

Uruguay

Seguro de Pasturas basado en el Índice NDVI para Productores Ganaderos en el Uruguay

Estudio de Factibilidad: Informe Final

Mayo 29 2013

Banco Mundial



BANCO MUNDIAL

Tabla de Contenidos

AGRADECIMIENTOS	5
ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS.....	6
RESUMEN EJECUTIVO	8
1. Introducción y Objetivos del Estudio de Factibilidad.....	20
Antecedentes sobre la Exposición a Sequías en la Producción ganadera y de Pasturas en el Uruguay	20
Los Seguros Agrícolas en el Uruguay y la Falta de Coberturas Adecuadas de Seguros de Pasturas para Productores Ganaderos	21
Aplicaciones de Sensores Remotos en los Seguros de Pasturas.....	22
Solicitud del Gobierno de Uruguay al Banco Mundial y Alcance del Estudio	22
2. Valoración del Riesgo en la Producción de Pasturas y Producción Ganadera en el Uruguay.....	24
Clima y Producción de Ganado en el Uruguay	24
Sistemas Productivos Ganaderos en el Uruguay	26
Exposición a Riesgos Climáticos en la Producción Ganadera y de Pasturas en el Uruguay	28
Impacto del Clima (Sequías) en la Producción Ganadera en el Uruguay	32
Costos Financieros de las Sequías en el Sector Ganadero.....	36
Cambios en el Manejo de la Producción de Ganado de carne en el Uruguay desde 1980	37
Financiación de los Desastres Climáticos en Agricultura por parte del Gobierno del Uruguay	38
Identificación de la Necesidad de una Cobertura de Seguro de Catástrofe de Riesgo de Sequías de Pasturas para Productores ganaderos en el Uruguay	40
3. Conceptos y Experiencia Internacional en Seguros de Índice NDVI de Pasturas	41
Índice Vegetativo Normalizado: Conceptos y Aplicaciones	41
Experiencia Internacional con Seguros NDVI para Pasturas	44
Fundamentos de la Cobertura de Seguros de Índice NDVI para Pasturas.....	45
4. El Desarrollo de un Base de Datos de Seguros NDVI en el Uruguay	51
Características y Análisis de Datos NDVI en el Uruguay.....	51
Mapeo de Areas de Pasturas Naturales en el Uruguay	55
5. Diseño y Tarificación del Seguro de Índice NDVI	58

El Interés Asegurado y la Justificación para la Aplicación de una Cobertura a Nivel Macro	58
Unidad Asegurada y Definición de Zonas de Riesgo Homogéneo	60
Definición del Periodo de Cobertura en el Programa de Seguros NDVI	64
Categorías y Número de Animales Asegurados en el Uruguay	65
Base de Valoración y Sumas Aseguradas	68
Definición del Evento Asegurado y Bases para la Activación de Pagos	72
Metodología de la Tarificación del Índice NDVI y Tasas Técnicas Calculadas	74
Validación de los pagos y de la Herramienta de Tarificación	84
Primas Comerciales Indicativas	86
Estimación de la Pérdida Máxima Probable del Programa de Seguros NDVI del Uruguay	88
Conclusiones sobre el Diseño y Tarificación del Contrato de Seguros NDVI	90
6. Consideraciones Legales, Institucionales, Operacionales y Financieras para el Seguro de Índice NDVI	92
Consideraciones Legales para el Seguro de índice NDVI	92
Consideraciones Legales para el Seguro NDVI	93
Consideraciones Institucionales para los Seguros NDVI	95
Consideraciones Operacionales para el Seguro NDVI	97
Consideraciones Financieras y de Reaseguro para el Seguro NDVI	101
.....	105
7. Conclusiones, Recomendaciones y Pasos a Seguir para el Programa de Seguros NDVI en el Uruguay	107
Pasos a Seguir	107
Bibliografía	111
Anexo 1. Sistemas de Producción Ganadera en el Uruguay	113
Anexo 2. Desarrollo de una Base de Datos NDVI/fPAR para el Uruguay	125
Anexo 3. Opciones de Contrato y Manual de Uso de la Herramienta de Tarificación.	137
Anexo 4. Marco Institucional y Opciones para el Seguro NDVI en el Uruguay	165

Excepción de Responsabilidad:

Este volumen es producido por personal del Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo / el Banco Mundial. Los hallazgos, interpretaciones, y conclusiones expresados en este documento no reflejan necesariamente los puntos de vista de los Directores Ejecutivos del Banco Mundial o de los Gobiernos que representan.

El Banco Mundial no garantiza la precisión de los datos incluidos en este trabajo. Las delimitaciones, colores y denominaciones, y demás información mostrada en cualquier mapa en este informe no implican ningún punto de vista por parte del Banco Mundial respecto al estatus legal de ningún territorio o la certificación o aceptación de dichas delimitaciones.

AGRADECIMIENTOS

El reporte fue preparado por el Banco Mundial en colaboración con la Oficina de Programación y Política Agropecuaria¹, el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca de Uruguay (OPYPA – MGAP) y fue escrito por el equipo dirigido por Diego Arias (Economista Senior de Agricultura LCSAR, Banco Mundial, Coordinador de Proyecto), Peter Wrede (Especialista Senior en Seguros, FCMNB, Banco Mundial), Pablo Valdivia (Especialista en Seguros Agrícolas, LCSAR, Banco Mundial), Charles Stutley (Especialista en Seguros Agrícolas, Consultor), Darío Bacchini (Especialista en Ciencias Actuariales, Consultor) y Fernando Vila, (Consultor local y especialista en ganadería). El equipo OPYPA-MGAP estuvo conformado por el Ing. Carlos Paolino (Director), María Methol (Coordinadora) y Domingo Quintans.

El equipo reconoce las contribuciones recibidas de todas las partes, incluyendo el Ministerio de Agricultura, Ganadería, y Pesca (MGAP), la Secretaría de Cooperación Internacional – MGAP; la Oficina de Programación y Política para Agricultura y Ganadería (OPYPA-MGAP); la Dirección Contralor de Semovientes (DICOSE-MGAP); el Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG-MGAP); Estadísticas Agropecuarias (DIEA-MGAP); la Dirección General de Desarrollo Rural (DGDR-MGAP); la Dirección Nacional de Meteorología (DNM); el Supervisor de Seguros (Superintendencia de Servicios Financieros del Banco Central del Uruguay); compañías de Seguros Agrícolas², el Grupo de Agro-clima y Sistemas de Información (GRAS-INIA) y el Área de Pasturas y Forraje del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA); el Instituto Nacional de la Leche (INALE); el Instituto de Planeación Agropecuaria (IPA); y varios grupos productores incluyendo la Federación Uruguaya de Grupos CREA (FUCREA) y la Federación Rural de Uruguay, la Asociación Rural de Uruguay, y la Comisión Nacional por el Desarrollo Rural. Además el equipo aprecia el trabajo que fue realizado por LART-FAUBA (Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección – Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina) por establecer una base de datos NDVI para Uruguay.

El equipo también quiere extender unas palabras especiales de agradecimiento al Sr. Ramiro Iturrioz, quien estuvo con el Banco Mundial hasta Febrero 2012 y quien fue responsable por establecer e implementar éste proyecto de estudio de factibilidad de seguros Índice NDVI de Ganadería en Uruguay.

Finalmente, el equipo reconoce agradecidamente el soporte financiero del Índice Global de Servicios de Seguros – Trust Fund de la Corporación Financiera Internacional (IFC) y al Gobierno de Japón.

¹ OPYPA

² Las compañías de seguros con las que se sostuvo reuniones incluyen: el Banco de Seguro del Estado (BSE), Seguros Surco, Sancor, Mapfre y Seguros Internacionales Berkley.

MEDIDAS

1 hectárea (Ha)	= 10,000 m²
Tasa de cambio	Tasa de Cambio promedio 2012 de (UYU) 20 Pesos Uruguayos = US\$ 1.00

ABREVIACIONES Y ACRÓNIMOS

AFSC	Corporación de Servicios Financieros Agrícolas de Alberta, Canadá
AGROSEGURO	Agrupación Española de Entidades Aseguradores de los Seguros Agrarios Combinados, S.A.
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
DICOSE	División de Contralor de Semovientes
FAE	Fondo Agropecuario de Emergencias
FMD	Fiebre Aftosa
GDP	Producto Interno Bruto
GNPI	Ingreso Neto de Prima Cobrada
GoU	Gobierno del Uruguay
INALE	Instituto Nacional de la Leche
INIA	Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
IVA	Impuesto al Valor Agregado
LART-FAUBA	Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección – Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina
MGAP	Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca
MPCI	Seguro Multiriesgo
MODIS	Espectroradiómetro de Imágenes de Resolución Moderada
NDVI	Índice de Vegetación Normalizado
NOAA	Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los EEUU
OPYPA	Oficina de Programación y Política Agropecuaria
PML	Pérdida Máxima Probable

PPP	Asociación Pública Privada
PPR	Programa de Producción Responsable
PUR	Proyecto Uruguay Rural
SFS	Superintendencia de Servicios Financieros del Banco Central del Uruguay
SNIG	Sistema Nacional de Información Ganadera
SP	Sección Policial
SSA	Región Sureste de Sur América
TSI	Suma Total Asegurada
USGS-EROS	Servicio Geológico de los Estados Unidos – Centro para la Observación y Ciencia de los Recursos Naturales
WII	Seguro de Índice Climático
XOL	Reaseguro de Pérdida de exceso

RESUMEN EJECUTIVO

i. *En 2011, el Gobierno del Uruguay a través de la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) solicitó al Banco Mundial llevar a cabo un estudio de factibilidad sobre un seguro macro basado en Índices. El objetivo de este seguro es proteger a los productores ganaderos uruguayos contra sequías severas y otros riesgos climáticos que causan pérdidas en sus pasturas y campos naturales.*

ii. *Este informe presenta las conclusiones y recomendaciones del estudio de factibilidad sobre un programa de seguro macro basado en el Índice NDVI dirigido al Gobierno del Uruguay (GoU), el cual sería parte de su estrategia de manejo de desastres naturales para los productores ganaderos en el Uruguay.* El seguro de Índice NDVI para pasturas es un instrumento muy flexible que puede ser diseñado para proteger el interés asegurable de productores ganaderos individuales (definido como seguro a nivel micro), así como el interés asegurable de autoridades regionales o de Gobiernos nacionales (definido como seguro a nivel macro) como parte de sus programas de manejo de riesgos naturales y climáticos. El estudio de factibilidad del seguro de Índice NDVI se basa en un plan de seguro macro cuyo principal objetivo consiste en realizar pagos oportunos a productores ganaderos, en el caso de que ocurra una sequía extrema que ocasione pérdidas en sus pasturas y campos naturales, de modo que éstos tengan la posibilidad de comprar suplementos forrajeros necesarios para mantener a su stock. Las ventajas y desventajas relacionadas con la implementación de un plan de seguro micro (productores individuales) basado en el Índice NDVI son igualmente abordados en el informe.

Exposición a la Sequía en la Producción Ganadera en el Uruguay

iii. *La producción ganadera en el Uruguay es una actividad económica importante y la principal fuente de ingresos de exportación.* El subsector ganadero emplea el 5% de la población ocupada y contribuye con aproximadamente el 4% del Producto Interno Bruto. Las exportaciones de carne vacuna representan el 20% del valor total de exportaciones. La producción de ganado de carne es un sub-sector muy importante el cual cuenta con 38,000 productores ganaderos quienes explotan cerca de 13.5 millones de hectáreas de pasturas naturales predominantemente (>90% del total de producción de forraje) y con cerca de 11.2 millones de cabezas de ganado en 2011 (estadísticas DICOSE 2011).

iv. *La producción ganadera en el Uruguay se basa en pastoreo extensivo de pastizales naturales que crecen bajo condiciones de secano.* La cría y engorde de ganado es muy dependiente de que se registren precipitaciones adecuadas durante el verano y la primavera para la producción de pasturas requeridas para su alimentación. Las lluvias se distribuyen de forma homogénea a lo largo del año y la precipitación anual se incrementa de sudeste a noroeste. Montevideo, ubicado al sur, recibe en promedio 950 milímetros de lluvia al año, y Artigas en la frontera norte con Brasil recibe 1,235 milímetros en un año promedio.

v. *La producción agropecuaria en el Uruguay está muy expuesta a eventos climáticos naturales y especialmente a sequías que impactan severamente la producción de pasturas.* En los pasados 100 años la producción de carne ha sido afectada por severas sequías por lo menos en siete ocasiones incluyendo 1916-17, 1942-43, 1964-65, 1988-89, 1999-2000, 2004-05 y 2008-09. De las 4 sequías registradas en los últimos 20 años, la de 1988-89 fue el evento más grave del siglo pasado para el sector ganadero, seguido

en segundo lugar por la sequía del 2008-09. Lo anterior puede indicar una tendencia hacia un incremento en la frecuencia y gravedad de sequías relacionadas con cambio climático.

vi. *En el Uruguay, sequías prolongadas en primavera/verano en pasturas resultan en graves pérdidas directas e indirectas en el sector cárnico*, incluyendo reducción en tasas de preñez y tasas de natalidad, ventas forzadas de animales, y en casos extremos, hambruna y muerte de ganado. Por otro lado, los efectos indirectos se manifiestan a los dos o tres años posteriores a la ocurrencia del evento debido a la menor existencia de vacas de cría y ganado para engorde, lo cual termina impactando en la industria frigorífica y el empleo. En la sequía del 2008-09, el valor económico de las pérdidas directas e indirectas en la industria de ganado de carne se estimaron entre US\$ 0.75 mil millones y US\$ 1 mil millones.

vii. *En vista de los altos costos en el sector ganadero y en las exportaciones agrícolas el GoU está interesado en explorar oportunidades para desarrollar un programa de seguros de sequía de pasturas*, enfocándose inicialmente en la ganadería de cría.

