigma$; el 95,45% en la zona comprendida entre $\mu - 2\sigma$ y $\mu + 2\sigma$ y el 99,73% en la zona comprendida entre $\mu - 3\sigma$ y $\mu + 3\sigma$.

En términos de las suposiciones hechas y el supuesto rango de validez de la Normalidad, lo anterior significa que, para el límite del rango ($\sigma = 0.35\mu$) se tendría que, para $\mu = 100$, por ejemplo, el 68,27% de los rendimientos se distribuiría entre 65 y 135. El 95,45% de los rendimientos se distribuiría entre 30 y 170 y el 99,73% entre -5 y 205, por lo que, a juicio de los expertos, los efectos del clima sobre el rendimiento obtenido por un fruticultor, o un grupo de ellos ubicados en una misma zona geográfica de condiciones climatológicas homogéneas, estarían suficientemente cubiertos si los rendimientos sufren variaciones de $\pm 35\%$ (Siempre y cuando no se consideren catástrofes de gran magnitud).

En consecuencia, los términos en que se puede realizar un análisis general, resultan razonablemente representativos y,

(1) El punto será discutido junto con la discusión acerca de la validez de los supuestos.

por ende, las conclusiones que del análisis se extraigan resultarán también razonablemente válidas.

El objetivo del análisis es el determinar aquel valor de α que represente la mejor cobertura, por lo que, lógicamente, se requiere algún Criterio de Selección para elegir entre las alternativas.

No existe un criterio formal para tal efecto, por cuanto la "mejor" cobertura es aquella que proporciona la mayor garantía al menor precio, entendiéndose por "garantía" al monto de la cobertura y por "precio" al monto de la prima.

Ya en una sección anterior, se hizo notar que, al calcular la Cobertura como un % del Rendimiento Base, este % no podía ser tan "alto" como para, por un lado, incentivar malas prácticas culturales, y por otro, elevar en exceso el valor de la prima. Por otra parte, tampoco podía ser tan "bajo" que la demanda por el Seguro fuese mínima.

Sobre este aspecto, las experiencias internacionales, en aquellos países donde la Cobertura se calcula como % del Rendimiento Base, señalan que este porcentaje oscila entre un 60 y un 80%. Lamentablemente, estos valores sólo pueden reflejar una referencia distorsionada, por cuanto la participación del Estado en estos Programas de Seguros hace que las primas correspondientes no representen valores reales.

En consecuencia, se hace necesaria una primera aproximación al valor de la prima que la haga comercial. Sobre el verticu

lar, la Aseguradora tiene motivos fundados para suponer que el valor máximo de esta prima debe ser del orden del 10% de la cobertura, pues, de sobrepasarse este valor, la demanda por el Seguro en desarrollo sería mínima y, mucho más importante aún, es razonable suponer que esta demanda estaría constituida por aquellos fruticultores que están muy expuestos al riesgo, en forma mayoritaria. En términos reales, para un productor de Duraznos y Nectarines, por ejemplo, que tenga un Promedio de Rendimiento de 19,8 TM/ha (2) y hubiese elegido un precio de 681,6 US\$/TM (2) para valorizar su Cobertura, el monto de una prima del 10% del valor de su Cobertura le significaría:

i) Si la Cobertura fuese el 90% del Rendimiento Base, entonces el Valor de la Cobertura sería: 12.146,11 US\$/há, y la Prima sería: 1.214,61 US\$/há.

ii) Si la Cobertura fuese el 80% del Rendimiento Base, entonces el Valor de la Cobertura sería: 10.796,54 US\$/há, y la Prima sería: 1.079,65 US\$/há.

iii) Si la Cobertura fuese el 70% del Rendimiento Base, entonces el Valor de la Cobertura sería: 9.446,98 US\$/há, y la Prima sería: 944,70 US\$/há.

iv) Si la Cobertura fuese el 60% del Rendimiento Base, entonces el Valor de la Cobertura sería: 8.097,41 US\$/há, y la Prima sería: 809,74 US\$/há.

(2) Cifras reales extraídas de Panorama Económico de la Agricultura
Nº 7, U.C.

v) Si la Cobertura fuese el 50% del Rendimiento Base, entonces el Valor de la Cobertura sería: 6.747,84 US\$/há, y la Prima sería: 674,78 US\$/há.

Entonces, estableciendo como condición el que el Valor Esperado de la Prima no supere el 10% de la Cobertura, el análisis de los resultados obtenidos para E(P), en el rango: $\sigma \leq 0.35 \mu$, señala que la condición se cumple siempre para valores de α menores o iguales a 0.7, y, a medida que σ se hace estrictamente menor que 0.35μ , la condición se cumple para valores superiores a esta cifra.

e) Validez de los Supuestos.

En rigor, dado que no se tiene información relevante, cualquier supuesto resultaría válido y el hecho de no poder realizar un análisis matemático, si se supone una cierta distribución, no puede ser causal para descalificar dicha distribución, así como tampoco el poder realizar un análisis de ese tipo presta una mayor validez a la distribución que lo permite.

Entonces, resulta preferible analizar si realmente son poco válidos los supuestos empleados más que el tratar de conocer la validez específica de cada uno.

Lo anterior resulta particularmente relevante si ocurre lo que ya se mencionó en el análisis de los resultados refiriéndose al hecho de que los resultados obtenidos en un rango apreciable de variación de σ con respecto a μ , son muy similares. Este hecho

hace pensar que, si bien en teoría los supuestos son diferentes entre sí, en la práctica los resultados los hacen aparecer bastante menos diferentes y, de hecho, la discusión puede centrarse más en la posible Normalidad de los rendimientos que en si se trata de una Normalidad de tal o cual tipo.

El supuesto de Normalidad es asumido en tal variedad de casos que esto ha convertido, sin duda alguna, a la Distribución Normal en la distribución más importante en la Estadística.

En el caso de Rendimientos Agrícolas, un estudio realizado por Battese y Francisco (3) demuestra que, para la gran mayoría de los casos de cereales en New South Wales, Australia, el suponer que los rendimientos se distribuían según una Normal era válido en la práctica. Aunque lo anterior no constituye ni una prueba, ni evidencia, de que los rendimientos frutícolas en Chile se distribuyen según una Normal, sirve, sin embargo, para ilustrar la aplicabilidad del supuesto de Normalidad.

Por otro lado, la ley de los Grandes Números y el Teorema Central del Límite, permiten hacer dos alcances importantes. En primer lugar, y en virtud de los teoremas anteriores, si se observan los rendimientos obtenidos por un fruticultor durante un período de tiempo suficientemente largo, y se grafica la frecuencia de los rendimientos versus los mismos rendimientos, es perfectamente razonable esperar que la curva que se obtenga se asemeje a una Curva Normal (Curva Gaussiana).

(3) Facultad de Agronomía, U.C.: Ciencia en Investigación Agraria Nº 3.

También, si se observan los rendimientos obtenidos por muchos fruticultores en una misma zona geográfica, de características homogéneas, lo más probable es que el rendimiento promedio comunal o zonal se distribuya según una Normal.

Entonces, en virtud de todo lo anterior, y aún cuando no se dispone de evidencia que permita afirmar o negar el supuesto, es razonable suponer que el Rendimiento Frutícola, tanto para un fruticultor a lo largo del tiempo como para un conjunto particular de fruticultores, se comporta como si se distribuyese Normalmente, en tanto la Desviación Estándar no exceda el 35% de la Media y la Probabilidad de obtener Rendimientos Nulos sea menor que un 0.5%.

f) Conclusiones.

En virtud de lo anterior, el análisis de los resultados aparece suficientemente válido como para poder extraer de él la determinación final de la Cobertura.

En el rango en que es válido el análisis, el valor de $\alpha = 0.7$ parece presentar las mayores ventajas por cuanto, por un lado, una Cobertura igual al 70% de la Media implica Valores Esperados de Primas que cumplen con la condición de selección en todo el rango de validez.

Por otro lado, una Cobertura del 70% del Rendimiento Base, rendimiento que, para los efectos de análisis, puede suponerse igual a la Media, parece ser un nivel de protección bastante adecua-

do, como lo indica el hecho de que dicho valor sea utilizado en varios de los Programas de Seguro Agrícola que operan actualmente en el mundo.

En consecuencia, para el Seguro en desarrollo, la Cobertura, en términos físicos, será igual al 70% del Rendimiento Base, siendo este rendimiento calculado como se indicó en la sección correspondiente.

CAPITULO VIII.

APROXIMACION A LA TARIFICACION

En esta sección se intentará establecer el precio al que se ofrecerá el Seguro en desarrollo, dado que, con los resultados de las secciones anteriores, se tiene un producto de Seguro con todas las características básicas perfectamente definidas.

En estricto rigor teórico, para un seguro cualquiera, la frecuencia y la intensidad de los riesgos originan la denominada "Prima de Riesgo" y, si conjuntamente con lo anterior, se consideran los gastos administrativos provocados por la implementación y operación del seguro, se obtiene la llamada "Prima Comercial" que constituye el verdadero precio del seguro.

Ahora bien, dado que el fijar un valor máximo para la Siniestralidad es equivalente a suponer un cierto nivel de gastos administrativos, los resultados obtenidos de Valores Esperados de Primas reflejan los valores esperados de primas comerciales, es decir, valores esperados de precios. (Es necesario recalcar que, dado que en el rango $\sigma \leq 0.35\mu$, los resultados obtenidos para los diferentes supuestos eran significativamente iguales entre sí, se concluyó que el rendimiento físico tiene una distribución Normal por lo que, para efectos prácticos, se pueden considerar como únicos y válidos los valores de $E(P)$ y $E(P)/\alpha\mu$, para $\alpha = 0,70$ que se muestran en el Anexo N° 4, parte A).

Entonces, como la frecuencia e intensidad de los riesgos se pueden reflejar en la variación del rendimiento, deberá hacerse alguna estimación de los valores más probables de la relación σ y μ para los diferentes cultivos, acotando el rango de variación a través del análisis de la Frecuencia de los Fenómenos Climáticos y la Susceptibilidad de los Cultivos frente a ellos, como aproximaciones de la frecuencia e intensidad de los riesgos.

a) Frecuencia de los Fenómenos Climáticos:

Para determinar la frecuencia de Granizo, Heladas, Lluvias Inoportunas y Ventarrones, existe amplia información pero dicha información está suscrita a zonas geográficas bien determinadas.

Una primera aproximación a la definición de las zonas geográficas relevantes estará dada por la concentración de plantaciones de Cultivos Asegurables en las diversas Regiones del país.

Según ODEPA (1), en el período 1979-1980, la superficie plantada con frutales entre la I y IX Regiones, incluida la Región Metropolitana, era de:

82.026 há.

y la proporción que, de esa superficie, ocupaban las plantaciones de cultivos asegurables, era:

(1) ODEPA; Agroinformativo Sectorial N° 5.