Seguros de Pasturas utilizando Índices de Sensores Remotos Satelitales

viii. *Los seguros agrícolas basados en sistemas de indemnización tradicional no han sido desarrollados con éxito para pasturas, pero las recientes innovaciones en sensores remotos parecen ofrecer una alternativa viable para el aseguramiento de las pasturas contra riesgos climáticos tales como la sequía.* Los planes de seguros tradicionales se han desarrollado ampliamente durante más de un siglo para una amplia variedad de cereales, oleaginosas, y cultivos hortícolas, pero a la fecha estos planes tradicionales no han sido capaces de brindar soluciones prácticas para el aseguramiento de pasturas contra pérdidas de rendimiento ocasionadas por riesgos climáticos y riesgos naturales. Por otro lado, en la última década se han desarrollado soluciones innovadoras basadas en los seguros paramétricos o indexados que brindan cobertura contra pérdidas en la producción de pasturas. Todas estas soluciones paramétricas utilizan imágenes satelitales para medir el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI, en Inglés) en pasturas.

ix. *El Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) ofrece la posibilidad de asegurar pasturas contra riesgos climáticos, y varios planes comerciales están ofreciendo éste tipo de coberturas para proteger a productores ganaderos.* El NDVI es una medida de la diferencia de reflectancia en la radiación de dos rangos de longitud de onda, el Rojo (R) y el Infrarrojo cercano (NIR). La vegetación saludable tiende a absorber mayormente el Rojo (R) de las longitudes de onda de la luz solar y de reflejar el Infrarrojo cercano (NIR), y por lo tanto el Índice NDVI ofrece una muy buena indicación de las condiciones de crecimiento vegetal o del vigor de cualquier tipo de vegetación (Ejemplo: cultivos anuales, pasturas y cultivos forestales). Al analizar valores mensuales del Índice NDVI para pasturas y pastizales en una serie de 15 años o más, es posible construir un índice para propósitos de aseguramiento, el cual podría calibrarse de acuerdo a la frecuencia de años con eventos climáticos extremos (Ejemplo: sequías extremas) y contemplando la frecuencia y magnitud de los pagos requeridos.

x. *Desde 2000, cuatro grandes mercados de seguros agrícolas incluyendo EE.UU., Canadá, España y México han desarrollado programas comerciales de seguros basados en el Índice NDVI.* Los programas implementados en EE.UU, Canadá y España – han sido diseñados como planes voluntarios a nivel micro (productores individuales), y han sido promovidos con altos niveles de subsidio a las primas: las tasas de penetración siguen siendo relativamente bajas para estos programas. Por el contrario, el producto en México está diseñado como un instrumento a nivel macro de financiamiento de contingencias ex-ante para los Gobiernos Estatales con el fin de compensar a pequeños productores ganaderos en el caso que sus pasturas sean afectadas por eventos climáticos extremos. En México, el programa de seguros a nivel macro

se ha desarrollado a gran escala durante los últimos cinco años y actualmente asegura a más de 60 millones de hectáreas de pasturas y pasturas naturales y más de 5 millones de cabezas de ganado, con primas totalmente pagadas por el gobierno.

Objetivo del Programa de Seguros basado en el Índice NDVI en el Uruguay

xi. *El propósito del seguro de Índice NDVI para pasturas es de servir como un instrumento financiero para proteger presupuestos nacionales y/o provinciales en años de catástrofes (principalmente sequía) que inducen a pérdidas en el sector ganadero en el Uruguay y, para asegurar de manera anticipada pagos oportunos a productores ganaderos en áreas donde la cantidad y la calidad de sus pasturas se vea seriamente reducida.* En el marco del programa de seguro macro, el total de los aproximadamente $\pm 38,000$ productores ganaderos ubicados en áreas de pasturas en 18 de los 19 Departamentos podrían ser automáticamente registrados con la(s) Aseguradora(s), junto con los detalles de su ganado (número de cabezas en cada una de las categorías de animales elegibles) y cuando la cobertura del Índice NDVI se active ellos serían los beneficiarios de los pagos.

xii. *La alternativa de ofrecer un seguro voluntario a nivel micro (productor individual) no fue considerada viable desde el punto de vista técnico y operativo en esta etapa inicial de un programa nuevo basado en el Índice NDVI en el Uruguay.* Con la baja resolución espacial de las imágenes satelitales (tamaño del pixel de 5km x 5km ó 2,500 Ha) utilizadas en el estudio de evaluación del riesgo, no es factible identificar los campos pertenecientes a productores individuales así como identificar las diferentes prácticas de manejo realizadas por éstos, con el fin de ofrecer un seguro individual. Una limitante adicional es que, bajo un plan micro (productor individual) con este tipo de resolución espacial existe la posibilidad de generar un alto nivel de riesgo de base, a saber: que la diferencia entre la cantidad y la calidad del pasto determinada por el Índice NDVI en un pixel y la cantidad y calidad real de los campos de los productores individuales sea tan alta como para invalidar un tipo de cobertura individual.

Construcción de una Base de Datos de Índice NDVI y Definición de las Áreas de Pasturas y de Pasturas Naturales

xiii. *En el 2011 el Banco Mundial llevó a cabo una licitación formal para contratar a un especialista internacional en sensores remotos para generar una base de datos extensa del Índice NDVI, y para digitalizar mapas de pasturas a una resolución espacial de 2.500 Ha para todas las zonas de pasturas naturales del Uruguay*³. Con base en ésta licitación se escogió en Julio del 2011 al Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección - Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (LART-FAUBA) bajo un contrato de doce meses para generar una base de datos del Índice NDVI. El desarrollo de ésta base de datos NDVI requirió la combinación de imágenes mensuales NOAA captadas entre 1981 y 1999 a una resolución de 5km x 5km (2.500 hectáreas) por pixel (grillas) y las imágenes diarias MODIS, captadas entre 2000 y 2011 con una resolución temporal y espacial de 16 días y de 6,25 Ha (250m x 250m), respectivamente. La resolución espacial final obtenida a partir de la combinación de la serie de 30 años del Índice NDVI fue de 2.500 Ha y a una escala temporal mensual. LART-FAUBA fue igualmente responsable del mapeo y clasificación de la cobertura vegetal y uso de suelo en cada uno de los pixeles, particularmente la identificación de las áreas compuestas por pasturas naturales y su distinción de las áreas dedicadas a otro tipo de uso de suelo y cobertura vegetal. Para el programa de seguros basados en el Índice NDVI se tomó la decisión de clasificar como "pixel forrajero" a aquel que tuviera por lo menos un 60% de

³ Bajo este proceso de licitación enviaron propuestas cuatro compañías internacionales especializadas en sensores remotos y en aplicaciones NDVI en pasturas.

su área destinada a pasturas naturales. En el contexto del Uruguay, LART-FAUBA se encontró con un reto específico, a saber: los cambios de patrón de uso de tierra sobre los 30 años con conversión de tierras de agricultura y pastoreo a tierras de explotación comercial de bosques (eucalipto y pino principalmente). LART-FAUBA llevó a cabo un análisis de control detallado para revisar que la introducción de áreas forestadas no afectaran los niveles de las series históricas de la base de datos NDVI de pasturas.

Seguro basado en NDVI para Pasturas en el Uruguay: Diseño Técnico y Tarificación del Contrato

xiv. *En éste estudio se elaboró una herramienta de tarificación y de diseño de contratos de seguro de Índice NDVI en formato Excel.* La herramienta de tarificación en Excel fue diseñada para permitir a las Aseguradoras locales y a otros actores claves del Gobierno y del sector ganadero de Uruguay estimar las tasas de prima pura y las tasas de prima técnica correspondientes a una serie de opciones de diseño de contratos y parámetros. Esta herramienta de Tarificación es extremadamente flexible y permite a los usuarios la selección de los Departamentos y sus sub-divisiones llamadas Secciones Policiales que deseen asegurar, las categorías de animales asegurados, las bases de valoración, la suma asegurada y el período de cobertura (sólo la primavera, sólo el otoño, o la combinación de una cobertura de primavera y otoño); también permite cambiar los parámetros contractuales incluyendo el valor umbral de NDVI que activa un pago (activadores o Triggers), el valor límite (Exit Trigger) y la escala de los pagos incrementales. Un Manual del Usuario fue elaborado en conjunto con la Herramienta de Tarificación (en el Capítulo 5 de éste reporte se presentan los detalles completos de la Herramienta de Tarificación y una copia del Manual del Usuario se adjunta en el Anexo 3).

xv. *La definición de la Unidad Asegurada para éste programa de seguros se basó en la Sección Policial equivalente a un condado.* No se consideró factible la operación de un programa de seguros NDVI en el Uruguay con el píxel individual como la Unidad Asegurada, debido al gran número de éstos y a las dificultades relacionadas con: (i) tratar de establecer un sistema de identificación y ubicación de productores ganaderos y sus respectivos animales para cada una de estas pequeñas grillas (píxeles); y (ii) el riesgo de base inherente en la operación del seguro a esta escala; y (iii) los costos administrativos potencialmente altos para la gestión de pagos en cerca de 3,845 píxeles forrajeros distribuidos a lo largo de 18 de los 19⁴ Departamentos en el Uruguay. Asimismo, se escogió la Sección Policial como la Unidad Asegurada ya que ésta es el área administrativa más pequeña reconocida en el Uruguay y en la mayoría de los casos representa una zona relativamente homogénea para la operación del programa de seguros de Índice NDVI. Existen un total de 252 Secciones Policiales en 18 de los 19 Departamentos del Uruguay de las cuales 195 Secciones Policiales contienen pasturas adecuadas (más del 60% del área de los píxeles esté clasificada como pasturas) y fueron incluidas en la base de datos NDVI final construida bajo éste estudio.

xvi. *Basándose en discusiones con el sector ganadero se seleccionó un período de cobertura de siete meses (Septiembre a Marzo del siguiente año) para el programa de seguro índice de pasturas NDVI, a saber:* Durante la ejecución de éste estudio, el período de cobertura fue refinado teniendo en cuenta discusiones con técnicos ganaderos locales y con criadores de ganado de carne del Uruguay. El período de cobertura de siete meses incluye las estaciones de Primavera y Verano y coincide con los mayores periodos de lluvia y época de producción de pasturas en el país -en Otoño e Invierno el crecimiento de pasturas es mucho más reducido-. Estos períodos de cobertura también coinciden con los períodos críticos en los sistemas de cría de ganado de carne en el Uruguay: los partos se producen a inicios de la primavera,

⁴ El Departamento de Montevideo fue excluido del estudio NDVI puesto que no es un Departamento productor de ganado y es un área urbana de la ciudad capital.

momento en que resulta crítico que las vacas reciban una adecuada alimentación previo al período de servicio en Noviembre. Mientras los terneros son amamantados hasta el final del verano y otoño, las vacas requieren también pasturas de calidad y en cantidad suficiente. Por tanto, las sequías en primavera y verano pueden impactar gravemente a los sistemas productivos de ganado de cría en el Uruguay.

xvii. ***Bajo el propuesto programa de seguros de Índice NDVI, los productores ganaderos y especialistas ganaderos del MGAP acordaron que el objetivo primordial del programa de seguros debería ser la protección de las vacas de reproducción en caso de escasez de pasturas debido a sequías severas.*** Basándose en la base de datos del Sistema Nacional de Información Ganadera del 2011 (SNIG), lo antes mencionado implicaría hasta un máximo de cerca de 3.87 millones de vacas de cría aseguradas en las 195 Secciones Policiales calificadas. El razonamiento de asegurar únicamente las vacas de cría es que en periodos de escasez de pasturas, y cuando se requiera reducir la carga animal, resulta más esencial mantener el stock de cría para que las existencias ganaderas en los siguientes años no se vean tan afectadas. Se decidió que en un inicio los terneros no se asegurarían bajo este programa porque aumentaría bastante el número de Ganado asegurado y por lo tanto, la Suma Total Asegurada y las primas del programa. Al mantener el stock de vacas de cría, los productores ganaderos son capaces de recuperarse mucho más rápido después de una sequía extrema.

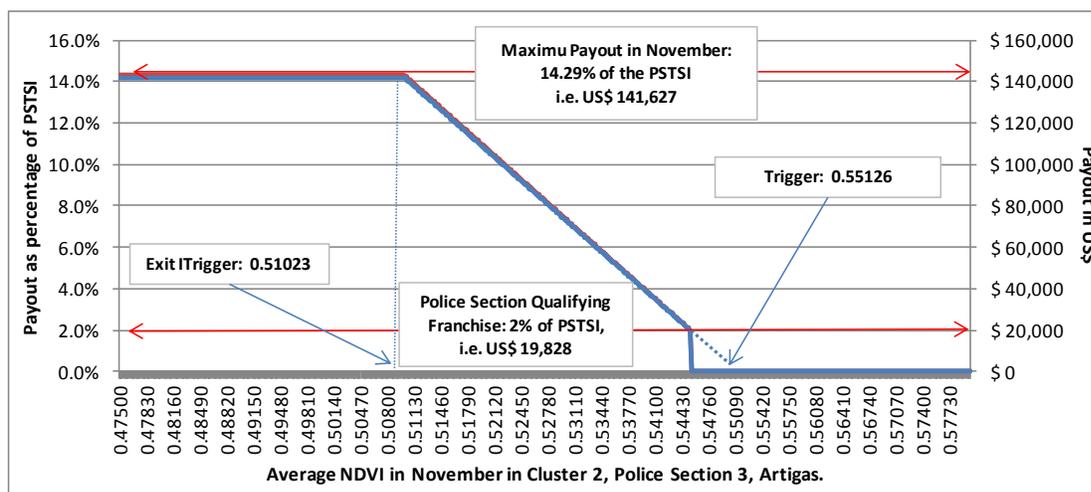
xviii. ***La base de valoración y la suma asegurada se determinaron de acuerdo con los requerimientos nutricionales de las vacas aseguradas durante el periodo de cobertura.*** La suma asegurada se basó en el costo suplementario de los requerimientos nutricionales de las vacas de cría que son equivalentes a 1 Unidad de Ganado de acuerdo a la clasificación del MGAP. Para los 7 meses del período de cobertura del seguro, el costo total de proporcionar alimento suplementario se estimó en alrededor de US\$ 163 por vaca de cría. Sin embargo, no es el propósito de éste programa de seguros NDVI remplazar buenas prácticas relacionadas con el manejo de reservas y pasturas por una cobertura que cubrirá los requerimientos nutricionales totales del ganado Asegurado. Por esta razón, se recomienda que el programa de seguros NDVI no debería asegurar más del 50% de los requerimientos nutricionales del ganado, que equivale a una suma asegurada de US\$ 81.4 por vaca de cría para el período de cobertura de siete meses.

xix. ***La Suma Total Asegurada en el programa de seguros NDVI a nivel nacional para vacas de cría y con un período de cobertura de 7 meses fue estimado en US\$ 344 millones.*** La Suma Total Asegurada se calculó con base al número de ganado asegurable (vacas de cría) en cada Unidad Asegurada (Sección Policial) valorada de acuerdo a la suma mensual asegurada de 50% de los requerimientos nutricionales durante el período de cobertura de 7 meses (Septiembre a Diciembre y de Enero a Marzo del siguiente año). En la práctica es probable que el GoU comience con un programa NDVI piloto en Secciones Policiales y Departamentos seleccionados y por lo tanto, el número de Ganado asegurado y la Suma Total Asegurada serán mucho más bajos que a nivel nacional.

xx. ***La indemnización o el sistema de pagos del programa de seguros propuesto se basa en la desviación del valor real del Índice NDVI con respecto al valor promedio en un período definido de tiempo.*** Es muy importante ajustar los parámetros de indemnización NDVI para reflejar lo mejor posible el impacto de un evento asegurable (por ejemplo, sequías) sobre la producción de pasturas en cada Unidad Asegurada, y también, tener en cuenta la necesidad de los productores ganaderos de recibir pagos oportunos. Basándose en discusiones con el sector ganadero se acordó que la póliza respondería a pérdidas mensuales, o en otras palabras de que si el valor NDVI promedio actual en alguno de los meses de cobertura cayera por debajo de un umbral establecido (ver Capítulo 5), esto resultaría en un pago para todos los productores ganaderos referidos a la(s) Sección(es) Policial(es) afectada(s) en el siguiente mes. Los valores del Índice NDVI a partir de los cuales se generan pagos fueron establecidos de modo que

reflejen lo más fielmente posible los años extremos de sequía que fueron identificados por la industria ganadera sobre la serie de datos de 30 años. El pago máximo en cualquiera de los meses fue definido como el 100% de la suma mensual asegurada. La Herramienta de Tarificación está programada para permitir que el usuario ajuste los valores activadores de pago (Triggers) de acuerdo a un frecuencia mensual de pagos específica (ejemplo: 1 en 10 años; 1 en 15 años); igualmente, el usuario podrá ajustar los disparadores de salida (Exit Triggers) y la escala de los pagos proporcionales. Por último, se construyó una franquicia cualificada dentro del modelo para evitar pagos pequeños que representarían un alto costo de distribución. Los parámetros del Índice se ilustran a manera de ejemplo en la Figura 1 para la Sección Policial (Unidad Asegurada) N° 3 del Departamento de Artigas.

Figura 1. Ejemplo de la estructura de Pagos del Seguro Índice de Pasturas NDVI para la Sección Policial N° 3 (SP3) Departamento de Artigas, mes de Noviembre



Fuente: Análisis de los autores, Herramienta de Tarificación NDVI

xxi. *El Seguro de Índice NDVI que ha sido diseñado por el equipo del Banco Mundial-OPYPA bajo éste estudio de factibilidad genera disparadores de pago NDVI que se aproximan bastante a las pérdidas en pasturas generadas por sequías severas en el Uruguay.* La herramienta de Tarificación y el Diseño del Contrato NDVI fue probada y refinada a través de sesiones de trabajo con grupos de productores ganaderos y técnicos del MGAP y del Instituto Plan Agropecuario. El producto final muestra una relación muy cercana con años de pérdidas por sequías severas, con pagos de mayor magnitud en la mayoría de las Secciones Policiales como en el caso de las sequías de 1988-89, 2008-09 y otros años de sequías graves como en el 1999/2000 y 2004-05. Lo anterior sugiere que en gran medida el producto de seguros NDVI puede operar como un producto efectivo de transferencia de riesgo de sequía a nivel macro.

xxii. *La Herramienta de Tarificación está programada para calcular las tasas de prima pura, técnica y las tasas de prima comerciales indicativas para cada Sección Policial (Unidad Asegurada).* Las tasas de prima puras son calculadas a partir del análisis de pérdidas históricas (Historical Burning Cost). Una vez que se ha definido la suma asegurada para cada mes de cobertura y el período de recurrencia (que establece el activador de pago -Trigger Index- para cada Grupo o Cluster⁵ y para cada mes de cobertura), el

⁵ El clúster se define como un grupo de píxeles dentro de cada Sección Policial y que presentan valores del Índice NDVI muy similares entre ellos. El valor promedio del Índice de cada pixel es luego calculado para cada Sección Policial.

parámetro k (que determina el disparador de salida *-Exit Trigger-* para cada Sección Policial en cada mes durante el período de cobertura), el modelo procede al cálculo de las pérdidas puras (el monto del pago dividido por la suma asegurada) que hubieran ocurrido en cada mes de cobertura y en total durante los 30 años de valores NDVI que conforman la base de datos. La tasa promedio de pérdidas para cada Sección Policial se calcula como el promedio simple de los datos de pérdidas de los 30 años. La Herramienta de Tarificación también está programada para utilizar un recargo de seguridad, el cual es adicionado a la prima pura con el fin de estimar la prima técnica de cada Sección Policial. Finalmente, se muestran con fines ilustrativos, las primas comerciales indicativas a partir de costos de adquisición, administración y operación, así como los márgenes de utilidad indicativos. Es importante recalcar que las primas comerciales presentadas en éste documento son ilustrativas y, por tanto, las decisiones de tarificación final deberán ser tomadas por las Aseguradoras locales en colaboración con sus reaseguradoras. (Ver Capítulo 5 para los detalles completos). En la Tabla 1 a continuación se muestra un resumen del promedio de las tasas puras, tasas técnicas y tasas comerciales indicativas del programa aquí expuesto para las frecuencias mensuales de pago de 1 en 7 años hasta 1 en 15 años y asumiendo que el stock de cría nacional total es de 3.87 millones de animales con una Suma Total Asegurada de 315 millones.

xxiii. *Es evidente que los pagos financieros, y por lo tanto la tarificación de la póliza macro del Índice NDVI, son altamente influenciados por la frecuencia de pagos acordados por la Aseguradora y el Asegurado.* Para una frecuencia de pagos de 1 en 7 años de cualquier mes(es) en el período de cobertura, existe una frecuencia mayor de pagos y más altos pagos por evento disparador, que con una frecuencia de pagos de 1 en 15 años. Sin embargo, se debe tener mucha precaución en la definición de los parámetros de pagos de este producto debido a temas relacionados con el **riesgo de base**, a saber: la diferencia que pueda haber entre los pagos generados por el seguro NDVI y las pérdidas reales de pasturas observadas en el campo. Es decir, aunque aparentemente resulta más barato comprar una cobertura NDVI que sólo responda a catástrofes de 1 en 15 años, esto puede excluir pérdidas experimentadas en las pasturas en los años transcurridos, invalidando por lo tanto el objetivo de la cobertura NDVI.

Tabla 1. Programa de Seguros NDVI para Ganado de cría: Promedios de Tasas Puras, Tasas Técnicas y Tasas Comerciales Indicativas*

Frecuencia de Pagos (Años)	Tasa Pura (%)	Prima Pura (US\$)	Tasa Técnica (%) [1]	Prima Técnica (US\$) [1]	Tasa Comercial Indicativa (%) [2]	Prima Comercial Indicativa (US\$) [2]
Asumiendo beneficios por Diversificación en Tasas Técnicas y Comerciales Indicativas						
1 en 7	7.59%	23,813,877	9.32%	28,525,588	11.33%	35,656,985
1 en 10	5.59%	17,605,714	6.84%	21,528,294	8.55%	26,910,367
1 en 12	4.89%	15,390,096	6.02%	18,947,976	7.52%	23,684,971
1 en 15	4.12%	12,974,799	5.13%	16,156,834	6.42%	20,196,042

Fuente: Autores a partir de la Herramienta de Tarificación NDVI

Notas:

[1] Tasas Técnicas en cada Sección Policial calculadas como Tasa Pura + Recargo de Seguridad del 15% de la desviación estándar de la tasa de pérdida pura

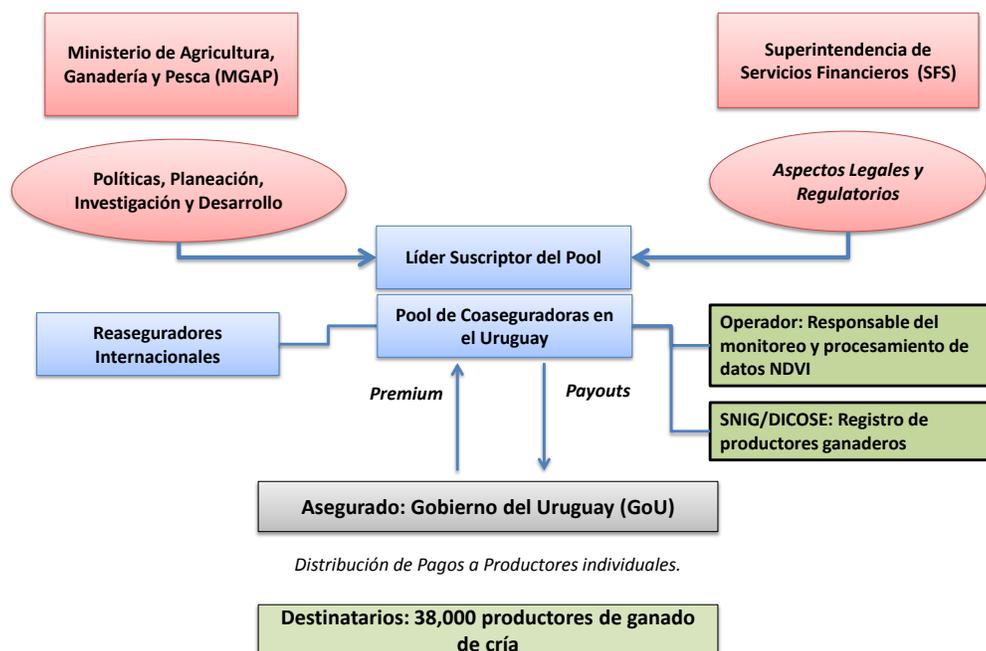
[2] Tasas Comerciales Indicativas calculadas como Tasa Técnica + Recargo simple del 25%

Marco Institucional para el Programa de Seguros de Índice NDVI en Uruguay.

xxiv. *En el marco del Programa de seguros macro basado en el Índice NDVI, el Gobierno del Uruguay será el Asegurado.* Los beneficiarios de la póliza de seguro de Índice NDVI serían los aproximadamente 38,000 productores de ganado localizados en las 195 Secciones Policiales cualificadas de los 18 Departamentos elegibles del país (Ver Figura 2).

xxv. *Las compañías públicas y privadas que ofrecen seguros agrícolas en Uruguay, podrían considerar la posibilidad de participar del programa macro de seguro NDVI de forma individual (una sola empresa) o colectiva, bajo alguna forma de acuerdo de coseguro (pool).* Hay dos opciones principales para la suscripción de este programa NDVI a nivel macro: (i) un solo Asegurador que suscriba el seguro o (ii) un grupo de aseguradoras que acuerden conformar una estructura de coseguro y colaborar en la suscripción del programa en conjunto. Las ventajas de un *pool* de coseguro son: a) las aseguradoras participantes podrían reducir sus costos de administración y de operación del seguro; b) podrían ser capaces de retener una mayor proporción del riesgo que una sola empresa y c) las aseguradoras compartiría el aprendizaje en esta nueva clase de seguro indexado agrícola. La Superintendencia de Servicios Financieros (SFS) ha apoyado, en principio, que este programa de seguro indexado pueda ser implementarse bajo la forma de un acuerdo de coseguro (Ver Figura 2) .