Uva de Mesa	13.456 há. (16,40%)
Manzanas	15.735 há. (19,18%)
Duraznos y Nectarines	13.457 há. (16,40%)
TOTAL	42.648 há. (51,98%)

Ahora bien, el total plantado para cada una de las especies se distribuye, inter-regionalmente, de la siguiente manera:

Uva de Mesa	V Región	5.600 há. (41,62%)
	Región Metropolitana	4.030 há. (29,95%)
	IV Región	1.760 há. (13,08%)
	VI Región	1.150 há. (8,55%)
	Resto	916 há. (6,90%)
TOTAL	13.456 há. (100,00%)	

Manzanas	VII Región	7.050 há. (44,80%)
	VI Región	6.650 há. (42,26%)
	VIII Región	1.190 há. (7,56%)
	Resto	845 há. (5,38%)
TOTAL	15.735 há. (100,00%)	

Duraznos y Nectarines	Región Metropolitana	6.070 há. (45,11%)
	V Región	3.700 há. (27,49%)
	VI Región	3.140 há. (23,33%)
	Resto	547 há. (4,07%)
TOTAL	13.457 há. (100,00%)	

Entonces, de las cifras anteriores, se desprende que, a nivel Macro, las regiones relevantes para el estudio son las Regiones V, VI, VII y Metropolitana.

A fin de reducir estas zonas a un nivel Micro, conviene introducir el concepto de Región Homogénea, utilizado en la operación de la gran mayoría de los programas de Seguro Agrícola existentes en la actualidad.

Tal como su nombre lo indica, una Región Homogénea es toda zona o área geográfica que presente una cierta homogeneidad en cuanto a sus condiciones climatológicas, de regadío, potencialidad de sus suelos, etc.

En Chile, y a raíz de la Ley de Seguro Agrícola dictada en 1970, se realizaron los estudios correspondientes a fin de subdividir al país en regiones de este tipo, estudios realizados por la Comisión Nacional de Riego, bajo el auspicio y supervisión de la Oficina de Planificación Agrícola (ODEPA).

Los resultados de dichos estudios constituyen una excelente base para definir las Regiones Homogéneas de Seguro (RHS), que resultan de considerar, en conjunto, las Regiones Homogéneas y los cultivos relevantes.

En consecuencia, se pueden definir, dentro de las Regiones Administrativas ya nombradas, las siguientes RHS (2):

(2) Colaboración del Ingeniero Agrónomo, Sr. Juan José Romero, Consorcio Nacional de Seguros.

<u>RHS Nº</u>	<u>Nombre</u>
1	Valle del Aconcagua Bajo
2	Valle del Aconcagua Alto
3	Curacaví
4	Isla de Maipo
5	El Monte
6	Pirque - Paine
7	Rancagua - Graneros
8	Rengo - Requinoa
9	San Fernando - Chimbarongo
10	Curicó - Molina

El área comprendida en cada una de las RHS anteriores, y su ubicación dentro de las Regiones Administrativas, se encuentran en el Anexo Nº 7.

La información climatológica, por otra parte, permite elaborar las tablas de frecuencia de ocurrencia de fenómenos climáticos que se muestran en el Anexo Nº 8. Es importante destacar que los meses en que se analizó la información corresponden a las épocas consideradas como "críticas" en la producción de frutales.

b) Susceptibilidad de los Cultivos Asegurables frente a los Riesgos.

La susceptibilidad de los cultivos frente a los fenómenos climáticos puede definirse como el "grado de perjuicio" que causa la ocurrencia de un determinado fenómeno sobre un cultivo específico.

Si bien el concepto es simple en teoría, los expertos coinciden en que es virtualmente imposible cuantificar, en términos prácticos, este grado por cuanto depende de factores tales como el nivel de tecnología empleada en el huerto, la intensidad del fenómeno, la duración del mismo, etc.

En consecuencia, la susceptibilidad de los cultivos, al examinar éstos en forma general, es una condición que puede ser expresada mejor en términos cualitativos, y, aún así, la clasificación resulta bastante subjetiva.

Ahora bien, dado que el Seguro en desarrollo cubre a los cultivos contra cuatro fenómenos climáticos, parecería estar demás el analizar la susceptibilidad de los cultivos contra los fenómenos en forma individual. Si bien lo anterior es cierto, no es menos cierto que, dado que la frecuencia de los diferentes fenómenos es distinta en cada una de las RHS, el Riesgo Total asociado a cada RHS puede influir más o menos en un cierto cultivo, en comparación con otro cultivo.

En estas condiciones, y para los cultivos asegurables, los expertos opinan que el orden o grado de importancia de cada uno de los fenómenos climáticos es el siguiente:

Especie	Grado de Importancia			
	1º	2º	3º	4º
Uva de Mesa	Helada	Lluvia Inop.	Ventarrones	Granizo
Manzanas	Helada	Granizo	Lluvia Inop.	Ventarrones
Duraznos y Nectarines	Helada	Lluvia Inop.	Granizo	Ventarrones

En base a lo anterior, y a las frecuencias relativas de los fenómenos climáticos, es posible establecer una relación cualitativa entre los cultivos y el Riesgo Total enfrentado en cada una de las RIS.

Para tal efecto, se supondrán tres niveles de Riesgo Total: Bajo (B), Medio (M) y Alto (A), y se tendrá entonces la siguiente distribución de Riesgo Total por RIS y por Cultivo Asegurable:

RIS N°	CULTIVO		
	Uva de Mesa	Manzanas	Duraznos y Nectarines
1	M	A	M
2	M	A	M
3	B	B	B
4	M	M	M
5	M	B	M
6	M	B	M
7	A	A	A
8	M	M	M
9	M	A	M
10	A	A	A

Entonces se puede suponer una asociación entre los niveles de Riesgo Total y la variación de los rendimientos físicos. En efecto, para el rango de variación en que el análisis de Indemnizaciones y Primas es válido, se puede suponer que mientras más bajo sea el Riesgo Total, menor será la variación de los rendimientos, es decir, la relación entre σ y μ será pequeña, y dicha relación aumenta al aumentar

el nivel de Riesgo Total.

En consecuencia, dividiendo el intervalo de validez de σ con respecto a μ en forma equitativa, se puede establecer la siguiente correspondencia entre los Niveles de Riesgo y la Variación de los Rendimientos:

Riesgo	Variación de los Rendimientos
B	$\sigma = 0.05 \mu - \sigma = 0.15 \mu$
M	$\sigma = 0.15 \mu - \sigma = 0.25 \mu$
A	$\sigma = 0.25 \mu - \sigma = 0.35 \mu$

Como existe una relación entre la variabilidad de los rendimientos y la Esperanza de las Primas, se puede establecer también una correspondencia entre los niveles de riesgo y las primas esperadas conforme a la variación de σ con respecto a μ .

Se tendrá entonces (3):

Riesgo	Prima Mínima	Prima Máxima	Prima Media (4)
B	0.0000 (0,00%)	0.0031 (0,31%)	0.0016 (0,16%)
M	0.0031 (0,31%)	0.0333 (3,33%)	0.0182 (1,82%)
A	0.0333 (3,33%)	0.0905 (9,05%)	0.0619 (6,19%)

(3) Primas expresadas como fracción de la Cobertura (Ver Anexo Nº 4, Parte A, con $\alpha = 0.70$).

(4) Cifra obtenida como el Promedio Matemático entre las Primas Mínima y Máxima.

En conclusión, utilizando los valores medios de las primas y los niveles de riesgo por cultivo y por región, se tiene que las Tarifas Estimadas, por Cultivo y por RHS, serán:

RHS Nº	CULTIVO		
	Uva de Mesa	Manzanas	Duraznos y Nectarines
1	1,82%	6,19%	1,82%
2	1,82%	6,19%	1,82%
3	0,16%	0,16%	0,16%
4	1,82%	1,82%	1,82%
5	1,82%	0,16%	1,82%
6	1,82%	0,16%	1,82%
7	6,19%	6,19%	6,19%
8	1,82%	1,82%	1,82%
9	1,82%	6,19%	1,82%
10	6,19%	6,19%	6,19%

Las cifras anteriores son sólo aproximaciones al valor real debido, fundamentalmente, a:

i) Uso de Valores Medios:

Los valores extremos no pueden estar excluidos, máxime cuando el Riesgo Individual, por depender éste de condiciones específicas del huerto, tal como, por ejemplo, el nivel de tecnología, puede perfectamente ser distinto al Riesgo Total para una cierta RHS.

ii) Subjetividad del Análisis:

Es posible que un enfoque diferente conduzca a una distinta evaluación del Riesgo Total y, por ende, este enfoque arrojará distintos valores para los niveles de riesgo, variando cuantitativamente y/o cualitativamente las tarifas.

iii) Inclusión de Otros Riesgos:

Existen a lo menos dos riesgos que pueden ser incluidos, en teoría, en el análisis y evaluación del Riesgo Total.

Uno de ellos es el Riesgo por Falta de Información, es decir, la incertidumbre provocada por no tener información concluyente acerca de la validez de los análisis hechos.

El otro riesgo susceptible de ser incluido en la evaluación es el Riesgo por Antiselección, es decir, la posibilidad de que la mayoría de los asegurados sean "malos riesgos" en el sentido de que estén demasiado expuestos a los fenómenos climáticos.

Es razonable suponer, entonces, que si se incluyen dichos riesgos, mediante alguna estimación cuantitativa de los mismos, se produzca una variación de las tarifas estimadas.

iv) Estrategia Comercial:

Es razonable suponer que, en consideración a alguna estrategia comercial, se pudiera tender a niveles de primas más parejas, i.e., menor discriminación de precio, por ejemplo, por lo que, lógica-

mente, las primas a cobrar serán distintas a las estimadas.

En la siguiente sección se analizarán, más detalladamente, estos problemas y las condiciones del mercado.

CAPITULO IX.

ANALISIS DE TARIFAS Y MERCADO

Con los resultados de la sección anterior se tiene una aproximación de los precios a los que se podría ofrecer el Seguro desarrollado. En esta sección se tratará de afinar aún más dicha aproximación analizando, de manera bastante somera, el aspecto comercial del producto en cuestión, a través del análisis de las tarifas estimadas y el mercado.

i) Tarifas:

Para iniciar el análisis de las tarifas estimadas, resulta conveniente comparar éstas con las tarifas de los programas de Seguro Agrícola que operan en la actualidad, para tener así una referencia inicial.

Sin embargo, la información disponible hace mención a una Prima Media sin especificar como se calcula este parámetro. Por lo tanto, se supondrá que esta Prima Media es el Promedio Matemático entre las Primas, ponderando éstas según el % de la superficie total plantada que ocupa cada uno de los cultivos en cada RHS.

Con esto, la Prima Media para el Seguro desarrollado resulta:

Prima Media : 3,07%

En los países donde se tiene la información sobre este

parámetro, los valores resultan ser: (1)

Costa Rica	: 4,88%
EE.UU.	: 6,40%
Israel	: 1,66%
Japón	: 5,00%
Méjico	: 8,04%

Al parecer, la Prima Media del Seguro desarrollado estaría por debajo del nivel mundial en la mayoría de los casos y, dado que en los países en que operan estos seguros los resultados han sido bastante desfavorables, se podría pensar en una subestimación de los niveles de primas que haría que los resultados del Seguro desarrollado fuesen aún más desfavorables.