Figura 2. Esquema del marco Institucional para un seguro macro basado en el Índice NDVI para el Gobierno del Uruguay (opción Pool cosegurador)



Fuente: Autores

Consideraciones Financieras y de Reaseguros del Seguro de Índice NDVI

xxvi. *Bajo la opción propuesta del seguro macro, la póliza NDVI se emite en nombre del Gobierno del Uruguay (el Asegurado), quien será responsable por el pago de la Prima respectiva al Pool de compañías aseguradoras.* El Gobierno necesitará decidir si cubre por su cuenta el 100% de la prima comercial del programa, o si buscará una fórmula para compartir el costo con el sector ganadero (productores de ganado e industria frigorífica, por ejemplo). Los beneficiarios (productores ganaderos) serían automáticamente asegurados bajo la póliza de seguros a nivel macro. Sin embargo, resultará potencialmente difícil la implementación de un producto automático si se les solicita a los productores ganaderos contribuir con el pago de las primas y éste programa posiblemente tendría que modificarse hacia un plan de seguro voluntario, que a la fecha no sería aceptado por las compañías aseguradoras comerciales.

xxvii. *Las estimaciones de la Pérdida Máxima Probable (PML) en éste esquema resultan ser elevadas. Esto es el reflejo tanto de la naturaleza sistémica de la exposición al riesgo de sequía en el crecimiento de las pasturas en Uruguay como al tipo de cobertura del seguro paramétrico, que está diseñado para activar pagos de hasta un 100% del total de la suma asegurada.* Bajo un esquema automático dirigido a productores ganaderos habría, sin embargo, beneficios considerables al distribuir el riesgo a través de los 18 Departamentos. Para una frecuencia de pagos de 1 en 10 años y una distribución modelada Log-normal para pérdidas esperadas de 1 en 100 años, la PML esperada para el portafolio completo de Ganado de cría de 3.87 millones de animales y con una Suma Total Asegurada (TSI) de US\$315 millones es de 71% de la TSI, o US\$ 223 millones. Esto sería equivalente a una siniestralidad de un 831% para una PML de 1 en 100 años.

xxviii. *Los requerimientos de capacidad para éste programa son potencialmente muy grandes bajo el escenario de un plan nacional (cobertura total del ganado de cría) y por tal motivo las compañías aseguradoras locales necesitarán buscar el apoyo de reaseguradoras internacionales especializadas en esta clase de seguros agropecuarios basados en Índices.* Las reaseguradoras internacionales necesitarán tener acceso a la base de datos NDVI y a la Herramienta de Tarificación y diseño de cobertura para poder realizar sus propios análisis, y para validar los umbrales de los Índices, los Exit Triggers y la escala de pagos para entonces validar las tasas técnicas y determinar las primas comerciales finales que se necesiten con el fin de poder llevar a cabo este programa.

Siguientes Pasos

xxix. *El Gobierno del Uruguay deberá decidir en una etapa inicial si tiene interés en adquirir la póliza de seguros macro basada en el Índice NDVI para los productores ganaderos del país.* Este informe ha indicado claramente que debido a las limitaciones en la resolución espacial del satélite utilizado por el Banco Mundial para el diseño de éste programa de seguros, la cobertura propuesta no es la adecuada para un plan de seguros para productores individuales y además, que las compañías aseguradoras no tienen interés en suscribir pólizas de seguro a nivel de productores individuales. Por lo tanto, el programa de seguro de Índice NDVI propuesto está diseñado como un producto de contingencia financiera ex-ante que el Gobierno podría utilizar para proporcionar pagos oportunos a pequeños y medianos productores en años de sequía extrema. El gobierno también tendrá que decidir si comienza con un programa piloto en Departamentos y Secciones Policiales determinadas y confirmar los términos de cobertura NDVI que desea adquirir, incluyendo: la frecuencia de pagos mensuales, el período de cobertura (sólo primavera o todos los 7 meses del período de primavera y verano recomendado en éste reporte) y finalmente, el

porcentaje de requerimientos nutricionales diarios del Ganado de cría asegurado que está dispuesto a asegurar, lo que a su vez va a determinar la suma asegurada.

xxx. ***Este nuevo programa de seguro macro basado en el Índice NDVI debería ser visto como parte de la estrategia de gestión de riesgo del Gobierno, y debería ser coordinado cuidadosamente con el existente Fondo Agropecuario de Emergencias (FAE)*** el cual compensa a agricultores en el evento de desastres climáticos y el cual es administrado por el MGAP. Si el Gobierno eligiera introducir una cobertura de sequías con el fin de proteger las pérdidas de pasturas para los productores ganaderos a partir del Índice NDVI, será necesario decidir en el futuro el rol del sistema FAE en esta región puesto que no sería lógico operar dos programas de compensación contra desastres naturales con objetivos superpuestos. Sin embargo, si el Gobierno eligiera adquirir solamente un nivel de cobertura catastrófica muy alto (por ejemplo, la opción de pagos con un período de recurrencia de 1 en 15 años) bajo la propuesta póliza NDVI, tendrá que considerar cómo lidiar con eventos de pérdida más pequeños, que no son activados en años intermedios. Posiblemente, éste tipo de pérdidas podrían seguir siendo compensadas a través del FAE (ver Capítulo 7).

xxxii. ***Si el Gobierno del Uruguay aprueba la implementación de un programa de seguros de pasturas NDVI nivel macro, OPYP-AMGAP ha indicado sus planes de iniciar con un Programa Piloto en siete Departamentos seleccionados localizados en dos regiones (cuatro ubicados en la región de Basalto en el norte del Uruguay y tres más en el sudeste del país).*** Este programa piloto será vinculado con el proyecto financiado por el Fondo de Adaptación al Cambio Climático bajo el Protocolo de Kioto⁶ (Proyecto Ganaderos Familiares y Cambio Climático) y será implementado en 30 Secciones Policiales localizadas en los Departamentos de Artigas, Salto, Paysandú y Tacuarembó en la región de Basalto y en los Departamentos de Lavalleja, Rocha y Maldonado en el sudeste del Uruguay. Los beneficiarios de ese Proyecto son pequeños y medianos productores ganaderos con menos de 750 hectáreas de tierra. Con ésta base se asegurarían un total de 326,427 animales de cría (8.4% del stock nacional) con una Suma Total Asegurada de US\$ 26.6 millones y con primas comerciales indicativas de US\$ 2.2 millones (opción de frecuencia de pagos mes por mes de 1 en 10 años).

xxxiii. ***El equipo del Banco Mundial aprueba por completo ésta manera prudente de iniciar con un proyecto piloto por diversas razones:*** (i) reduce los requerimientos de capacidad de seguro y reaseguro a un nivel manejable; (ii) reduce los costos al Gobierno del Uruguay de la prima a un nivel más asequible para el gobierno; (iii) permite a todas las partes probar los parámetros de diseño del producto NDVI y los sistemas y procedimientos operativos, y de fortalecerlos con el tiempo si así se requiriera; y (iv) permite a todas las partes ganar experiencia con el producto NDVI, evaluar su costo/eficiencia y decidir ampliar el programa hasta una cobertura nacional con el tiempo. El único inconveniente de iniciar con un proyecto piloto es que se reducirán los beneficios de dispersar el riesgo del punto de vista espacial y la Pérdida Máxima Probable como porcentaje de la Suma Total Asegurada será mayor.

xxxiiii. ***En un principio, las compañías aseguradoras tendrán que decidir cómo desean suscribir el programa NDVI, y si la opción de formar un Pool de coaseguro se identifica como una estrategia a seguir.*** El Gobierno del Uruguay (el Asegurado) y el sector asegurador van a tener que tomar decisiones en una etapa inicial, respecto a si pretenden asegurar el programa NDVI por medio de una sola compañía de seguros o a través de alguna fórmula de acuerdo entre las principales compañías aseguradoras del ramo agrícola.

⁶ Fondo de Adaptación del Protocolo de Kyoto (Proyecto del GoU)

xxxiv. ***Desde un punto de vista técnico se recomienda que el asegurador escogido (Pool de coaseguradoras) considere la contratación de una institución especializada para actualizar la base de datos del Índice NDVI en el Uruguay del 2011 al 2013.*** El estudio inicial de la base de datos NDVI fue realizado por LART-FAUBA en el 2012 utilizando datos NDVI medidos a partir de sensores remotos durante el período 1982/82 a 2010/11. Si el proyecto piloto NDVI es aprobado, la primera labor consistirá en la actualización de la base de datos del Índice NDVI de modo que incluya los datos más recientes de 2011/12 y de 2012/13. Posterior a esto, la Herramienta de Tarificación deberá actualizarse para incluir los datos del Índice NDVI de los últimos dos años y recalcular las tasas puras y las tasas técnicas. Para que el producto Índice NDVI sea sostenible se necesitará crear un presupuesto para brindar asistencia técnica que cubra el procesamiento de las imágenes del Índice NDVI y la actualización de la Herramienta de Tarificación mientras que se va obteniendo experiencia con el tiempo. LART-FAUBA ha dado estimativos de costos indicativos para el procesamiento de las imágenes NDVI, en éste reporte se presentan los detalles.

xxxv. ***Las compañías aseguradoras deberán obtener aprobación formal de la Superintendencia de Servicios Financieros del BCU (SFS) para implementar el nuevo programa / producto NDVI.*** Durante la ejecución de éste estudio de factibilidad, el equipo del Banco Mundial ha compartido regularmente con la SFS las características del diseño técnico y de la Herramienta de Tarificación. La SFS ha apoyado bastante al Banco Mundial en la ejecución de éste estudio de factibilidad y ha indicado que hasta la fecha no ha identificado ningún impedimento para la implementación de éste producto en el Uruguay. Ahora que el estudio ha sido completado y que el Manual del Usuario y la Herramienta de Tarificación han sido completados, las compañías aseguradoras podrían ahora preparar sus Notas Técnicas y completar el proceso de aprobación formal ante la SFS.

xxxvi. ***La participación de las reaseguradoras internacionales será necesaria en una etapa inicial de las negociaciones sobre el diseño y tarificación de la cobertura final y la definición de la suma asegurada para éste programa NDVI, también en el diseño de la financiación de riesgo y en el programa de reaseguro.*** Las reaseguradoras internacionales especializadas en agricultura están familiarizadas con seguros NDVI, y el apoyo de éstas será crítico en la implementación de éste nuevo programa de seguros en el Uruguay. Este informe presenta una Herramienta de Tarificación, la cual permite obtener primas comerciales indicativas. Sin embargo, se enfatiza que las decisiones finales de la Tarificación deberán ser tomadas por las aseguradoras locales, y sus reaseguradoras locales e internacionales.

xxxvii. ***Una tercera parte que opere los datos del Índice NDVI deberá ser identificada y aprobada por los actores clave en la planeación de la fase de implementación.*** Es esencial que una tercera parte pueda operar y monitorear de manera independiente los valores del Índice NDVI para cada uno de los píxeles y Unidades Aseguradas durante el período de cobertura; y proporcione mensualmente datos a los actores claves (incluyendo el Asegurado, las compañías aseguradoras y sus reaseguradoras). La responsabilidad de este operador termina en el momento en que transmite los valores mensuales NDVI actualizados al asegurador y a otros participantes claves según lo acordado. Luego, será responsabilidad del asegurador el ingresar los valores NDVI en la base de datos NDVI de Excel y en la Herramienta de Tarificación con el fin de calcular si se ha activado algún pago en cada Sección Policial. El Banco Mundial ha solicitado a LART-FAUBA que elabore una propuesta que defina los requerimientos técnicos para que una tercera parte opere los datos del Índice NDVI para éste programa. La propuesta ha sido compartida con OPYPA.

xxxviii. ***Uno de los aspectos operativos críticos del programa de seguro de Índice NDVI propuesto es asegurar que, en caso de que se active el seguro, los pagos sean distribuidos de manera oportuna a los productores ubicados en cada una de las Unidades Aseguradas (Secciones Policiales) afectadas.*** Este informe ha mostrado que SNIG-DICOSE puede proveer información precisa de cada uno de los productores ganaderos con sus respectivos animales por Sección Policial y por Departamento con el fin de registrar a los productores como beneficiarios del programa de seguros macro y establecer las sumas aseguradas por beneficiario por Sección Policial, por Departamento y en Total. Un aspecto clave que necesitará ser discutido con el Gobierno y con las asociaciones de productores es el(los) mecanismo(s) que se implementará(n) para la distribución de pagos de manera oportuna a los productores ganaderos en el caso de que la póliza de seguros active un pago en cualquiera de los meses comprendidos dentro del período de cobertura en cualquier Unidad Asegurada. Existen potencialmente tres métodos principales para distribuir los pagos a los productores de las áreas afectadas: (i) en efectivo depositado en sus cuentas bancarias, (ii) en forma de cupones que pueden ser canjeables en tiendas de distribución de alimentos para animales o (iii) que el gobierno organice pagos en especie a través de envíos de raciones alimenticias animales a los productores de las Secciones Policiales que resulten afectadas. En caso de los productores de menor tamaño, el MGAP utilizaría los pagos para la compra del alimento animal al por mayor, para luego ser distribuida por las Mesas de Desarrollo Rural⁷ de cada Departamento a los productores de vacas de cría ubicados en las Secciones Policiales que hayan sido activadas bajo la cobertura NDVI. MGAP a través de sus representantes en las Mesas de Desarrollo Rural, ya ha tenido la experiencia de distribuir raciones de alimento animal a los productores ganaderos afectados por la sequía de 2008/09 bajo el programa Fondo Agrícola de Emergencias (FAE) que administra. No obstante, la opción de realizar pagos en forma de raciones de alimento animal implica mayores gastos y además puede tomar mucho más tiempo su operación. Se debe destacar que estos costos no se han contemplado en las primas comerciales indicativas presentadas en éste reporte. Por lo tanto, se necesitarán tomar decisiones sobre quién pagará los costos de envío de las raciones a los beneficiarios, que en caso de estos productores podría ser cubierto por el FAE.

xxix. ***Se recomienda que las partes claves interesadas en esta iniciativa consideren formar un Grupo de Trabajo, el cual podría reunirse regularmente con el fin de revisar las tareas de planeación de implementación y asuntos claves que necesiten ser resueltos para el lanzamiento del plan Piloto NDVI.*** La composición del Grupo de Trabajo debería incluir partes interesadas claves como OPYPA-MGAP, el Ministerio de Economía, INIA, la Superintendencia de Servicios Financieros y representantes de las asociaciones ganaderas.

⁷ Las Mesas de Desarrollo Rural fueron creadas por la Ley N° 18.126 de Descentralización y Coordinación de Políticas Agropecuarias con base Departamental, de mayo de 2007. Están integradas por representantes locales del MGAP, de la autoridad departamental y de la junta local, así como por representantes de las organizaciones de productores y de las cooperativas locales. Tienen el cometido de promover el involucramiento y participación de la sociedad agropecuaria en la instrumentación de las políticas del sector, detectando las demandas e inquietudes de los productores rurales del departamento y canalizando los distintos proyectos de desarrollo.

1. Introducción y Objetivos del Estudio de Factibilidad

Antecedentes sobre la Exposición a Sequías en la Producción ganadera y de Pasturas en el Uruguay

1.1. *La producción de ganado en el Uruguay es muy importante para la economía y para sus exportaciones.* El subsector ganadero de carne emplea cerca de un 5% de la población y contribuye con aproximadamente un 4% del Producto Interno Bruto y con un 20% de las exportaciones totales. Es un sector de actividad muy importante ya que cuenta con cerca de 40,000 productores ganaderos registrados cubriendo 13.5 millones de hectáreas de las cuales más del 70% son pasturas naturales, 11.2 millones de cabezas de ganado vacuno y 7.7 millones de cabeza de ganado ovino (DICOSE, 2011). El Uruguay ha desarrollado un avanzado servicio veterinario y de salud animal y ha sido el primer país en el Mundo en desarrollar e implementar una base de datos nacional computarizada de registro y trazabilidad de animales como parte de un sistema de control y administración de enfermedades epidemiológicas en ganado.

1.2 *Los sistemas de producción ganadera distribuidos en 18 de los 19⁸ Departamentos del país, están basados principalmente en pastoreo extensivo de pasturas naturales.* En el centro y sur del Uruguay, -que son las áreas ganaderas de mayor productividad por la mayor aptitud productiva de los suelos-, la producción de ganado de carne se realiza en combinación con actividades agrícolas. Por esta razón, los sistemas ganaderos de dichas regiones del país suplen las necesidades alimenticias del ganado a partir de pasturas, granos y residuos de cultivos. Por el contrario, en el norte del Uruguay, que comprende la región de Basalto (Departamentos de Artigas, Salto y parte de Paysandú), la baja profundidad de los suelos y su capacidad de retención de humedad son factores limitantes para la producción de cereales y otros cultivos. Por lo anterior, la mayoría de los productores de la región del norte están involucrados en sistemas de ganadería de cría en donde los animales son alimentados principalmente con pasturas naturales.

1.3. *La ganadería de cría en el país está muy expuesta a eventos climáticos, especialmente a sequías que impactan severamente la producción de pasturas.* En los últimos 100 años, los sistemas productivos ganaderos han sido afectados por sequías severas en al menos siete ocasiones, incluyendo en 1916-1917, 1942-1943, 1964-1965, 1988-1989, 1999-2000, 2004-2005 y 2008-2009. Se observa que 4 de estos eventos han ocurrido en los últimos 25 años incluyendo la de 1988-1989, que fue la sequía más intensa para el sector ganadero en el siglo pasado, seguida por el segundo peor evento en 2008-2009. Lo anterior podría indicar una tendencia hacia una mayor frecuencia y severidad de sequías relacionadas con aspectos del cambio climático. El impacto de la sequía de primavera en pasturas ocasiona severas pérdidas directas e indirectas. Las pérdidas directas en el sector incluyen: reducción de preñez y tasas de natalidad, ventas forzadas de animales y en casos extremos, hambruna y muerte del ganado. Por otro lado, los efectos indirectos afectan a los sistemas ganaderos de cría y/o engorde en los dos o tres años posteriores a la ocurrencia del evento así como también a la actividad de las plantas de faena. El valor económico de las pérdidas directas e indirectas en la agroindustria de ganado de carne como consecuencia de las sequías extremas del 2008-2009 fueron estimadas entre US\$ 0.75 mil millones y US\$ 1.0 mil

⁸ La excepción es el Departamento de Montevideo (el cual incluye la ciudad capital de Montevideo), que es predominantemente urbano y cuenta con muy pocos agricultores registrados con ganado. Por lo tanto, el Departamento de Montevideo se excluyó del alcance del estudio de factibilidad del seguro de Índice NDVI para productores ganaderos del Uruguay.

millones (Asociación Rural del Uruguay 2009; Paolino et al 2010).

1.4. ***La ocurrencia de sequías severas más frecuentes en los pasados veinte años y su impacto negativo en el sector ganadero y en la economía del país, tiene implicaciones importantes tanto en el manejo del sector como en la implementación de mecanismos de transferencia de riesgos.*** El gobierno del Uruguay (GoU) y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MGAP) son muy conscientes de la necesidad de mejorar los sistemas de cría de ganado y las prácticas de gestión en las áreas más expuestas a la sequía, como la Región de Basalto así como también en las otras zonas ganaderas del país. Se ha evidenciado la necesidad de introducir mejores prácticas de conservación de agua y de la tierra, y de manejar densidades de carga animal adecuadas. Desde un punto de vista de seguros, los suscriptores de seguros (aseguradoras y reaseguradoras) estarán interesados en analizar si existe alguna tendencia en la frecuencia de ocurrencias de las sequías y si las pérdidas en el sector ganadero han sido evaluadas adecuadamente en el proceso de tarificación del programa de seguros de Índice NDVI. En este sentido, es muy importante destacar que el análisis presentado en este reporte indica claramente que no hay tendencias en los valores NDVI a lo largo de la serie de tiempo de 30 años. El análisis de datos muestra que si bien las lluvias han sido más erráticas, esto no ha sido acompañado por una tendencia a la baja en la calidad de pasturas en el país (Ver Capítulo 5 para más información).

Los Seguros Agrícolas en el Uruguay y la Falta de Coberturas Adecuadas de Seguros de Pasturas para Productores Ganaderos

1.5. ***El Uruguay tiene un desarrollado mercado de seguros agrícolas.*** El país cuenta con más de 75 años de experiencia de seguros de granizo para cultivos. Actualmente, 5 compañías de seguros (4 privadas más una pública, el Banco de Seguros del Estado) participan activamente en la cobertura de daños ocasionados por los riesgos de granizo, incendio e incendio, que afectan a los cultivos de cereales oleaginosos (soja y girasol), que incluyen el arroz, trigo, maíz, frutales y vid. No obstante, el seguro multiriesgo (MPCI), que cubre pérdidas en rendimiento de los cultivos que son ocasionados por varios riesgos incluidos algunos de carácter más sistémico como la sequía, inundaciones y heladas, no se han extendido en el país por su alto costo. Este tipo de seguro se ofrece de manera muy limitada para algunos productores que cuentan con suficiente información histórica de sus cultivos de soja, maíz, girasol, trigo o cebada. En lo que respecta a seguros ganaderos, existen solamente coberturas para accidente y mortandad en ganado reproductor de pedigree, fundamentalmente. El Uruguay también cuenta con un desarrollado mercado de seguros forestales que cubre las plantaciones comerciales de eucalipto y pino, localizadas principalmente, en la parte oriental y norte del país. El seguro agrícola es voluntario en el Uruguay y, con la excepción de cultivos frutícolas y hortícolas, éste no cuenta con un subsidio estatal. Desde el año 2002 el MGAP administra el Fondo de Reconstrucción y Fomento de la Granja (FRFG) que tiene como objetivo el rehabilitar los sistemas de producción frutícolas y hortícolas, así como fincas de cerdos y pollos, así como el fomento de la contratación de seguros agrícolas mediante subsidios diferenciales a las primas, mayor subsidio cuanto menor sea el tamaño del productor. El mercado de seguros agrícolas es controlado y regulado por la Superintendencia de Servicios Financieros (SFS).

1.6. ***A la fecha, no existe en el país un seguro comercial que cubra a los productores ganaderos contra pérdidas cuantitativas y cualitativas en pasturas naturales.*** Ninguna aseguradora ofrece actualmente cobertura por pérdidas en pasturas naturales de pastoreo.

1.7. ***En 2007 el GoU creó el Fondo Agropecuario de Emergencias para atender emergencias de origen climático o sanitario, y en 2008 suministró pagos compensatorios a aquellos productores agrícolas y pecuarios que sufrieron pérdidas debido a la sequía.*** El FAE fue creado por decreto a fines

de 2007 en respuesta a las pérdidas ocasionadas por la sequía. Este fondo brinda asistencia financiera de manera ex-post, también en infraestructura productiva e insumos de modo que les permita a los productores agrícolas y pecuarios recuperarse de las pérdidas ocasionadas por desastres climáticos. Actualmente este fondo cuenta con recursos muy limitados y no podría responder a pérdidas mayores como la seca del 2008-2009 cuando las pérdidas directas en cultivos y ganado se estimaron en US\$ 869 millones (Asociación Rural del Uruguay 2009). Es por esta razón que la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA-MGAP) busca diseñar un producto de transferencia de riesgo ex-ante que proteja a productores ganaderos contra sequías mayores y para tener acceso a mercados de seguros y reaseguros locales e internacionales.

Aplicaciones de Sensores Remotos en los Seguros de Pasturas

1.8. *En la década pasada, varios países han desarrollado programas de seguros de Índice basados en tecnologías de sensores remotos, y el Gobierno del Uruguay está interesado en desarrollar una cobertura similar para productores agropecuarios en el Uruguay.* En la década pasada, varios países incluyendo EEUU, Canadá, España y México han desarrollado programas comerciales de seguros de Índices para la protección contra pérdidas en pasturas, principalmente relacionadas con sequías. Estos programas utilizan sensores remotos basados en satélite que miden el estado de crecimiento vegetal de los pasturas de manera regular durante el año. Todos estos programas de seguros comerciales están basados en Índices de Vegetación Normalizados (NVDI). Las coberturas están diseñadas (i) para proveer pagos oportunos en eventos de pérdidas severas en producción de pasturas, y (ii) para facilitar la compra de raciones suplementarias de alimento a los productores ganaderos ubicados en las zonas afectadas, con el fin de mantener a sus animales en vez de ser forzados a venderlos. Así mismo, otros países están explorando la posibilidad de introducir seguros NDVI para la ganadería incluyendo Argentina. En Argentina, el Banco Mundial ha realizado un estudio de factibilidad similar al del Uruguay para la introducción de un seguro NDVI para productores ganaderos localizados en el Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires (Banco Mundial 2013).

Solicitud del Gobierno de Uruguay al Banco Mundial y Alcance del Estudio

1.9. *En el 2011, el Gobierno del Uruguay (GoU) a través del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), solicitó al Banco Mundial conducir un estudio de factibilidad para el desarrollo de un producto de seguro de Índice para proteger a productores ganaderos contra sequías severas y otras pérdidas climáticas en pasturas naturales.* Los componentes específicos de éste estudio incluyeron: (i) identificar y contratar un especialista internacional en sensores remotos NDVI para desarrollar una base de datos NDVI para pasturas en el Uruguay; (ii) asistir a la Oficina de Programación y Política Agropecuaria (OPYPA-MGAP) en el diseño, tarificación y planeación de la implementación de un seguro de Índice NDVI para productores ganaderos en Uruguay; (iii) desarrollar un marco político basado en asociaciones público-privadas (PPP), para la implementación del seguro de Índice NVDI en el Uruguay; (iv) proveer el desarrollo de capacidades al MGAP y al sector asegurador en temas relacionados con los seguros de Índice NVDI; y finalmente (v) proveer al regulador de seguros, en el fortalecimiento de capacidades en el diseño de seguros de Índice NVDI. El estudio de factibilidad aquí referido fue implementado por el Banco Mundial bajo un programa de Asistencia Técnica No –reembolsable hacia MGAP.

1.10. *Este informe presenta los hallazgos y recomendaciones del estudio de factibilidad sobre la introducción de un programa de Índice NVDI a nivel macro para pasturas, que podría ser adquirido por el Gobierno del Uruguay (GoU) como parte de su estrategia de gestión de desastres naturales para productores ganaderos del país.* Este reporte está estructurado en 7 capítulos comenzando con esta

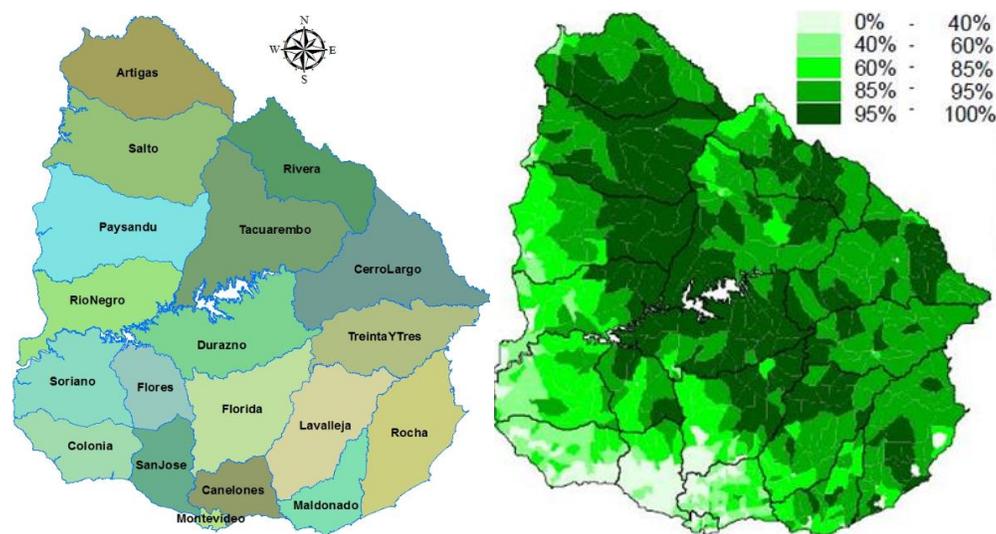
introducción. El Capítulo 2 incluye un resumen de los sistemas de producción ganadera en el Uruguay y presenta un análisis de las principales exposiciones de riesgo climático asociadas con el pastoreo de ganado en el país. El Capítulo 3 trata brinda los conceptos relacionados con el Índice NVDI y presenta la experiencia internacional de los seguros de Índice NVDI para pasturas, y sobre la posible aplicación de este tipo de producto en el Uruguay. El Capítulo 4 trata sobre el desarrollo de la base de datos del Índice NVDI para el Uruguay. El Capítulo 5 presenta detalles completos sobre el diseño de la póliza de Seguro NVDI y sobre la metodología de tarificación utilizada en el marco de este estudio. El Capítulo 6 discute los requerimientos legales, institucionales, operacionales, financieros de seguros y reaseguros, y los retos para la introducción de un programa de seguro NVDI en el Uruguay. Finalmente, el Capítulo 7 presenta las conclusiones y recomendaciones. También, este informe contiene cuatro anexos técnicos, que se incluyen a modo de referencia.