Sin embargo, previo a cualquier conclusión sobre este aspecto, es necesario recordar que los valores de las Primas Medias en el exterior son función de cultivos anuales y cultivos frutales, siendo mayoritarios los primeros, por lo que interviene un mayor número de factores en el cálculo de la Prima Media y ocurre entonces que el rango de variación de las primas es mucho más amplio que el rango del Seguro desarrollado. Es así que, por ejemplo, en Estados Unidos las primas oscilan entre un 3 y un 30% de la cobertura siendo la Prima Media un 6,40% solamente.

Además, el hecho, ya mencionado anteriormente, de que los programas de Seguros en el exterior son operados por el Estado hace que

(1) BASF A.G.: Crop Insurance: Types & Problems.

los resultados de los mismos no puedan ser considerados fuera de ese con texto y, por ende, no pueden ser usados sin mas para una comparación.

En consecuencia, no resulta lícito suponer una subestima-
ción de los niveles de primas en función de los valores de otros Seguros
Agrícolas.

Sin embargo, sí resulta válido suponer una subestiminación
de los riesgos involucrados, como se concluyó en la sección anterior, al
no considerar explícitamente los Riesgos de Falta de Información y Anti-
selección.

Ahora bien, dadas las características de dichos riesgos,
la estimación de los mismos es un proceso fundamentalmente subjetivo y
la evaluación que de ellos se haga dependerá, en gran medida, de la per
sona que realice dicha evaluación. Por lo tanto, si se decidiese in-
troducir estos riesgos, a través de alguna estimación cuantitativa de e
llos, es indudable que las primas correspondientes a cada uno de los ni
veles de riesgo considerados experimentarían un alza.

Si a lo anterior se suma el hecho de que el Seguro desa
rrollado constituye, al menos para el mercado chileno, un producto "nue-
vo" cuya implementación deberá hacerse en forma gradual y cuyo resulta-
do es relativamente incierto, es razonable esperar que el oferente de
este Seguro tome ciertas medidas de seguridad, las que se pueden refle
jar perfectamente en un nivel más alto de tarifas durante el período i
nicial, pudiendo disminuir posteriormente hasta los niveles estimados
en la sección anterior, lo que constituye una buena estrategia comer-

cial.

Entonces, se puede pensar en los niveles estimados de primas como una cota mínima del precio al que se ofrecerá el producto en su etapa inicial.

El problema se presenta, entonces, en averiguar si, dado que existen razones que lo justificarían, se pueden alzar los niveles de primas por sobre esta cota mínima, por lo que resulta necesario investigar acerca de las características del mercado.

ii) Mercado:

En esta parte no se pretende hacer una investigación exhaustiva del mercado por cuanto el objetivo no es el obtener un valor final para el precio del Seguro desarrollado, decisión que, por lo demás, es prerrogativa del potencial oferente del producto, sino que averiguar si es posible que dicho precio sea superior al nivel estimado.

Para tal efecto, resulta conveniente estudiar el segmento que, del mercado constituido por todos los productores frutícolas, estaría mejor dispuesto a la aceptación de un Seguro Agrícola.

Resulta razonable suponer que dicho segmento es aquella porción del mercado formada por los productores de fruta para exportación por cuanto, en primer lugar, son estas cosechas las de mayor valor y, en segundo valor, se puede utilizar el Seguro como una garantía para obtener adelantos u anticipos por parte de las compañías exportadoras las que, por esta razón, pueden convertirse en un importante ing

trumento de presión para la aceptación del producto.

A fin de conocer las características de este segmento, el autor realizó una pequeña encuesta, muy informal por cierto, a 15 productores frutícolas, cuyos huertos se ubican en las RHS N° s 4 y 7, dedicados a la producción de Uva de Mesa y Duraznos y Nectarines destinados a la exportación.

A los encuestados se les preguntó, en primer lugar, si estarían dispuestos a comprar un Seguro con las características del Seguro desarrollado y, de ser afirmativa la respuesta, cual sería el valor máximo de la prima que estarían dispuestos a pagar.

De los encuestados, 4 (26,67%) dijeron no estar interesados en el Seguro, pues según ellos, no estaban tan expuestos a los riesgos que cubría el Seguro como para pensar en comprarlo y sólo si las primas fuesen del orden del 0,5% considerarían la posibilidad de comprar dicho Seguro.

De entre los 11 restantes (73,33%), también cuatro reconocieron que, a juicio de ellos, no estaban dispuestos a comprar de inmediato un Seguro por cuanto se consideraban poco expuestos a los riesgos pero, de comprarlo, la prima máxima que ellos pagarían oscilaría entre un 3,0 y un 3,5%, valores obtenidos tras analizar la influencia del costo del Seguro sobre la rentabilidad esperada. Los siete encuestados restantes dieron valores que oscilaban entre un 4,0 y un 6,0%, aunque no se tiene certeza de que dichos valores sean el resultado de un análisis de costos y beneficios como en el caso anterior.

Obviamente, los resultados obtenidos no son en modo alguno concluyentes debido al reducido tamaño de la muestra, la discutible representatividad de los encuestados y al hecho de que se les planteó el caso como hipotético, lo que puede influir sobre las respuestas.

Sin embargo, es importante destacar que, en la mayoría de los casos, se observa que la apreciación de los riesgos por parte de los fruticultores difiere de la real situación. Si esto constituyese una tendencia general, se puede suponer que existirán fruticultores que subestimarán los riesgos mientras que otros los sobreestimarán, por lo que se puede pensar que la diferenciación de primas según los niveles de riesgo puede ser relajada y tender a un Riesgo Medio con una desviación pequeña, lo que se traduciría en primas más uniformes.

A modo de ejercicio, si se supone una Prima Media (X) tal que se compensasen los casos en que esta prima fuese menor que la prima correspondiente al nivel Alto de riesgo con los casos en que ésta fuese mayor que los niveles Bajo y Medio (2), se tendría que cumplir la siguiente igualdad:

$$(X - 0.16) (0.1667) + (X - 1.92) (0.5333) = (6.19 - X) (0.30)$$

$$0.70X - 0.997 = 1.857 - 0.30X$$

$$X = 2.854$$

(2) Dado que hay más casos de Riesgo Alto (30,00%) que de Riesgo Bajo (16,67%), la Prima Unica debe ser compensada entre los Riesgos Bajo y Medio, por un lado, y el Riesgo Alto por el otro.

Entonces, con una Prima Unica del 2,85% se tendría un equilibrio entre los niveles de riesgo ponderados y esta cifra aparece co
mo bastante razonable.

En conclusión, se pueden considerar los niveles estimados de primas de la sección anterior como cotas mínimas y, dado que en su cálculo no se consideraron explícitamente riesgos tales como la falta de información y la posible antiselección, los precios reales del Seguro desarrollado pueden ser superiores a los estimados.

La conclusión anterior queda avalada por el hecho de que, para el tiempo de finalización de este estudio, apareció en el mercado un Seguro Agrícola de características muy similares al desarrollado y que se ha vendido con bastante éxito a precios superiores a los estimados en este estudio.

Aparte de lo anterior, la aparente tendencia observada entre los potenciales asegurados de diferir en sus apreciaciones del riesgo con respecto al riesgo real, permite pensar en alisar las primas más que en aumentar éstas en cada uno de los niveles de riesgo, tendien
do así a una Prima Uniforme.

Por último, es necesario volver a destacar que los resul
tados y conclusiones anteriores no tienen carácter concluyente sino más bien indicativo, ya que la decisión de cuanto cobrar, así como la estra
tegia comercial a seguir, son prerrogativas del potencial oferente del Seguro desarrollado.

CAPITULO X.

CONCLUSIONES

En las secciones precedentes se ha desarrollado un producto de Seguros aplicable al Sector Frutícola resultando un Seguro privado, del tipo Riesgo Múltiple, ya que cubre la ocurrencia de Heladas, Granizo, Lluvias Inoportunas y Ventarrones, con una Cobertura igual al 70% del Rendimiento Base o Promedio y cuya Indemnización será igual a la diferencia entre la Cobertura y el rendimiento real.

Además, se determinó que, al menos en una primera etapa, este Seguro será accesible a los productores de Uva de Mesa, Manzanas y Duraznos y Nectarines cuyos huertos se ubiquen en las Regiones V, VI, VII y Metropolitana, siempre y cuando dichos huertos estén también en alguna de las 10 Regiones Homogéneas de Seguro que se han definido para su implementación.

Por último, se han estimado los niveles de primas que le corresponderían a cada uno de los cultivos en cada una de las RHS, de acuerdo a la frecuencia de los fenómenos climáticos que se observan en dichas RHS y la susceptibilidad de los diversos cultivos frente a dichos fenómenos, para posteriormente realizar un breve análisis de esas tarifas y el mercado, a fin de determinar si dichas estimaciones hacían comercial al producto, concluyéndose que era posible alzar las tarifas dado que no se incluyeron explícitamente ciertos riesgos en su cálculo, pero que resultaría preferible tender a alisar los niveles en torno a una prima de equilibrio antes que aumentar las primas para

cada nivel de riesgo.

En esta sección se pretende discutir los problemas que se presentarán al implementar el producto a fin de concluir con ciertas recomendaciones que pudiesen hacer más fácil esta implementación.

El problema más serio que afecta al Seguro desarrollado es el problema de Falta de Información acerca del comportamiento de los Rendimientos Físicos de los cultivos. En el desarrollo del Seguro, este problema obligó a efectuar ciertos supuestos acerca de los rendimientos y resulta obvio que dichos supuestos deben ser validados empíricamente.

En consecuencia, en la implementación del Seguro desarrollado, se debe considerar un Sistema de Información cuyo objetivo primordial será el de recolectar y procesar toda la información procedente de los asegurados acerca de rendimientos, tecnologías empleadas, frecuencia de siniestros, intensidad de los mismos, etc., a fin de comprobar, en el menor tiempo posible, la validez del principal supuesto, cual es la Normalidad de los Rendimientos Físicos, o bien, en el caso poco probable de que el supuesto resultase falso, determinar la real distribución estadística de los rendimientos físicos de los fruticultores.

Por otra parte, la información acerca de frecuencia e intensidad de los riesgos permitirá verificar, con datos reales y no teóricos, la validez de los rangos estimados para los niveles de riesgo y, si fuese necesario, ajustar éstos a los niveles reales.

Con lo anterior, más la información de los costos reales incurridos, se podrá revisar el cálculo de las primas ya que, con la información de frecuencia e intensidad de los riesgos se podría calcular la Prima por Riesgo, la que, sumados los Costos reales de administración, en los que se supone descontados después de un cierto tiempo los gastos de "puesta en marcha", dará origen a una Prima Comercial, calculada como lo prescribe la teoría.

Otro problema serio que podría presentarse es el de la Antiselección. Como se explicó en una sección anterior, la antiselección se produce cuando la gran mayoría de los riesgos son "malos riesgos", es decir, la gran mayoría de los fruticultores asegurados estarían más expuestos al riesgo que el promedio de todos los fruticultores y, por ende, el número de siniestros sería mayor en el conjunto asegurado que en el conjunto total.

Si bien es cierto que, al menos durante la etapa inicial, el oferente del Seguro puede seleccionar entre sus clientes potenciales, es razonable suponer que, al cabo de un cierto tiempo, los fruticultores que no están muy expuestos al riesgo y que compraron el Seguro no lo comprarán nuevamente, salvo que sean muy aversos al riesgo, por lo que la composición del conjunto formado por los asegurados variará en el tiempo, haciendo que los Promedios y Desviación de los Rendimientos se empeoren con respecto a la situación inicial.