2. Valoración del Riesgo en la Producción de Pasturas y Producción Ganadera en el Uruguay

Clima y Producción de Ganado en el Uruguay

2.1 *El sector ganadero en el Uruguay está altamente organizado y es una importante actividad económica y social.* El sector agropecuario primario emplea cerca del 9% de la población y el sector agroindustrial en su conjunto (fase primaria y fase industrial) representa el 16% del total de ocupados del país. Respecto a su importancia económica, el sector agroindustrial contribuye con aproximadamente el 20% del Producto Interno Bruto y el sector agropecuario en particular, con el 8% del PBI y el 50% del valor de las exportaciones. Dentro de este sector, el subsector ganadero emplea el 5% de la población ocupada, contribuye con aproximadamente el 4% del PBI y el 17% del valor de las exportaciones. La producción de ganado de carne es un sub-sector muy importante que cuenta con más de 40,000 productores ganaderos registrados, cerca de 13.5 millones de hectáreas de pasturas naturales predominantemente (>90% de la producción de forraje total), 11.2 millones de cabezas de ganado vacuno y 7.7 millones de cabezas de ganado ovino (DICOSE, 2011). La producción ganadera está distribuida en 18 de los 19 departamentos del Uruguay (ver Mapas en la Figura 2.1).

Figure 2.1. Ubicación de los Departamentos del país y Principales Áreas de Producción Ganadera



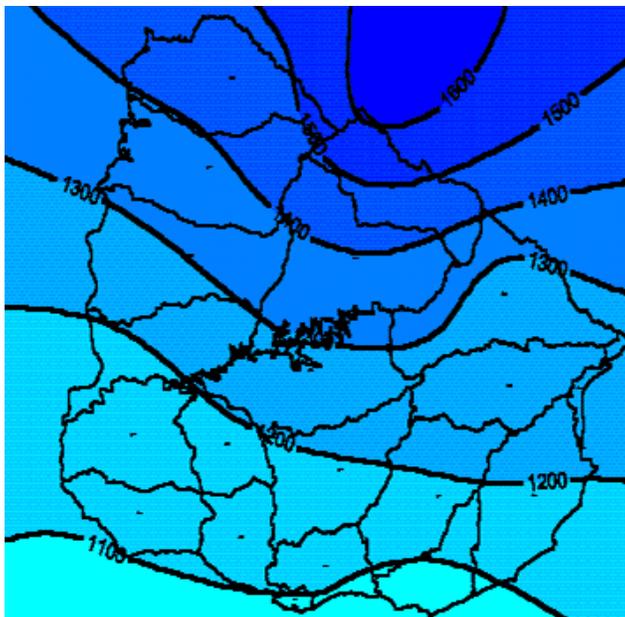
Fuente: IEA basado en el Censo Agrícola 2000

2.2. *Localizado en su totalidad dentro de la zona templada, el Uruguay cuenta con un clima bastante uniforme en todo el país.* Las variaciones estacionales son pronunciadas, pero es inusual registrar valores extremos de temperatura. Las estaciones están bien definidas, y en gran parte del Uruguay la primavera es usualmente húmeda, fría y con vientos; los veranos son calientes; los otoños no son muy fuertes; y los inviernos son fríos e incómodamente húmedos. Sin embargo, el noroeste del Uruguay, que está lejos de grandes cuerpos de agua, tiene veranos más calientes e inviernos más leves y secos que el resto de país. La

temperatura en Montevideo ronda entre los 28°C y 17°C. En el caso del Departamento de Artigas que está ubicado en el noroeste del país, la temperatura oscila entre los 18°C y 33°C. En el invierno (Julio), la temperatura en Montevideo se registra entre los 6°C y 14°C, con una mínima histórica de -4°C. Las lluvias presentan una distribución uniforme a lo largo del año, y la media anual aumenta de sudeste a noroeste. En Montevideo el promedio de lluvias anual es de 950 milímetros, mientras que Artigas recibe 1,235 milímetros.

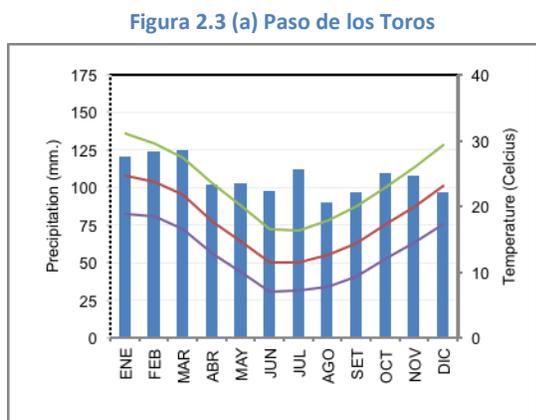
La Figura 2.2 muestra las Isoyetas de los valores de precipitación media Anual en el Uruguay, con un comportamiento ascendente de sur a norte. Las Figuras 2.3 (a) y (b) muestran los valores promedio mensuales de lluvias y temperatura para las estaciones meteorológicas de Paso de los Toros y Artigas, respectivamente, e ilustra la distribución uniforme de lluvias a lo largo del año con picos de lluvia en los meses de primavera/verano y mínimos en el invierno.

Figura 2.2. Uruguay: Isoyetas de Valores de Precipitación Promedio Anual (1961-1990)

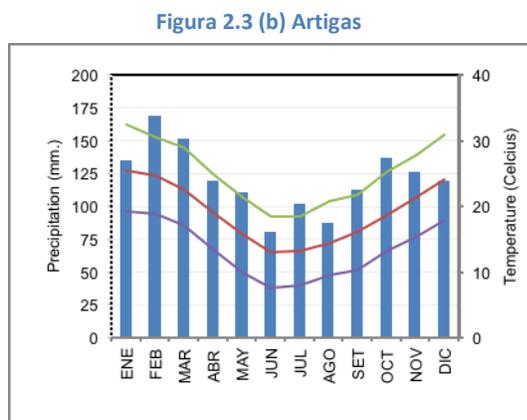


Fuente: Dirección Nacional de Meteorología

Figura 2.3. Valores Promedio mensual de Lluvia y Temperatura para Estaciones Meteorológicas seleccionadas



Fuente: Dirección Nacional de Meteorología



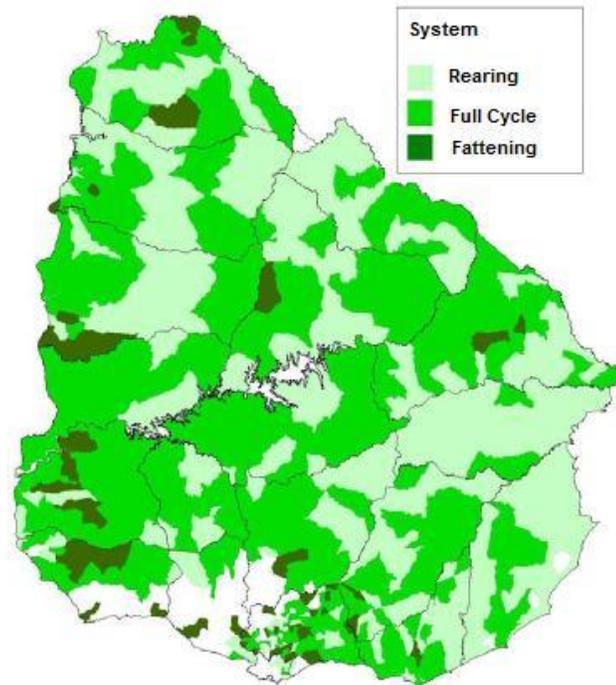
Fuente: Dirección Nacional de Meteorología

Notas: Las barras en la Figura 2.3 representa promedios de lluvia mensual y las líneas, temperaturas mensuales

Sistemas Productivos Ganaderos en el Uruguay

2.3. *Los sistemas de producción ganadera en el Uruguay están basados principalmente en el pastoreo extensivo de pastizales naturales.* Las actividades de producción ganadera de carne pueden realizarse como complemento a actividades agrícolas (cultivos de cereales y/o oleaginosos), o bien puede ser la única actividad productiva en la finca. Las áreas agrícolas más productivas están localizadas en los Departamentos al oeste del país (Soriano, Colonia, Río Negro, Paysandú, Salto y Artigas) y en éstas áreas la producción de ganado de carne –principalmente engorde– se lleva a cabo en combinación con actividades de cultivo. En las zonas orientales de los Departamentos de Cerro Largo, Treinta y Tres y Rocha, la producción de ganado de carne (principalmente cría de ganado vacuno) se realiza en conjunto con la producción de arroz. Los sistemas productivos de ganado vacuno (particularmente de cría) y ovino se realizan en áreas con baja productividad, las que se concentran en la región de Basalto Superficial (parte del centro y noroeste del Uruguay) que comprende las secciones orientales de los Departamentos de Artigas, Salto y Paysandú; y las secciones occidentales de los Departamentos de Rivera y Tacuarembó. La ganadería llamada de “ciclo completo” que abarca desde la cría hasta el engorde del ganado se realiza en mayor medida en el Noreste, Centro y Sureste del Uruguay (Este de Rivera y de Tacuarembó, Oeste de Cerro Largo y de Treinta y Tres, Durazno, Florida y Lavalleja dada la mejor calidad de suelos respecto a la región del Basalto Superficial. Finalmente, la lechería (ganado de razas específicas para la producción de leche) se desarrolla principalmente en los Departamentos del Sur del país (San José, parte de Colonia, Florida y Canelones). El Mapa de la Figura 2.4 presenta la distribución de los sistemas de producción de ganado de carne a lo largo de los Departamentos del Uruguay. En el Anexo 1 se presenta más información sobre los sistemas de producción de ganado de carne en el país.

Figura 2.4. Distribución de los Sistemas de Producción Ganadera en el Uruguay



Fuente: Pereira et al. 2004, basado en Censo Agrícola General 2000 del MGAP-DIEA

2.4. *De acuerdo a datos del Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) / Estadísticas DICOSE (División Contralor de Semovientes del MGAP), en el 2011 estaban registrados 11.2 millones de cabezas de ganado en el Uruguay.* Los datos de ganado registrados por SNIG/DICOSE se consideran como la información más precisa disponible sobre el stock ganadero en el país. Una vez al año todos los productores que posean ganado (vacuno, ovino) deben completar un formulario (declaración jurada) preparado por DICOSE detallando el número de existencias ganaderas que posean por categoría animal, uso del suelo, padrón donde se desarrolla la actividad, etc, Por tanto esta información se actualiza cada año y se realiza como parte del programa nacional de control de la Fiebre Aftosa (FMD). Estas estadísticas son procesadas por el SNIG. De acuerdo con las mismas, los Departamentos ganaderos más importantes en lo referente al número de animales de cría se encuentran en el centro y noreste del país. Estas zonas incluyen a los Departamentos de Tacuarembó con 1.03 millones de cabezas (9.2% en total), seguido por Cerro Largo (8.2% del total) y Salto (7.7%). Ver Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Número de Animales por Categoría y por Departamento en el Uruguay, 2011

Department	Bulls	Breeding Cows	Wintered Cows	Bullocks > 3 years	Bullocks 2-3 years	Bullocks 1-2 years	Heifers > 2 years	Heifers 1-2 years	Calves	Total Cattle
Artigas	10,298	266,746	25,218	34,696	59,099	64,651	35,938	69,412	176,061	742,119
Canelones	3,497	81,768	9,175	15,668	25,550	32,380	15,939	24,732	62,006	270,715
Cerro Largo	13,653	345,170	31,459	56,550	69,113	70,181	57,909	83,167	197,782	924,984
Colonia	3,856	147,124	6,107	4,879	24,959	41,519	19,863	40,826	107,418	396,551
Durazno	11,509	267,227	36,644	46,105	71,999	56,585	33,712	68,931	188,405	781,117
Flores	4,906	119,986	12,913	11,688	26,334	30,977	18,133	37,077	87,250	349,264
Florida	10,445	288,477	30,788	33,217	52,026	53,347	40,412	75,436	204,051	788,199
Lavalleja	10,445	248,028	21,107	40,592	57,779	52,823	32,466	58,669	159,845	681,754
Maldonado	3,706	108,703	7,884	8,596	12,545	16,479	13,343	25,528	62,044	258,828
Montevideo	53	799	55	40	140	197	57	318	434	2,093
Paysandù	10,758	265,994	23,937	52,404	70,095	73,877	39,538	80,064	177,730	794,397
Río Negro	7,358	147,191	20,964	18,111	46,567	53,479	23,364	49,258	119,018	485,310
Rivera	10,327	247,005	23,017	37,017	45,044	44,716	37,425	62,280	130,494	637,325
Rocha	10,359	270,835	25,856	21,846	52,399	68,804	25,656	71,430	191,299	738,484
Salto	13,541	317,349	21,704	37,510	62,326	69,388	45,138	80,280	212,161	859,397
San José	5,171	140,605	11,622	9,058	22,336	28,294	18,300	34,939	94,650	364,975
Soriano	5,438	124,638	16,616	19,224	57,855	64,619	22,872	45,604	115,976	472,842
Tacuarembó	15,639	364,794	38,702	70,495	84,576	85,064	55,128	93,816	225,367	1,033,581
Treinta y Tres	9,666	252,143	22,316	26,729	36,327	47,318	28,719	62,820	151,265	637,303
Total	160,625	4,004,582	386,084	544,425	877,069	954,698	563,912	1,064,587	2,663,256	11,219,238