Obviamente, podría pensarse en calcular las Primas cada vez que varíe esta composición, lo que ocurre en intervalos discretos de tiempo, pues el Seguro tendría una duración limitada y fija. Sin

embargo, este procedimiento conduciría, lógicamente, a niveles de riesgo cada vez más altos y, por ende, las primas serían cada vez mayores hasta llegar al límite en que, dado el alto valor de las primas, ni siquiera los fruticultores excesivamente expuestos al riesgo comprarían el Seguro.

En consecuencia, para solucionar el problema de la anti-selección, es preferible utilizar un mecanismo que retenga, durante el mayor tiempo posible, a aquellos fruticultores que sean "buenos riesgos" para que el conjunto mantenga una composición pareja durante un tiempo más largo.

Para esto, un mecanismo fácil de utilizar y cuya efectividad ha sido probada en otros programas de Seguro Agrícola consiste en bonificar las primas de acuerdo a la frecuencia e intensidad de los siniestros. Así entonces, se puede pensar en una prima que disminuiría con el paso del tiempo si, durante ese lapso de tiempo, el asegurado no ha sufrido siniestros o bien éstos han sido pequeños.

Con un mecanismo como el anterior, es razonable suponer que aquellos fruticultores que si bien no están muy expuestos al riesgo, son aversos al mismo se demorarían más en abandonar el programa, cumpliéndose así el objetivo del mecanismo descrito.

Un tercer problema importante es el problema del Control y Verificación de Siniestros. En efecto, dado que la indemnización del Seguro desarrollado se calcula como la diferencia entre la Cobertura y el Rendimiento real, para calcular tanto el rendimiento

como la indemnización se deberá esperar el fin de la cosecha, es decir, estos cálculos deberán hacerse ex-post la ocurrencia de siniestros por lo que se requerirá del control y verificación de los siniestros inmediatamente después que éstos se produzcan a fin de evitar que, dado que ocurrió un siniestro, el fruticultor asegurado descuide su huerto para luego cobrar la indemnización correspondiente.

Si bien es cierto que este aspecto fue considerado cuando se calculó la Cobertura, ya que esta fuerza al fruticultor a soportar el primer 30% de pérdida, no es menos cierto que pueden haber fruticultores que intenten cobrar de cualquier forma la indemnización, lo que debe ser prevenido de alguna forma por el Asegurador.

Lo anterior implica que se deberá contar con un cuerpo de técnicos en cultivos frutícolas que deberán estar constantemente verificando la ocurrencia de siniestros, la intensidad que tuvieron los mismos, las medidas que se tomaron para prevenir daños mayores, etc., a fin de que las indemnizaciones se paguen solamente en aquellos casos en que se hallan cumplido las condiciones necesarias.

Obviamente, también se deberá controlar el rendimiento real de cada fruticultor al finalizar la cosecha. Sin embargo, dado que se ha supuesto que la mayoría de los asegurados serán fruticultores que exportan sus productos, se podría pensar en un acuerdo con las compañías exportadoras para realizar este control, ya que ellas deben realizar un control similar con los fruticultores que exportan a través de ellos.

En lo referente a la dimensión que debería tener este

cuerpo de técnicos, es difícil precizarla a priori ya que dependerá del número de asegurados, la dispersión de los mismos, la época en que ocurren con mayor frecuencia los siniestros, etc., y, sea cual sea la dimensión, el costo de este control deberá ser lo más bajo posible ya que dicho costo deberá incluirse en el cálculo de la Prima Comercial.

Por último, está el problema de las Condiciones de la Póliza, es decir; Quiénes pueden comprar este Seguro; Cuánto tiempo durará el Seguro; Qué circunstancias invalidan el Seguro, etc., materias que son de orden técnico y legal, por lo que no se tratarán en este estudio.

Con esto, se da por finalizado el estudio del desarrollo de un Producto de Seguros aplicable al Sector Frutícola.

ANEXOS

ANEXO N° 1.

DEMOSTRACION DE E(I)

A) Suposición:

Sea X = Rendimiento Físico de un fruticultor, medido en TM/há.

Se postula que: $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ con μ, σ^2 desconocidos.

Entonces:

$$-\infty \leq X \leq +\infty$$

$$f_X(x) = (1/\sqrt{2\pi} \sigma)^{-1} \exp(-1/2((x - \mu)/\sigma)^2)$$

$$F_X(t) = \int_{-\infty}^t f_X(t) dt$$

Se definió la función Indemnización como:

$$I = \begin{cases} \alpha\mu - X & \text{si } X \leq \alpha\mu \\ 0 & \text{si } X > \alpha\mu \end{cases} \quad 0.00 \leq \alpha \leq 1.00$$

donde $\alpha\mu$ representa la Cobertura, en términos físicos.

El Valor Esperado de I será:

$$E(I) = \int_{-\infty}^{+\infty} I(X) f_X(x) dx = \int_{-\infty}^{\alpha\mu} I(X) f_X(x) dx + \int_{\alpha\mu}^{+\infty} I(X) f_X(x) dx$$

$$\underline{E(I)} = \int_{-\infty}^{\alpha\mu} (\alpha\mu - x) f_X(x) dx \quad (1)$$

Sea: $y = (x - \mu)/\sigma$; Entonces: $x = \sigma y + \mu$
 $dx = \sigma dy$

Además, si: $x = -\infty$, entonces: $y = -\infty$
 $x = \alpha\mu$, entonces: $y = (\alpha - 1)\mu/\sigma$

Sea:

$$f_Y(y) = (1/\sqrt{2\pi})^{-1} \exp(-1/2 y^2) \rightarrow Y \rightsquigarrow N(0,1)$$

Entonces:

$$f_X(x) = (1/\sigma)f_Y(y)$$

Con las transformaciones anteriores, la expresión (1) queda:

$$E(I) = \int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} (\alpha\mu - \sigma y - \mu) (1/\sigma)f_Y(y) \sigma dy$$

$$E(I) = \underbrace{\int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} (\alpha - 1) \mu f_Y(y) dy}_A - \underbrace{\int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} \sigma y f_Y(y) dy}_B \quad (2)$$

$$A = (\alpha - 1)\mu \int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} f_Y(y) dy$$

La integral corresponde al área bajo la Curva Normal entre los límites $-\infty$ y $(\alpha-1)\mu/\sigma$, y esta área está tabulada, por lo que el término A puede considerarse conocido si se suponen valores para α y μ/σ .

$$B = \int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} \sigma y f_Y(y) dy = \int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} \sigma y \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-1/2 y^2) \right) dy$$

$$B = \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} \exp(-1/2 y^2) y dy \quad (3)$$

Sea: $k = -1/2 y^2$; Entonces: $dk = -y dy$. Reemplazando en (3) se tiene:

$$B = \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} \exp(k) (-dk) = -\frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} \exp(k) dk$$

$$B = \frac{-\sigma}{\sqrt{2\pi}} \left[\exp(k) \right]_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} = \frac{-\sigma}{\sqrt{2\pi}} \left[\exp(-1/2 y^2) \right]_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma}$$

$$B = \frac{-\sigma}{\sqrt{2\pi}} \left[\exp(-1/2 ((\alpha-1)\mu/\sigma)^2) - \exp(-1/2 (-\infty)^2) \right]$$

$$B = \frac{-\sigma}{\sqrt{2\pi}} \exp(-1/2 ((\alpha-1)\mu/\sigma)^2) \longrightarrow B = f(\alpha, \mu/\sigma)$$

Entonces, con A y B funciones de α y μ/σ , la expresión (2)

queda:

$$E(I) = (\alpha-1)\mu \int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} f_Y(y) dy - \frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \exp(-1/2 ((\alpha-1)\mu/\sigma)^2)$$

$$E(I) = (\alpha-1)\mu \int_{-\infty}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} \left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp(-1/2 y^2) \right) dy +$$

$$\frac{\sigma}{\sqrt{2\pi}} \exp(-1/2 ((\alpha-1)\mu/\sigma)^2)$$

Q.E.D.

B) Suposición:

Sea X = Rendimiento Físico de un fruticultor, medido en Tl/há.

Se postula que: $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ con μ, σ^2 desconocidas y Truncada en 0.

Entonces:

$$0 \leq \hat{X} \leq +\infty \text{ y } \hat{X} = \text{Variable Truncada}$$

$$f_{\hat{X}}(x) = f_X(x) / P(X \geq 0)$$

$$f_{\hat{X}}(x) = f_X(x) / 1 - P(X \leq 0) = f_X(x) / 1 - \underbrace{\int_{-\infty}^0 f_X(x) dx}_A$$

$$A = \int_{-\infty}^0 f_X(x) dx$$

Utilizando la transformación: $y = (x - \mu) / \sigma$ se tendrá, como fue demostrado en la parte A del presente Anexo, que:

$$A = \int_{-\infty}^{-\mu/\sigma} f_Y(y) dy = \int_{-\infty}^{-\mu/\sigma} (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 y^2) dy = \text{Area de la Curva Normal (Tabulada)}$$

luego:

$$f_{\hat{X}}(x) = \left[1/1 - \int_{-\infty}^{-\mu/\sigma} (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 y^2) dy \right] f_X(x)$$

El Valor Esperado de I será entonces:

$$E(I) = \int_0^{+\infty} I(X) f_X^{\alpha}(x) dx = \int_0^{\alpha\mu} I(X) f_X^{\alpha}(x) dx + \int_{\alpha\mu}^{+\infty} I(X) f_X^{\alpha}(x) dx$$

$$E(I) = (1/1 - F_X(0)) \int_0^{\alpha\mu} I(X) f_X(x) dx$$

$$E(I) = (1/1 - F_X(0)) \underbrace{\int_0^{\alpha\mu} (\alpha\mu - x) f_X(x) dx}_B$$

La integral B es igual a la desarrollada en la parte A del presente Anexo, aunque el límite inferior es distinto.

En consecuencia, se tendrá que:

$$B = (\alpha - 1)\mu \int_{-\mu/\sigma}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 y^2) dy +$$

$$(\sigma/\sqrt{2\pi}) \left[\exp(-1/2 ((\alpha - 1) \mu/\sigma)^2) - \exp(-1/2 (-\mu/\sigma)^2) \right]$$

Luego E(I) valdrá:

$$E(I) = \beta \left[(\alpha - 1)\mu \int_{-\mu/\sigma}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 y^2) dy + \right.$$

$$\left. (\sigma/\sqrt{2\pi}) \left[\exp(-1/2 ((\alpha-1) \mu/\sigma)^2) - \exp(-1/2 (-\mu/\sigma)^2) \right] \right]$$

con:

$$\beta = 1/(1 - \int_{-\infty}^{-\mu/\sigma} (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 y^2) dy)$$

Q.E.D.

C) Suposición:

Sea X = Rendimiento Físico de un fruticultor, medido en TM/há.

Se postula que: $X \rightarrow N(\mu, \sigma^2)$ con μ, σ^2 desconocidas y la Probabilidad de Observar Valores Negativos de X es muy pequeña.

Lo anterior es equivalente a asignar una Masa Puntual a $P(X \leq 0)$ y considerar que, a partir de $X = 0$, el rendimiento se distribuye según una Normal.

Entonces, sea: $F_X(0) = k$

$$\int_{-\infty}^0 f_X(x) dx = k$$

Pero debe cumplirse que la integral, entre $-\infty$ y $+\infty$ de $f_X(x)$ valga 1.0. En consecuencia:

$$\int_0^{+\infty} f_X(x) dx = 1 - k$$

Usando la transformación: $y = (x - \mu)/\sigma$ la integral anterior se transforma en:

$$\int_{-\mu/\sigma}^{+\infty} f_Y(y) dy = 1 - k$$

$$\int_{-\mu/\sigma}^0 f_Y(y)dy + \int_0^{+\infty} f_Y(y)dy = 1 - k \quad (1)$$

Pero, por definición, se tiene que:

$$\int_0^{+\infty} f_Y(y)dy = 0.5$$

luego la expresión (1) queda:

$$\int_{-\mu/\sigma}^0 f_Y(y)dy + 0.5 = 1 - k$$

$$\int_{-\mu/\sigma}^0 f_Y(y)dy = 0.5 - k \quad (2)$$

Entonces, para que (2) se cumpla, cada valor que se le asigne a k determinará un valor máximo de $-\mu/\sigma$, definiendo así el Rango de Validez de la suposición

Se supondrán 3 valores para k: 0%, 0.5% y 1.0%. Se tiene entonces:

1) Si $k = 0.000$, entonces: $-\infty \leq -\mu/\sigma \leq -3.9$ *
 $\mu/\sigma \geq 3.9$
 $\sigma \leq 0.26 \mu$

2) Si $k = 0.005$, entonces: $-\infty \leq -\mu/\sigma \leq -2.575$ *

* Valores extrapolados, o leídos directamente, de la tabla de la Normal (0,1) que se anexa.

$$\mu/\sigma \geq 2.575$$

$$\sigma \leq 0.39 \mu$$

3) Si $k = 0.010$, entonces: $-\infty \leq -\mu/\sigma \leq -2.327$ *

$$\mu/\sigma \geq 2.327$$

$$\sigma \leq 0.43 \mu$$

* Valores extrapolados, o leídos directamente, de la tabla de la Normal (0,1) que se anexa.

Con esto, y supuesto un cierto valor para k , se tiene que el Valor Esperado de I será:

$$E(I) = F_X(0)I(X=0) + \int_0^{+\infty} I(X)f_X(x)dx$$

$$E(I) = k(\alpha\mu) + \int_0^{\alpha\mu} I(X)f_X(x)dx + \int_{\alpha\mu}^{+\infty} I(X)f_X(x)dx$$

$$E(I) = k(\alpha\mu) + \underbrace{\int_0^{\alpha\mu} I(X)f_X(x)dx}_A$$

La integral A es la misma integral que la desarrollada en la parte B del presente Anexo, por lo que se tendrá:

$$E(I) = F_X(0) (\alpha\mu) + \left[(\alpha-1)\mu \int_{-\mu/\sigma}^{(\alpha-1)\mu/\sigma} (1/\sqrt{2\pi}) \exp(-1/2 y^2) dy + \sigma/\sqrt{2\pi} \left[\exp(-1/2 ((\alpha-1)\mu/\sigma)^2) - \exp(-1/2 (-\mu/\sigma)^2) \right] \right]$$

Q.E.D.

ANEXO N° 2.

EJEMPLOS DEL CALCULO DE E(I)

A) Caso N° 1:

X sigue una Distribución Normal, de Media μ y Varianza σ^2 desconocidas.

Sea, por ejemplo: $\alpha = 0.7$ y $\sigma = 0.15\mu$

Entonces:

$$\mu/\sigma = 6.7$$

$$(\alpha-1) \mu/\sigma = - 2.01$$

Aplicando la expresión de E(I) correspondiente a este caso, se tendrá:

$$E(I) = - 0.3\mu \int_{-\infty}^{-2.01} f_Y(y) dy + 0.3989\sigma (\exp(- 1/2 (-2.01)^2))$$

La integral corresponde al Area bajo la Curva Normal entre $-\infty$ y - 2.01.

Como la Curva es simétrica, el área anterior es igual al área entre 2.01 y $+\infty$.

Ahora bien, esta área está tabulada (Ver tabla anexa) para áreas desde 0 hasta una coordenada z, por lo que, en esos términos,

el área buscada (A) puede expresarse como:

$$A = (\text{Area desde } 0 \text{ hasta } +\infty) - (\text{Area desde } 0 \text{ hasta } 2.01)$$

$$A = 0.5 - 0.4778$$

$$A = 0.0222$$

Entonces, la expresión de E(I) queda:

$$E(I) = - 0.3\mu (0.0222) + 0.3989\sigma (0.1326)$$

Pero se ha supuesto que: $\sigma = 0.15 \mu$, luego E(I) valdrá:

$$E(I) = - 0.3\mu (0.0222) + 0.3989(0.15\mu) (0.1326)$$

$$E(I) = 0.0013\mu$$

B) Caso N° 2:

X sigue una Distribución Normal, de Media μ y Varianza σ^2 desconocidas, truncada en 0.

Sea, por ejemplo: $\alpha = 0.5$ y $\sigma = 0.10\mu$

Entonces:

$$\mu/\sigma = 10.0$$

$$(\alpha-1) \mu/\sigma = - 5.00$$

La expresión de E(I) correspondiente a este caso es igual al producto entre un término (β), que puede ser calculado en for

ma independiente, y otro factor.

En consecuencia:

$$\beta = 1 / (1 - \int_{-\infty}^{-10.0} f_Y(y) dy)$$

La integral corresponde al Area entre -10.0 y $-\infty$, o, equivalentemente, entre 10.0 y $+\infty$, y esta área es igual a:

$$A = (\text{Area desde 0 hasta } +\infty) - (\text{Area desde 0 hasta } 10.0)$$

$$A = 0.5 - 0.5$$

$$A = 0$$

En consecuencia:

$$\beta = 1 / (1 - 0)$$

$$\beta = 1$$

Se tendrá entonces que E(I) valdrá:

$$E(I) = (1) \left[-0.5\mu \int_{-10.0}^{-5.0} f_Y(y) dy + 0.3989\sigma \left[\exp(-1/2 (-5)^2) - \exp(-1/2 (-10)^2) \right] \right]$$

La integral que aparece en la expresión de E(I) corresponde al área bajo la curva Normal entre -10.0 y -5.0. Esta área vale:

$$A = (\text{Area desde } 0 \text{ hasta } 10.0) - (\text{Area desde } 0 \text{ hasta } 5.0)$$

$$A = 0.5 - 0.5$$

$$A = 0$$

En consecuencia, se tiene que:

$$E(I) = 0.3989\sigma (\exp(-1/2 (-5)^2) - \exp(-1/2 (-10)^2))$$

$$E(I) = 0.3989\sigma (3.73 \times 10^{-6} - 1.93 \times 10^{-22})$$

$$E(I) = 0.3989\sigma (0)$$

$$E(I) = 0$$

C) Caso N° 3:

X sigue una Distribución Normal, de Media μ y Varianza σ^2 desconocidas y la probabilidad de observar valores negativos de X es muy pequeña.

Sea por ejemplo: $\alpha = 0.8$ y $\sigma = 0.30\mu$

Entonces:

$$\mu/\sigma = 3.3$$

$$(\alpha-1) \mu/\sigma = - 0.66$$

Sea, además: $F_X(0) = P(X \leq 0) = 0.01$

$$k = 0.01$$

Entonces, aplicando la expresión correspondiente para E(I), se tendrá:

Entonces, aplicando la expresión correspondiente para $E(I)$, se tendrá:

$$E(I) = 0.01(0.8\mu) + \left[-0.2\mu \int_{-3.3}^{-0.66} f_Y(y) dy + 0.3989\sigma (\exp(-1/2(-0.66)^2) - \exp(-1/2(-3.3)^2)) \right]$$

La integral que aparece en la expresión de $E(I)$ corresponde al área bajo la curva Normal entre -3.3 y -0.66 . Esta área vale:

$$\begin{aligned} A &= (\text{Área desde } 0 \text{ hasta } 3.3) - (\text{Área desde } 0 \text{ hasta } 0.66) \\ A &= 0.4995 - 0.2454 \\ A &= 0.2541 \end{aligned}$$

En consecuencia, se tiene que:

$$E(I) = 0.008\mu + (-0.2\mu(0.2545) + 0.3989\sigma(0.8043 - 0.0043))$$

Como se ha supuesto: $\sigma = 0.30\mu$, se tendrá que:

$$\begin{aligned} E(I) &= 0.008\mu + (-0.508\mu + 0.3983(0.30\mu)(0.8)) \\ E(I) &= 0.008\mu + (-0.508\mu + 0.0956\mu) \quad (1) \\ E(I) &= 0.0529\mu \quad * \end{aligned}$$

* La diferencia que se produce entre el resultado de $E(I)$ (0.0529μ) y el resultado que se obtiene con la expresión (1), si se evalúa con las cifras que ahí aparecen, (0.0528μ) se debe a que dichas cifras son truncaciones de las que realmente intervienen en el cálculo.

ANEXO N° 3

RESULTADOS DEL CALCULO DE E(I)

A) Caso N° 1: $X \curvearrowright N(\mu, \sigma^2)$

1) $\sigma = 0.05\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0004 μ	0.0000 μ	0.0000 μ	0.0000 μ	0.0000 μ

2) $\sigma = 0.10\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0083 μ	0.0008 μ	0.0001 μ	0.0000 μ	0.0000 μ

3) $\sigma = 0.15\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0226 μ	0.0063 μ	0.0013 μ	0.0002 μ	0.0000 μ

4) $\sigma = 0.20\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0396 μ	0.0167 μ	0.0059 μ	0.0017 μ	0.0004 μ

5) $\sigma = 0.25\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0576 μ	0.0300 μ	0.0140 μ	0.0058 μ	0.0021 μ

6) $\sigma = 0.30\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0763 μ	0.0454 μ	0.0250 μ	0.0127 μ	0.0059 μ

7) $\sigma = 0.35\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0953 μ	0.0618 μ	0.0380 μ	0.0220 μ	0.0120 μ

8) $\sigma = 0.40\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.1146 μ	0.0791 μ	0.0531 μ	0.0333 μ	0.0203 μ

9) $\sigma = 0.45\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.1339 μ	0.0969 μ	0.0680 μ	0.0461 μ	0.0302 μ

10) $\sigma = 0.50\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.1535 μ	0.1152 μ	0.0844 μ	0.0601 μ	0.0416 μ

B) Caso N° 2: $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, truncada en 0.