Fuente: DICOSE 2011

Exposición a Riesgos Climáticos en la Producción Ganadera y de Pasturas en el Uruguay

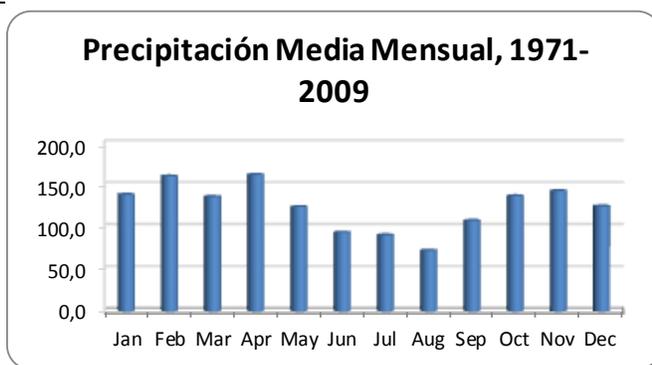
2.5. *La precipitación en el Uruguay presenta una gran variabilidad inter-anual.* El coeficiente de variación de los datos de lluvia de las estaciones seleccionadas muestra que los valores medios de precipitación varían entre 18% y 31%, mientras que la variabilidad mensual alcanza valores muy elevados de entre 50% y 80% (Tabla 2.2). Dado que un alto porcentaje de las actividades agrícolas en el país es dependiente de las lluvias, el estudio de la variabilidad en los datos de precipitación ha sido un tópico de gran interés entre investigadores⁹, cuyos estudios coinciden en la necesidad de entender las causas de desviación negativa (positiva) de lluvia dentro del Uruguay y el resto de la región del Sureste de Sur América¹⁰ (SSA).

⁹ Barros et al (2000); Barros, Doyle and Camilloni (2008)

¹⁰ La región del Sureste de Sur América incluye áreas geográficas del Uruguay, Paraguay, y la parte sub-tropical de Argentina y Brasil.

Tabla 2.2. Variabilidad interanual de la lluvia en la estación meteorológica No. 86330 (Artigas), 1971-2009.

Precipitación Media (mm) [1]	Desvest (mm) [2]	%[2/1]	Max (mm)	Min (mm)
139,34	108,12	77,59%	449,70	14,40
161,17	108,94	67,59%	427,60	9,20
136,63	93,47	68,41%	363,70	29,10
162,98	123,51	75,78%	520,60	15,00
124,59	92,15	73,96%	367,40	1,10
94,10	52,34	55,62%	247,90	14,10
91,03	66,28	72,81%	307,90	20,00
72,49	48,64	67,10%	184,90	3,00
108,23	65,38	60,41%	283,40	15,90
137,58	69,43	50,47%	336,00	30,00
143,75	115,16	80,11%	562,80	3,50
125,40	91,14	72,68%	436,90	11,00



Fuente: Autores en base a la Dirección Nacional de Meteorología del Uruguay (DNM).

Nota: Desvest significa “desviación estándar”.

2.6. *El análisis de datos anuales y mensuales muestra un incremento tanto en eventos de exceso de lluvia como en sequías extremas (ver Tabla 2.3).* Entre los períodos de 1971-1983 y 1997-2009, el número total de eventos de lluvia moderada¹¹ a lluvia en exceso registrado por las quince estaciones meteorológicas seleccionadas se incrementaron de 18 a 26 eventos (o un incremento de cerca de 44% en la frecuencia de eventos de lluvia en exceso). Resultados similares también se obtuvieron por otros investigadores que realizaron estudios meteorológicos más especializados en la región del SSA. Estos estudios encontraron una tendencia de lluvia lineal positiva entre 1960-1999. Por otro lado, el número de eventos de sequías moderadas a severas muestra un aumento en frecuencia aún más alta entre estos dos períodos de tiempo: entre el período 1971-1983 hubo 10 sequías severas registradas a lo largo de las 15 estaciones meteorológicas, pero estos eventos se han duplicado hasta 21 eventos durante el período 1997-2009.

¹¹ La estimación de eventos que van de moderados a severos se calculó como el porcentaje de lluvia por encima /por debajo de su norma (1971-2009). En la siguiente tabla los rangos se utilizaron como guía para diferenciar eventos entre condiciones de lluvia normal, Sequía /Exceso, Sequía Moderada /Exceso Moderado y Sequía Severa /Exceso Severo).

Clasificación	Rango
Exceso Severo	45,0% a más
E. Moderado	30,0% a 45,0%
E. Débil	15,0% a 30,0%
Normal	-15,0% a 15,0%
Sequía Débil	-30,0% a -15,0%
S. Moderada	-45,0% a -30,0%
S. Severa	menor a -45,0%

Tabla 2.3. Distribución de eventos de sequía y exceso de lluvia por décadas durante el período 1971 al 2009, que van desde moderados hasta severos, para un grupo de estaciones meteorológicas seleccionadas,

Partido	WS ID	Eventos de Exceso Moderado a Severos				Eventos de Sequía Moderada a Severa			
		1971-1983	1984-1996	1997-2009	Total	1971-1983	1984-1996	1997-2009	Total
Artigas	86330	1	1	2	4	-	2	3	5
Bella Unión	86315	-	3	2	5	1	1	1	3
Carrasco	86580	1	-	2	3	1	1	1	3
Colonia	86560	1	2	-	3	1	-	2	3
Durazno	86530	2	-	2	4	1	2	2	5
Melo	86440	-	-	3	3	1	1	-	2
Mercedes	86490	2	1	1	4	1	-	1	2
Paso de Toros	86460	2	1	1	4	-	1	2	3
Paysandú	86430	1	1	1	3	-	1	1	2
Prado	86585	1	1	2	4	1	-	1	2
Rocha	86565	-	1	2	3	1	-	1	2
Salto	86360	-	-	2	2	-	-	2	2
Tacuarembó	86370	1	-	3	4	-	1	2	3
Treinta y Tres	86500	1	1	1	3	1	2	-	3
Young	86450	5	-	2	7	1	2	2	5
Total		18	12	26	56	10	14	21	45
Distribution/decade		32%	21%	46%		22%	31%	47%	

Fuente: Autores en base a información de la DNM .

2.7. *Durante el verano en Uruguay normalmente se registran valores de precipitación entre 31% y 43% del total anual* . Para las estaciones meteorológicas seleccionadas, la cantidad de lluvia de verano varía entre 31% y 43% de total de lluvia anual. Variaciones extremas en acumulados de lluvia registradas durante este período (Diciembre a Febrero) han causado pérdidas importantes al sector agropecuario en el pasado. Por ejemplo, se estima que las inundaciones registradas en 1983 y 1992 dentro de la región SSA causaron pérdidas de cerca de US\$1 mil millones en cultivos y en infraestructura en cada incidente. También, inundaciones severas se registraron en 1997-1998 y, de nuevo en 2007 (Barros et al, 2000). La inundación del 2007 se consideró como la peor inundación en 50 años en el Uruguay, afectando 7 de los 19 Departamentos, siendo los departamentos de Durazno, Soriano y Treinta y Tres los más afectados¹². Por otro lado, desde el inicio de la década de los 80's se han registrado cinco¹³ sequías severas y prolongadas en el país. Las pérdidas directas en el sector ganadero a causa de la sequía del 2008-2009 fueron de alrededor de US\$342 millones; mientras que el impacto a medio plazo para otros sectores se estimó fue de S\$1 mil millones¹⁴, aproximadamente. En el Recuadro 2.1 se presenta un análisis de las condiciones de lluvia experimentadas en la sequía del 2008-2009.

¹² Kun, L. (2012) 'Worst floods in 50 years displace thousands in Uruguay', *UNICEF* [Online] Disponible en: http://www.unicef.org/emerg/uruguay_39762.html

¹³ Entre 1980 y 2009, se han experimentado en el Uruguay cinco condiciones de lluvia extrema por debajo de lo normal. Estos eventos se registraron en 1988-1989, 1997, 1999-2000, 2004-2005, y 2008-2009 (Caffera, ND).

¹⁴ Paolino, C., Methol, M. y Quintans, D. (2010) *Estimación del impacto de una eventual sequía en la ganadería nacional y bases para el diseño de políticas de seguros*, OPYPA-MGAP [Online] Disponible en: <http://www.mgap.gub.uy/opypa/ANUARIOS/Anuario2010/material/pdf/23.pdf>

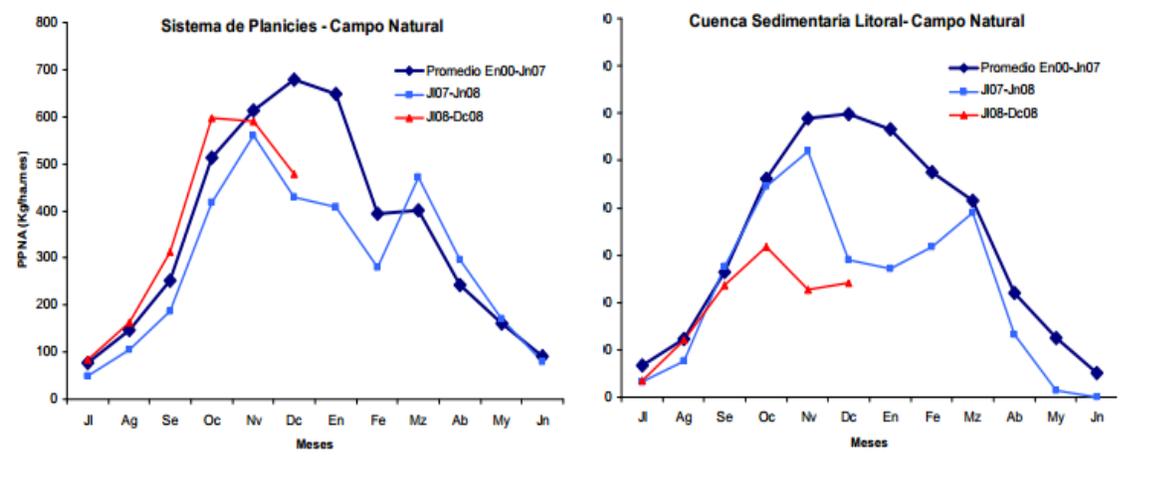
Recuadro 2.1. Perfil de Sequía del Uruguay 2008-2009.

Entre el 2008 y 2009, los valores de precipitación registrados estuvieron considerablemente por debajo de lo normal en todas las regiones del Uruguay. Durante el 2008, sequías agrometeorológicas e hidrológicas fueron particularmente extremas durante la segunda mitad del año debido a la influencia del fenómeno de La Niña. Tales condiciones climáticas, junto con la presencia de altas temperaturas y heladas tardías, afectaron negativamente al sector agrícola. Los registros de lluvia muestran que se presentaron desviaciones negativas hasta el segundo semestre del 2009; también se registraron anomalías importantes en la temperatura durante el invierno, y heladas tardías en Septiembre y Octubre.

Aunque las condiciones de sequía entre 2008 y 2009 cubrieron una amplia área geográfica, la magnitud de tales condiciones no fue espacialmente homogénea. Esto se debe a diferentes factores, incluyendo: (i) variabilidad espacial de las lluvias: los valores de precipitación variaron considerablemente entre regiones y áreas dentro del mismo Departamento; (ii) capacidad de retención de agua en el suelo: las condiciones del suelo determinan la cantidad de agua disponible para crecimiento vegetal; y (iii) cobertura de la tierra: el tipo de vegetación de cobertura y su consumo de agua también causan variaciones en la cantidad de agua disponible para la producción de cultivos y para consumo de agua para ganado (Paruelo et al, ND).

En el 2008, estudios realizados por expertos¹⁵ técnicos encontraron grandes diferencias en términos de producción de forraje entre las regiones del país (Ver Figura 2.5). Por ejemplo, 6% de todos los puntos de la muestra tomada en campo mostraron reducciones en la producción de pasturas de hasta un 50% en comparación con valores normales dentro de la Cuenca de la Costa Occidental. En este mismo año, otras áreas registraron que niveles de producción se vieron afectados hasta en un 30%.

Figura 2.5. Variaciones en los valores de la Productividad Primaria Neta Aérea (PPNA) dentro de dos regiones en el Uruguay.



Fuente: Paruelo et al (ND).

¹⁵ En 2008, investigadores del Proyecto FPTA 175 realizaron estudios especializados con el objetivo de determinar la variabilidad de producción de forraje entre las regiones en el Uruguay

2.8. ***La variabilidad en patrón de lluvia del país es altamente influenciado por varios factores.*** Por ejemplo, varios estudios¹⁶ han documentado la relación entre El Niño Oscilación del Sur (ENOS) y los patrones de lluvia. En general, durante eventos de El Niño (La Niña) se han registrado condiciones de lluvia por encima (por debajo) del normal a lo largo del país. Se piensa que otras causas documentadas de variabilidad de lluvias inter anuales están relacionadas con patrones de convección tropical del centro de Brasil y con la variabilidad en la temperatura medida en la superficie del mar (SST) del Océano Atlántico. El anterior factor de variabilidad de lluvias, por ejemplo, se espera incrementarse (disminuya) anomalías de precipitación cuando se registren valores positivos (negativos) de SST.