1) $\sigma = 0.05\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(I)$	0.0004 μ	0.0000 μ	0.0000 μ	0.0000 μ	0.0000 μ

2) $\sigma = 0.10\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(I)$	0.0083 μ	0.0008 μ	0.0001 μ	0.0000 μ	0.0000 μ

3) $\sigma = 0.15\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(I)$	0.0226 μ	0.0063 μ	0.0013 μ	0.0002 μ	0.0000 μ

4) $\sigma = 0.20\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(I)$	0.0396 μ	0.0167 μ	0.0059 μ	0.0017 μ	0.0004 μ

5) $\sigma = 0.25\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(I)$	0.0575 μ	0.0300 μ	0.0140 μ	0.0058 μ	0.0021 μ

6) $\sigma = 0.30\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(I)$	0.0758 μ	0.0449 μ	0.0246 μ	0.0124 μ	0.0057 μ

7) $\sigma = 0.35\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0936 μ	0.0602 μ	0.0365 μ	0.0207 μ	0.0109 μ

8) $\sigma = 0.40\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.1089 μ	0.0730 μ	0.0476 μ	0.0290 μ	0.0165 μ

9) $\sigma = 0.45\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.1211 μ	0.0850 μ	0.0570 μ	0.0362 μ	0.0215 μ

10) $\sigma = 0.50\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.1318 μ	0.0950 μ	0.0657 μ	0.0432 μ	0.0267 μ

C) Caso Nº 3: $X \rightsquigarrow N(\mu, \sigma^2)$, pero $P(X \leq 0) = k$.

C₁) $k = 0.000$ (Rango de Validez: $\sigma \leq 0.26\mu$)

1) $\sigma = 0.05\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0004 μ	0.0000 μ	0.0000 μ	0.0000 μ	0.0000 μ

2) $\sigma = 0.10\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0083 μ	0.0008 μ	0.0001 μ	0.0000 μ	0.0000 μ

3) $\sigma = 0.15\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0226 μ	0.0053 μ	0.0013 μ	0.0002 μ	0.0000 μ

4) $\sigma = 0.20\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0396 μ	0.0167 μ	0.0059 μ	0.0017 μ	0.0004 μ

5) $\sigma = 0.25\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0575 μ	0.0300 μ	0.0140 μ	0.0058 μ	0.0021 μ

C₂) k = 0.005 (Rango de Validez: $\sigma \leq 0.39\mu$)

1) $\sigma = 0.05\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0049 μ	0.0040 μ	0.0035 μ	0.0030 μ	0.0025 μ

2) $\sigma = 0.10\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0128 μ	0.0044 μ	0.0036 μ	0.0030 μ	0.0025 μ

3) $\sigma = 0.15\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0271 μ	0.0103 μ	0.0048 μ	0.0032 μ	0.0025 μ

4) $\sigma = 0.20\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0441 μ	0.0207 μ	0.0094 μ	0.0047 μ	0.0029 μ

5) $\sigma = 0.25\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0620 μ	0.0340 μ	0.0175 μ	0.0087 μ	0.0046 μ

6) $\sigma = 0.30\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0803 μ	0.0489 μ	0.0281 μ	0.0154 μ	0.0082 μ

7) $\sigma = 0.35\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0979 μ	0.0641 μ	0.0399 μ	0.0237 μ	0.0134 μ

C₃) $k = 0.010$ (Rango de Validez: $\sigma \leq 0.43\mu$)

1) $\sigma = 0.05\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0094 μ	0.0080 μ	0.0070 μ	0.0060 μ	0.0050 μ

2) $\sigma = 0.10\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0173 μ	0.0088 μ	0.0071 μ	0.0060 μ	0.0050 μ

3) $\sigma = 0.15\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0316 μ	0.0143 μ	0.0083 μ	0.0062 μ	0.0050 μ

4) $\sigma = 0.20\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0486 μ	0.0247 μ	0.0129 μ	0.0077 μ	0.0054 μ

5) $\sigma = 0.25\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0665 μ	0.0380 μ	0.0210 μ	0.0117 μ	0.0071 μ

6) $\sigma = 0.30\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.0848 μ	0.0529 μ	0.0316 μ	0.0184 μ	0.0107 μ

7) $\sigma = 0.35\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.1024 μ	0.0681 μ	0.0434 μ	0.0267 μ	0.0159 μ

8) $\sigma = 0.40\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(I)	0.1172 μ	0.0805 μ	0.0543 μ	0.0348 μ	0.0214 μ

ANEXO N° 4

RESULTADOS DEL CALCULO DE E(P) *

A) Caso N° 1: $X \sim N(\mu, \sigma^2)$

1) $\sigma = 0.05\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0007 μ	0.0000 μ	0.0000 μ	0.0000 μ	0.0000 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

2) $\sigma = 0.10\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0138 μ	0.0013 μ	0.0002 μ	0.0000 μ	0.0000 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.0154	0.0017	0.0002	0.0000	0.0000

3) $\sigma = 0.15\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0377 μ	0.0105 μ	0.0022 μ	0.0003 μ	0.0000 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.0419	0.0131	0.0031	0.0005	0.0000

4) $\sigma = 0.20\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0660 μ	0.0278 μ	0.0098 μ	0.0028 μ	0.0007 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.0733	0.0348	0.0140	0.0047	0.0013

* $E(P)$ ha sido calculada como: $E(I)/0.6$.

5) $\sigma = 0.25\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0960 μ	0.0500 μ	0.0233 μ	0.0097 μ	0.0035 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1067	0.0625	0.0333	0.0161	0.0070

6) $\sigma = 0.30\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1272 μ	0.0757 μ	0.0417 μ	0.0212 μ	0.0098 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1413	0.0946	0.0595	0.0353	0.0197

7) $\sigma = 0.35\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1588 μ	0.1030 μ	0.0633 μ	0.0367 μ	0.0200 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1765	0.1288	0.0905	0.0611	0.0400

8) $\sigma = 0.40\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1910 μ	0.1318 μ	0.0855 μ	0.0555 μ	0.0338 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.2122	0.1648	0.1264	0.0925	0.0677

9) $\sigma = 0.45\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.2232 μ	0.1615 μ	0.1133 μ	0.0768 μ	0.0503 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.2480	0.2019	0.1619	0.1281	0.1007

10) $\sigma = 0.50\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$\Sigma(P)$	0.2558 μ	0.1920 μ	0.1407 μ	0.01002 μ	0.0693 μ
$\Sigma(P)/\alpha\mu$	0.2843	0.2400	0.2010	0.1669	0.1387

B) Caso N° 2: $X \rightsquigarrow N(\mu, \sigma^2)$, truncada en 0.

1) $\sigma = 0.05\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0007μ	0.0000μ	0.0000μ	0.0000μ	0.0000μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

2) $\sigma = 0.10\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0138μ	0.0013μ	0.0002μ	0.0000μ	0.0000μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.0154	0.0017	0.0002	0.0000	0.0000

$\sigma = 0.15\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0377μ	0.0105μ	0.0022μ	0.0003μ	0.0000μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.0419	0.0131	0.0031	0.0005	0.0000

4) $\sigma = 0.20\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0660μ	0.0278μ	0.0098μ	0.0028μ	0.0007μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.0733	0.0348	0.0140	0.0047	0.0013

5) $\sigma = 0.25\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0958μ	0.0500μ	0.0233μ	0.0097μ	0.0035μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1065	0.0625	0.0333	0.0161	0.0070

6) $\sigma = 0.30\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1263 μ	0.0748 μ	0.0410 μ	0.0207 μ	0.0095 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1404	0.0935	0.0586	0.0344	0.0190

7) $\sigma = 0.35\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1560 μ	0.1003 μ	0.0608 μ	0.0345 μ	0.0182 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1733	0.1254	0.0869	0.0575	0.0363

8) $\sigma = 0.40\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1815 μ	0.1217 μ	0.0793 μ	0.0483 μ	0.0275 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.2017	0.1521	0.1133	0.0806	0.0550

9) $\sigma = 0.45\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.2018 μ	0.1417 μ	0.0950 μ	0.0603 μ	0.0358 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.2243	0.1771	0.1357	0.1006	0.0717

10) $\sigma = 0.50\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.2197 μ	0.1583 μ	0.1095 μ	0.0720 μ	0.0445 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.2441	0.1979	0.1564	0.1200	0.0890

C) Caso N° 3: $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, pero $P(X \leq 0) = k$

C₁) $k = 0.000$

1) $\sigma = 0.05\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0007 μ	0.0000 μ	0.0000 μ	0.0000 μ	0.0000 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

2) $\sigma = 0.10\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0138 μ	0.0013 μ	0.0002 μ	0.0000 μ	0.0000 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0154	0.0017	0.0002	0.0000	0.0000

3) $\sigma = 0.15\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0377 μ	0.0105 μ	0.0022 μ	0.0003 μ	0.0000 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0419	0.0131	0.0031	0.0005	0.0000

4) $\sigma = 0.20\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0660 μ	0.0278 μ	0.0098 μ	0.0028 μ	0.0007 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0733	0.0348	0.0140	0.0047	0.0013

5) $\sigma = 0.25\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0958 μ	0.0500 μ	0.0233 μ	0.0097 μ	0.0035 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.1065	0.0625	0.0333	0.0161	0.0070

C₂) $\kappa = 0.005$

1) $\sigma = 0.05\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0082 μ	0.0067 μ	0.0058 μ	0.0050 μ	0.0042 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0091	0.0083	0.0083	0.0083	0.0083

2) $\sigma = 0.10\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0213 μ	0.0073 μ	0.0060 μ	0.0050 μ	0.0042 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0237	0.0092	0.0086	0.0083	0.0083

3) $\sigma = 0.15\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0452 μ	0.0172 μ	0.0080 μ	0.0053 μ	0.0042 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0502	0.0215	0.0114	0.0089	0.0083

4) $\sigma = 0.20\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.0735 μ	0.0345 μ	0.0157 μ	0.0078 μ	0.0048 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.0817	0.0431	0.0224	0.0131	0.0097

5) $\sigma = 0.25\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1033 μ	0.0567 μ	0.0292 μ	0.0145 μ	0.0077 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1148	0.0708	0.0417	0.0242	0.0153

6) $\sigma = 0.30\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1338 μ	0.0815 μ	0.0468 μ	0.0267 μ	0.0137 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1487	0.1019	0.0669	0.0428	0.0273

7) $\sigma = 0.35\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1632 μ	0.1068 μ	0.0665 μ	0.0395 μ	0.0223 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1813	0.1335	0.0950	0.0658	0.0447

C₃) k = 0.010

1) $\sigma = 0.05\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0157 μ	0.0133 μ	0.0117 μ	0.0100 μ	0.0083 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0174	0.0167	0.0167	0.0167	0.0167

2) $\sigma = 0.10\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0288 μ	0.0147 μ	0.0118 μ	0.0100 μ	0.0083 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0320	0.0183	0.0169	0.0167	0.0167

3) $\sigma = 0.15\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0527 μ	0.0238 μ	0.0138 μ	0.0103 μ	0.0083 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0585	0.0298	0.0198	0.0172	0.0167

4) $\sigma = 0.20\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
E(P)	0.0810 μ	0.0412 μ	0.0215 μ	0.0128 μ	0.0090 μ
E(P)/ $\alpha\mu$	0.0900	0.0515	0.0307	0.0214	0.0180

5) $\sigma = 0.25\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1108 μ	0.0633 μ	0.0350 μ	0.0195 μ	0.0118 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1231	0.0792	0.0500	0.0325	0.0237

6) $\sigma = 0.30\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1413 μ	0.0882 μ	0.0527 μ	0.0307 μ	0.0178 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1570	0.1102	0.0752	0.0511	0.0357

7) $\sigma = 0.35\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1707 μ	0.1135 μ	0.0723 μ	0.0445 μ	0.0265 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.1896	0.1419	0.1033	0.0742	0.0530

8) $\sigma = 0.40\mu$

α	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5
$E(P)$	0.1953 μ	0.1342 μ	0.0905 μ	0.0580 μ	0.0357 μ
$E(P)/\alpha\mu$	0.2170	0.1677	0.1293	0.0967	0.0713

ANEXO Nº 5.

CALCULO DE LA MEDIA Y LA VARIANZA DE UNA DISTRIBUCION LOG-NORMAL

Sea X una variable aleatoria y sea μ_x la Media y σ_x^2 la Varianza de la Distribución de X , siendo desconocidos ambos parámetros.

Se postula que: $Y = \ln X$ sigue una Distribución Normal, de Media μ_y y Varianza σ_y^2 también desconocidas.

Se desea encontrar la relación entre los parámetros de X y los equivalentes de Y .

Entonces, sea: $Z = (Y - \mu_y)/\sigma_y$, por lo que Z es una variable aleatoria que se distribuye según una Normal $(0,1)$.

$$\begin{aligned} \text{Se tiene entonces: } Y &= \mu_y + \sigma_y Z \\ Y &= \ln X \end{aligned}$$

por lo que:

$$X = \exp(\mu_y + \sigma_y Z)$$

Si se calcula la Esperanza de X , se tiene:

$$\begin{aligned} E(X) &= E(\exp(\mu_y + \sigma_y Z)) \\ E(X) &= (\exp(\mu_y)) E(\exp(\sigma_y Z)) \end{aligned} \quad (1)$$

Pero:

$$E(\exp(\sigma_y Z)) = \int \exp(\sigma_y Z) f_Z(\sigma_y Z) d(\sigma_y Z)$$

$$E(\exp(\sigma_y Z)) = \int \exp(t \sigma_y Z) f_Z(\sigma_y Z) d(\sigma_y Z) \Big|_{t=1} \quad (2)$$

Como Z se distribuye según una Normal, la expresión (2) corresponde a la Función Generadora de Momentos de una Normal, evaluada en t=1, por lo que se tendrá:

$$E(\exp(\sigma_y Z)) = \exp(1/2 \sigma_y^2)$$

Reemplazando en (1) se tendrá:

$$E(X) = \exp(\mu_y) \exp(1/2 \sigma_y^2) \quad (3)$$

Por otra parte, la Varianza de X puede ser calculada como:

$$\text{Var}(X) = E(X^2) - (E(X))^2 \quad (4)$$

Pero E(X) ya está calculada, por lo que falta desarrollar E(X²). Para tal efecto, y utilizando las variables Y y Z, se tendrá:

$$E(X^2) = E(\exp(2Y)) = \exp(2\mu_y) E(\exp(2\sigma_y Z)) \quad (5)$$

Pero:

$$E(\exp(2\sigma_y Z)) = \int \exp(2\sigma_y Z) f_Z(2\sigma_y Z) d(2\sigma_y Z)$$

$$E(\exp(2\sigma_y Z)) = \int \exp(t 2\sigma_y Z) f_Z(2\sigma_y Z) d(2\sigma_y Z) \Big|_{t=1}$$

Esta expresión corresponde a la Función Generadora de Momentos de una Normal, evaluada en $t=1$, por lo que se tiene que:

$$E(\exp(2\sigma_y Z)) = \exp(1/2 (2\sigma_y)^2)$$

$$E(\exp(2\sigma_y Z)) = \exp(2\sigma_y^2)$$

Reemplazando en (5), se obtiene:

$$E(X^2) = \exp(2\mu_y)\exp(2\sigma_y^2)$$

y, reemplazando la expresión anterior en (4), se tendrá:

$$\text{Var}(X) = \exp(2\mu_y)\exp(2\sigma_y^2) - (E(X))^2$$

y, por (3), se llega finalmente a:

$$\text{Var}(X) = \exp(2\mu_y)\exp(2\sigma_y^2) - (\exp(\mu_y)\exp(1/2\sigma_y^2))^2$$

Reordenando los términos de la expresión anterior, se tendrá:

$$\text{Var}(X) = \exp(2\mu_y)\exp(2\sigma_y^2) - \exp(2\mu_y)\exp(\sigma_y^2)$$

$$\text{Var}(X) = \exp(2\mu_y)\exp(\sigma_y^2)(\exp(\sigma_y^2) - 1) \quad (6)$$

$$\text{Pero: } E(X) = \mu_x$$

$$\text{Var}(X) = \sigma_x^2$$

por lo que, en virtud de (3) y (6), se tendrá:

$$\mu_x = \exp(\mu_y)\exp(1/2\sigma_y^2) \quad (7)$$

$$\sigma_x^2 = \exp(2\mu_y)\exp(\sigma_y^2)(\exp(\sigma_y^2) - 1) \quad (8)$$

$$\begin{aligned}\text{Sea: } a &= \exp(\mu_y) \\ b &= \exp(1/2\sigma_y^2)\end{aligned}$$

En términos de a y b, el sistema de ecuaciones (7) y (8) se transforma en:

$$\begin{aligned}\mu_x &= ab \\ \sigma_x^2 &= a^2 b^2 (b^2 - 1)\end{aligned}$$

La resolución siguiente de ese sistema entrega los siguientes resultados:

$$a = \pm \frac{\mu_x}{\sqrt{\sigma_x^2/\mu_x^2 + 1}} = \exp(\mu_y)$$

$$b = \pm \sqrt{\sigma_x^2/\mu_x^2 + 1} = \exp(1/2\sigma_y^2)$$

Aplicando Logaritmo Natural, se llega finalmente, a:

$$\mu_y = \ln(\mu_x / \sqrt{\sigma_x^2/\mu_x^2 + 1})$$

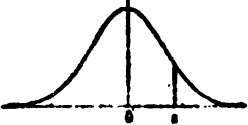
$$\sigma_y^2 = 2\ln(\sqrt{\sigma_x^2/\mu_x^2 + 1})$$

Se demuestra entonces que, dado que no se conocen μ_x ni σ_x^2 , el suponer una relación lineal entre ellos, no origina una relación similar para μ_y y σ_y^2 .

Q.E.D.

ANEXO N° 6.

AREAS BAJO LA CURVA NORMAL TIPIFICADA

AREAS BAJO LA CURVA NORMAL TIPIFICADA DE 0 a z:											
z	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
0.0	0.0000	0.0040	0.0080	0.0120	0.0160	0.0199	0.0239	0.0279	0.0319	0.0159	
0.1	0.0398	0.0438	0.0478	0.0517	0.0557	0.0596	0.0636	0.0675	0.0714	0.0754	
0.2	0.0793	0.0832	0.0871	0.0910	0.0948	0.0987	0.1026	0.1064	0.1103	0.1141	
0.3	0.1179	0.1217	0.1255	0.1293	0.1331	0.1368	0.1406	0.1443	0.1480	0.1517	
0.4	0.1554	0.1591	0.1628	0.1664	0.1700	0.1736	0.1772	0.1808	0.1844	0.1879	
0.5	0.1915	0.1950	0.1985	0.2019	0.2054	0.2088	0.2123	0.2157	0.2190	0.2224	
0.6	0.2258	0.2291	0.2324	0.2357	0.2389	0.2422	0.2454	0.2486	0.2518	0.2549	
0.7	0.2580	0.2612	0.2642	0.2673	0.2704	0.2734	0.2764	0.2794	0.2823	0.2852	
0.8	0.2881	0.2910	0.2939	0.2967	0.2996	0.3023	0.3051	0.3078	0.3106	0.3133	
0.9	0.3159	0.3186	0.3212	0.3238	0.3264	0.3289	0.3315	0.3340	0.3365	0.3389	
1.0	0.3413	0.3438	0.3461	0.3485	0.3508	0.3531	0.3554	0.3577	0.3599	0.3621	
1.1	0.3643	0.3665	0.3686	0.3708	0.3729	0.3749	0.3770	0.3790	0.3810	0.3830	
1.2	0.3849	0.3869	0.3888	0.3907	0.3925	0.3944	0.3962	0.3980	0.3997	0.4015	
1.3	0.4032	0.4049	0.4066	0.4082	0.4099	0.4115	0.4131	0.4147	0.4162	0.4177	
1.4	0.4192	0.4207	0.4222	0.4236	0.4251	0.4265	0.4279	0.4292	0.4306	0.4319	
1.5	0.4332	0.4345	0.4357	0.4370	0.4382	0.4394	0.4406	0.4418	0.4429	0.4441	
1.6	0.4452	0.4463	0.4474	0.4484	0.4495	0.4505	0.4515	0.4525	0.4535	0.4545	
1.7	0.4554	0.4564	0.4573	0.4582	0.4591	0.4599	0.4608	0.4616	0.4625	0.4633	
1.8	0.4641	0.4649	0.4656	0.4664	0.4671	0.4678	0.4686	0.4693	0.4699	0.4706	
1.9	0.4713	0.4719	0.4726	0.4732	0.4738	0.4744	0.4750	0.4756	0.4761	0.4767	
2.0	0.4772	0.4778	0.4783	0.4788	0.4793	0.4798	0.4803	0.4808	0.4812	0.4817	
2.1	0.4821	0.4826	0.4830	0.4834	0.4838	0.4842	0.4846	0.4850	0.4854	0.4857	
2.2	0.4861	0.4864	0.4868	0.4871	0.4875	0.4878	0.4881	0.4884	0.4887	0.4890	
2.3	0.4893	0.4896	0.4898	0.4901	0.4904	0.4906	0.4909	0.4911	0.4913	0.4916	
2.4	0.4918	0.4920	0.4922	0.4925	0.4927	0.4929	0.4931	0.4932	0.4934	0.4936	
2.5	0.4938	0.4940	0.4941	0.4943	0.4945	0.4946	0.4948	0.4949	0.4951	0.4952	
2.6	0.4953	0.4955	0.4956	0.4957	0.4959	0.4960	0.4961	0.4962	0.4963	0.4964	
2.7	0.4965	0.4966	0.4967	0.4968	0.4969	0.4970	0.4971	0.4972	0.4973	0.4974	
2.8	0.4974	0.4975	0.4976	0.4977	0.4977	0.4978	0.4979	0.4979	0.4980	0.4981	
2.9	0.4981	0.4982	0.4982	0.4983	0.4984	0.4984	0.4985	0.4985	0.4986	0.4986	
3.0	0.4987	0.4987	0.4987	0.4988	0.4988	0.4989	0.4989	0.4989	0.4990	0.4990	
3.1	0.4990	0.4991	0.4991	0.4991	0.4992	0.4992	0.4992	0.4992	0.4993	0.4993	
3.2	0.4993	0.4993	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4994	0.4995	0.4995	0.4995	
3.3	0.4995	0.4995	0.4995	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4996	0.4997	
3.4	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4997	0.4998	
3.5	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4998	0.4999	
3.6	0.4998	0.4998	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	
3.7	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	
3.8	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	0.4999	
3.9	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	

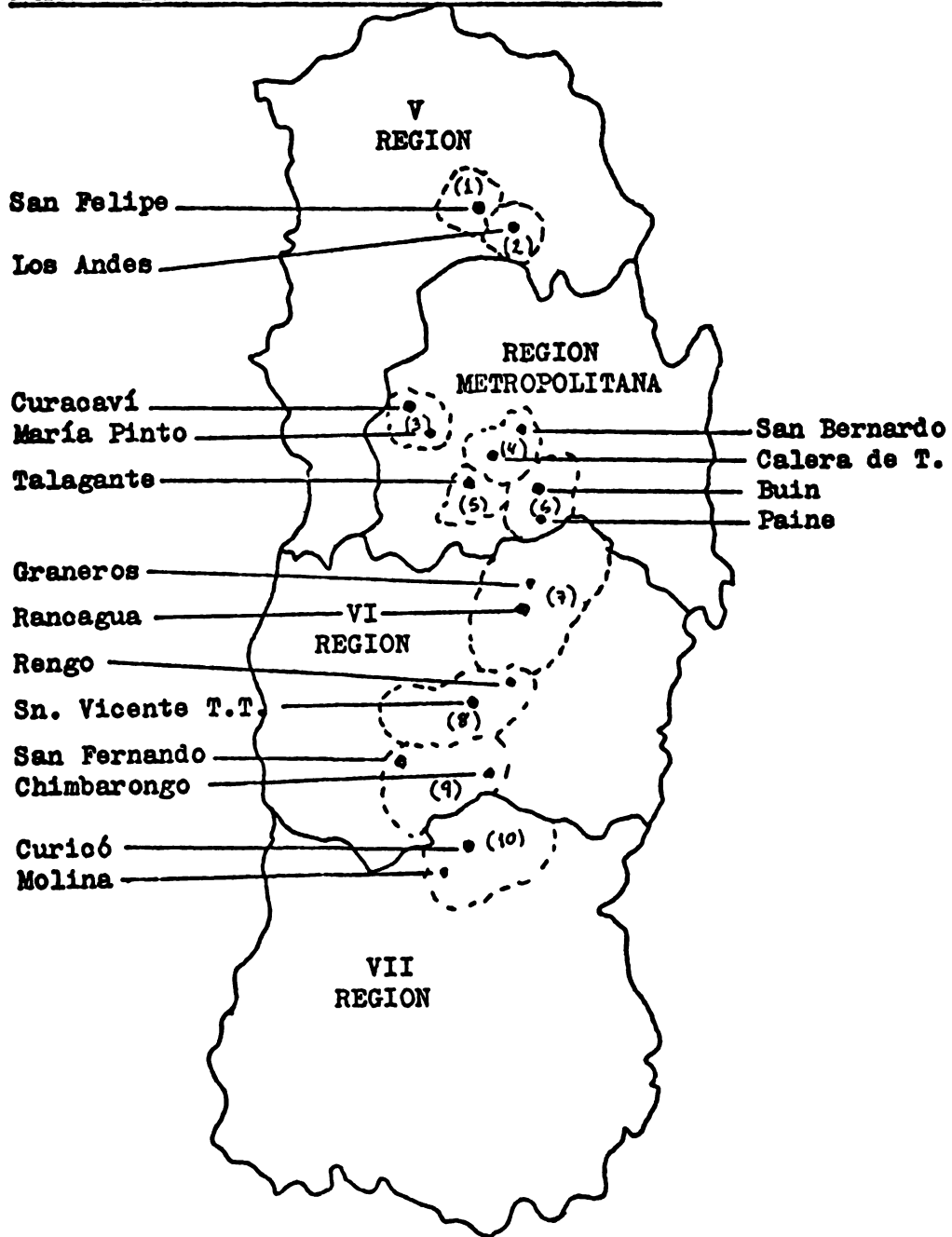
Reproducida de: "Estadística". Murray R. Spiegel. Serie de Compendios Schaum. Mc Graw-Hill, Colombia, 1970.

ANEXO Nº 7.

REGIONES HOMOGENEAS DE SEGURO (RHS)

RHS Nº	NOMBRE Y COMUNAS INCLUIDAS
1	<u>Valle del Aconcagua Bajo</u> : Comunas de San Felipe, Putaendo, Santa María, Panquehue, Catemu, Llay-Llay.
2	<u>Valle del Aconcagua Alto</u> : Comunas de Los Andes, Rinconada, Calle Larga, San Esteban.
3	<u>Curacaví</u> : Comunas de Curacaví, María Pinto.
4	<u>Isla de Maipo</u> : Comunas de Isla de Maipo, Peñaflor, Puente Alto, La Granja, La Florida, Maipú, Calera de Tango, San Bernardo.
5	<u>El Monte</u> : Comunas de El Monte, Talagante.
6	<u>Pirque-Paine</u> : Comunas de Pirque, Paine, Buin.
7	<u>Rancagua-Graneros</u> : Comunas de Rancagua, Graneros, Machalí, Mostazal, Doñihue, Coltauco, Codegua, Peumo, Olivar, Coinco, Quinta de Tilcoco.
8	<u>Rengo-Requinoa</u> : Comunas de Rengo, Requinoa, San Vicente de Tagua-Tagua, Malloa, Pichidegua.
9	<u>San Fernando-Chimbarongo</u> : Comunas de San Fernando, Chimbarongo, Santa Cruz, Nancagua.
10	<u>Curicó-Molina</u> : Comunas de Curicó, Molina, Romeral, Teno, Sagrada Familia.

MAPA DE LAS REGIONES HOMOGENEAS DE SEGURO.



(1): RHS N^o 1.

ANEXO Nº 8.

FRECUENCIA OBSERVADA DE LOS FENOMENOS CLIMATICOS EN LAS RHS

A) Ocurrencia de Heladas (*):

RHS	Observatorio	Nº de Años Observados	Frecuencia (% de Años)			
			Agosto	Sept.	Octubre	Nov.
1	Los Andes	34	15	40	5	0
2	Los Andes	34	15	40	5	0
3	Quinta Normal	25	11	23	0	0
4	El Bosque	13	25	25	0	0
5	Cerrillos	13	15	38	0	0
6	Cerrillos	13	15	38	0	0
7	Rancagua	12	17	60	8	1
8	Rengo	5	12	5	0	0
9	San Fernando	46	17	17	2	0
10	Curicó	36	19	53	26	0

B) Ocurrencia de Granizo:

RHS	Observatorio	Nº de Años Observados	Frecuencia (% de Años)				
			Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.
1	Los Andes	34	14	14	0	0	3
2	Los Andes	34	14	14	0	0	3
3	Quinta Normal	25	4	0	0	0	0

(*) Corresponde a una Temperatura $\leq 0^{\circ}$ C medida a 1,5 m. del suelo.

B) Ocurrencia de Granizo: (Continuación)

RHS	Observatorio	Nº de Años Observados	Frecuencia (% de Años)				
			Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.
4	El Bosque	13	0	0	0	0	0
5	Cerrillos	13	0	0	0	0	0
6	Cerrillos	13	0	0	0	0	0
7	Rancagua	12	8	8	0	0	0
8	Rengo	5	0	0	0	0	0
9	San Fernando	46	9	11	4	2	0
10	Curicó	36	3	5	3	3	0

C) Ocurrencia de Lluvias Inoportunas:

C₁) Ocurrencia de Lluvias \geq 20 m.m./mes:

RHS	Observatorio	Nº de Años Observados	Frecuencia (% de Años)				
			Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
1	Los Andes	34	27	7	7	5	2
2	Los Andes	34	27	7	7	5	2
3	Quinta Normal	25	15	8	4	0	0
4	El Bosque	13	16	9	4	0	0
5	Cerrillos	13	15	8	0	0	0
6	Cerrillos	13	15	8	0	0	0
7	Rancagua	12	33	17	33	0	0
8	Rengo	5	32	18	11	4	0

C₁) Ocurrencia de Lluvias \geq 20 m.m./mes: (Continuación)

RHS	Observatorio	Nº de Años Observados	Frecuencia (% de Años)				
			Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
9	San Fernando	46	54	26	14	9	9
10	Curicó	36	61	30	22	11	6

C₂) Ocurrencia de Lluvias \geq 5 m.m./24 horas.

RHS	Observatorio	Nº de Años Observados	Frecuencia (% de Años)				
			Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
1	Los Andes	34	49	22	12	12	12
2	Los Andes	34	49	22	12	12	12
3	Quinta Normal	25	54	15	15	8	0
4	El Bosque	13	20	20	20	0	0
5	Cerrillos	13	46	15	23	0	0
6	Cerrillos	13	46	15	23	0	0
7	Rancagua	12	67	67	41	0	0
8	Rengo	5	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.	s.i.
9	San Fernando	46	76	52	31	14	20
10	Curicó	36	89	64	47	18	18

s.i.: Sin Información.

D) Ocurrencia de Ventarrones (**):

NIS	Observatorio	Nº de Años Observados	Frecuencia (% de Años)				
			Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.
1	Los Andes	34	6	6	6	0	11
2	Los Andes	34	6	6	6	0	11
3	Quinta Normal	25	0	0	4	0	0
4	El Bosque	13	20	0	20	0	0
5	Cerrillos	13	0	0	0	0	0
6	Cerrillos	13	0	0	0	0	0
7	Rancagua	12	0	0	0	0	0
8	Rengo	5	0	0	0	0	0
9	San Fernando	46	0	0	4	4	0
10	Curicó	36	0	10	0	0	0

Fuente: Dirección Meteorológica de Chile.
Recopilación hecha por el Sr. Juan José Romero,
Consortio Nacional de Seguros.

(**) Corresponde a Vientos con velocidad \geq 60 km/hr.

BIBLIOGRAFIA

Muenich Re 77

1. BASF A.G.: "Crop Insurance: Types and Problems"
(Mimeo)
BASF A.G.
Alemania, 1973.
2. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRARIA, U.C.: "Panorama Económico de la Agricultura".
Nº 7.
Departamento de Economía Agraria, Universidad Católica de Chile.
Chile, 1980.
3. DEPARTAMENTO DE ECONOMIA AGRARIA, U.C.: "Panorama Económico de la Agricultura".
Nº 14.
Departamento de Economía Agraria, Universidad Católica de Chile.
Chile, 1981.
4. FACULTAD DE AGRONOMIA, U.C.: "Ciencia e Investigación Agraria".
Nº 3.
Facultad de Agronomía, Universidad Católica de Chile.
Chile, 1979.
5. FCIC: "All-Risk Crop Insurance"
(Mimeo)
Federal Crop Insurance Corporation, U.S. Department of Agriculture.
Estados Unidos de América, 1966.
6. LENZ, M.: "Risk Management Manual"
The Merrit Company
Estados Unidos de América, 1976.

7. MOOD, A.M. & GRAYBILL, F.A.: "Introducción a la Teoría de la Estadística".
4ª Edición.
Editorial Aguilar
España, 1970.

8. ODEPA: "Agroinformativo Sectorial"
Nº 5.
Oficina de Planificación Agrícola, Ministerio de Agricultura.
Chile, 1980.

9. TAMARO, D.: "Tratado de Fruticultura".
4ª Edición.
Editorial Gustavo Gili
España, 1968.