Impacto del Clima (Sequías) en la Producción Ganadera en el Uruguay

2.9. ***Esta sección presenta un resumen de la información disponible que está relacionada con el impacto de sequías severas en pasturas naturales y con las pérdidas consecuentes en la industria ganadera debido a la reducción de pasturas.*** No existen estudios en el Uruguay que cuantifiquen el impacto que las sequías (ej. 1988-1989, 1999, 2004 y 2008-2009) han ocasionado en la producción por hectárea por mes en pasturas y en cultivos. Sin embargo, existe mucha más información sobre el impacto de las sequías en términos de disponibilidad de agua para consumo, falta de forrajes en las tasas de preñez y destete, en pérdidas de peso del ganado, niveles de mortalidad y en las pérdidas económicas ocasionadas por ventas forzadas (último recurso) de animales. En el presente documento, se analiza esta información para aquellos eventos de gran magnitud registrados en los pasados 30 años.

2.10 ***En el Uruguay, el tamaño del stock nacional de ganado se ha mantenido relativamente estable durante los pasados 35 años con un promedio por año cercano a los 10.5 millones de cabezas, con la excepción de dos períodos registrados entre 1982 y 1986 y de nuevo entre 1988 y 1990 cuando el número de animales disminuyó significativamente.*** La información contenida en la Figura 2.6 y en la Tabla 2.4 muestra que entre 1982 y 1986 el stock de ganado en el Uruguay sufrió una reducción importante en su tamaño, pasando de 11.2 millones a 9.3 millones de animales (reducción cercana al 17.2% del stock nacional). La principal razón de esta baja en el stock fue económica y centrada en la pérdida de mercados de exportación de carne Uruguaya a la Comunidad Europea, con la consiguiente caída de precios de carne locales. Esta situación forzó a muchos productores a sacrificar a sus animales para cumplir con las deudas, y a otros a dedicarse a la producción ovina cuyos precios de mercado mundial de lana aparentemente se veían más estables (Ver Cuadro 2.2. para más detalles).

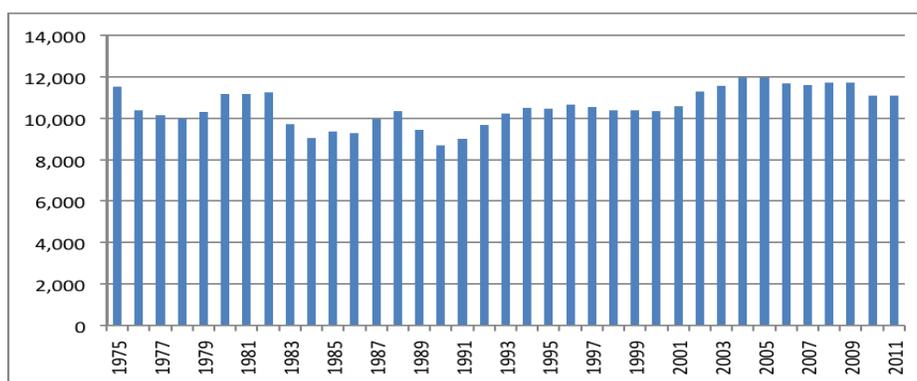
2.11. ***EL Uruguay experimentó sequías prolongadas en 1988-1989 con manifestaciones desastrosas en la disponibilidad de pasturas naturales.*** Esta sequía fue la más extrema del siglo XX. En ese momento algunos agricultores mantenían alimento de reserva y la disponibilidad de recursos forrajeros se empeoró debido a que los agricultores también contaban con gran número de ovejas que competían con el ganado por el acceso al mismo tipo de recurso. Un problema adicional fue la falta de agua disponible para el ganado, puesto que muchos de los lagos y estanques se secaron. La sequía 1988-1989 provocó una exagerada venta del ganado de cría, una reducción en las tasas de preñez y de natalidad, la muerte de cientos de miles de animales afectados por una mezcla de deshidratación y hambruna, y una grave caída en el número de terneros en los siguientes dos años (ver Cuadro 2.2 para más detalles). Entre 1988 y 1990, el stock nacional sufrió una reducción de 1.64 millones de cabezas de ganado (15.9% del total), registrando el número más bajo de animales en 35 años con apenas 8.7 millones de cabezas.

¹⁶ Pisciotano et al, 1994; Grimm et al, 2000; mencionado por Liebmann et al, 2004.

2.12 *Después de la severa sequía de 1988-1989, el GoU a través de los servicios de investigación y extensión ganadera del MGAP invirtió en programas de entrenamiento para los agricultores y en mejoras en sistemas de manejo de pasturas.* Algunas de las medidas principales incluyeron convencer a los productores ganaderos en cambiar de un sistema mixto vacuno/ovino a un solo tipo de negocio como cría de ganado vacuno y o engorde; plantar cultivos forrajeros resistentes a sequías como el sorgo; reducir la densidad de carga animal e invertir en la construcción de estanques y reservas de agua dentro de la granja.

2.13. *Luego de la introducción de éstas medidas de manejo de pasturas, las afectaciones en el tamaño del stock no fueron tan drásticas en las sequías posteriores de 1999, 2004 y 2008-2009.* Los datos en la Tabla 2.4 muestran que el número de cabezas animales de hecho creció en 2% en los siguientes dos años luego de la seca de 1999. Luego de la seca del 2004, el stock ganadero registró una merma de cerca de 250,000 animales en los siguientes dos años (una reducción del 2.2%); mientras que luego del evento del 2008, el stock perdió cerca de 611,000 cabezas o, una reducción del 5.3% del stock nacional.

Figura 2.6 Numero de Total de Ganado en el Uruguay, 1975 a 2011 ('000 Cabezas)



Fuente: SNIG/DICOSE

Tabla 2.4. Impacto de Sequías más Importantes en el Tamaño del Stock de Ganado en el Uruguay (1975 a 2011)

Período		Tamaño del Stock Nacional de Ganado ('000 Cabezas)		Diferencia (000 animales)	% Cambio	Comentario
Desde	Hasta	Inicio	Fin			
1982	1986	11,237	9,300	-1,937	-17.2%	Causas Económicas
1988	1990	10,333	8,692	-1,641	-15.9%	Sequía
1999	2001	10,389	10,595	206	2.0%	Sequía
2004	2006	11,961	11,699	-262	-2.2%	Sequía
2008	2010	11,703	11,092	-611	-5.2%	Sequía

Fuente: Análisis de datos SNIG/DICOSE por los Autores

Recuadro 2.2. Impacto de Choques Económicos y Sequías en la Producción de Carne Uruguaya en la década de 1980.

La subida de precios de la carne estimuló a la industria ganadera uruguaya a finales de los 1970's. En un inicio, el incremento en los precios mejoró los ingresos en la actividad ganadera que luego experimentó de mucha inestabilidad. Como consecuencia del elevado precio de la carne en 1978 y 1979, el número de rebaños aumentó, el precio de las zonas con pastizales creció casi 10 veces. Debido a que las tasas de interés real eran bajas o negativas, los ganaderos tuvieron un incentivo para endeudarse con el fin de incrementar sus tierras. Al nivelarse los precios de la carne en los años posteriores, muchos ganaderos quedaron con grandes deudas imposibles de pagar. El precio de la tierra bajó considerablemente; los bancos no pudieron cubrir los préstamos ni siquiera cancelándolos. La crisis bancaria creció, y el Banco Central tuvo que intervenir refinanciando la deuda con dólares de los Estados Unidos. La mayoría de los ganaderos evitaron entrar en quiebra pero tuvieron que sacrificar un número record de animales para poder responder a sus deudas. Muchos ganaderos aprovecharon la oportunidad y cambiaron a la producción de ganado ovino porque los precios de la lana parecían ser más estables. Así el stock de ganado del Uruguay cayó un 20% entre 1981 y 1984.

Los ganaderos recuperaron las cifras iniciales del stock durante la segunda mitad de la década de 1980 pero se encontraron con crédito limitado y sequías extremas. A finales de 1989, los daños por la sequía prolongada había alcanzado proporciones alarmantes, cuando el stock de ganado bajó a 9.4 millones de cabezas. Entre junio 1988 y junio 1989, se perdieron 738,000 cabezas siendo ésta la peor disminución en el número de animales en 15 años. De estos, cerca del 2% del total había muerto, y el resto había sido sacrificado y vendido prematuramente (50% más que lo normal). Entre julio – noviembre de 1989, el número de animales vacunos fue mermado en 622,000 cabezas adicionales. El incremento en las tasas de matanza ocasionó que las plantas de empaque contasen con mayor disponibilidad de materia prima y por consiguiente pagaban menos por la carne en detrimento de las utilidades de los ganaderos. La sequía duró más en el centro del país (Departamentos de Cerro Largo, Durazno y Tacuarembó), donde estaban ubicadas las fincas ganaderas con mayor concentración de animales. Mientras que los Departamentos líderes en cría ovina ubicados en el noroccidente del país (Artigas y Salto) no fueron afectados de manera tan drástica

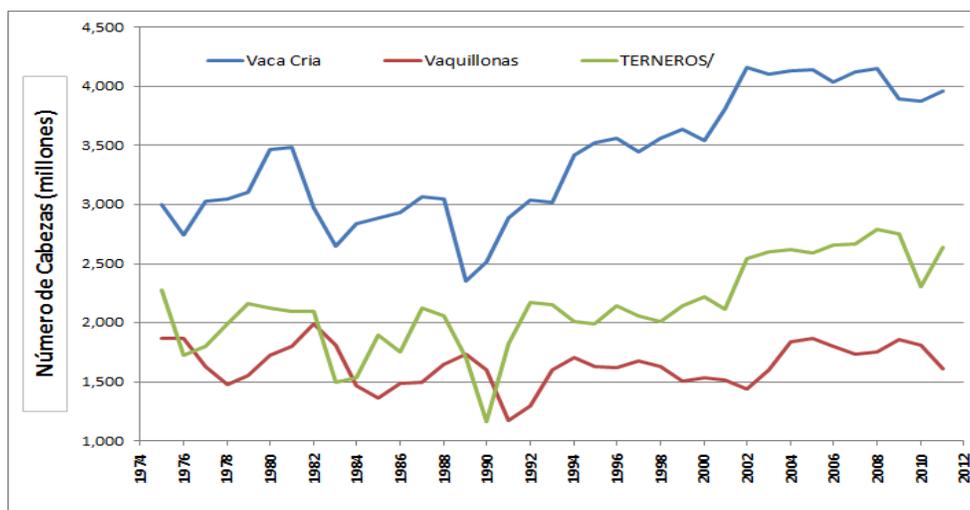
Las continuas dificultades en el sector empujaron al gobierno a lanzar el programa Operación Manufactura en Marzo 1989. El programa mitigó la presión financiera en los ganaderos al ofrecerles una línea especial de crédito, bajando sus tasas de impuestos en 20% y ofreciendo asistencia personalizada. El gobierno también anunció abrir una línea de crédito con fecha de término de hasta ocho años para el remplazo del rebaño. Los ganaderos ovinos, quienes sufrieron menos pérdidas por la sequía, no pudieron participar en estos programas gubernamentales.

Fuente: http://www.mongabay.com/history/uruguay/uruguay-livestock_ranching.html

2.14. ***La estabilidad en los sistemas de producción ganadera de carne en el Uruguay depende en gran medida en la conservación del número de vacas de cría y de vaquillonas de remplazo.*** El análisis de los datos en la Tabla 2.4 muestra que después de la sequía extrema de 1988-1989 hubo una gran caída en el número de ganado de cría en los siguientes tres años. El número de ganado de cría se redujo de 3.05 millones de cabezas en 1988 a 2.36 millones en 1989 o, una reducción de 0.69 millones (reducción de 23%), lo cual fue seguido por una reducción de hasta un 43% en el número de crías nacidas en los siguientes dos años, que pasó de 2.06 millones en 1988 a 1.71 millones en 1989, y a tan sólo 1.17 millones en 1990. Finalmente, con la disminución en las tasas de natalidad, el número de vaquillonas de remplazo

cayó en 29% durante los siguientes tres años a solamente 11.17 millones en 1991 (ver Figura 2.7 y Tabla 2.5). Por el contrario, el impacto en el stock de ganado vacuno como consecuencia de las sequías de 1994, 1999 y 2004 fue mucho menos severo que la de 1988-1989 debido a la implementación de mejores sistemas de manejo de la alimentación (mayor uso de suplementos alimenticios). A pesar de lo anterior, la sequía de 2008-2009, que fue la segunda más importante para el sector ganadero, conllevó a grandes reducciones en el tamaño del rebaño del ganado de cría vacuna, bajas tasas de natalidad y destete y de remplazo de terneras y novillas entre el 2008 y el 2011 (Figura 2.7 y Tabla 2.5).

Figura 2.7. Impacto de las sequías de 1981, 1988-1989 y 2008-09 en el número de vacas de cría, terneras y novillos ('000 cabezas).



Fuente: datos SNIG/DICOSE

Tabla 2.5. Impacto de las sequías de 1988-1989 y 2008-2009 en ganado de cría y terneras/vaquillas de remplazo ('000 cabezas)

Sequía de 1988-1989	Vacas de cría ('000 animales)	Terneros (macho / hembra) ('000 animales)	Vaquillas ('000 animales)
1988	3,047	2,055	1,648
1989	2,355	1,705	1,738
1990		1,166	1,603
1991			1,172
Cambio (No. animales)	-692	-889	-476
% Cambio	-22.7%	-43.3%	-28.9%
Sequía de 2008-2009	Vacas de cría	Terneros (macho / hembra)	Vaquillas
2008	4,152	2,790	1,749
2009	3,894	2,748	1,861
2010		2,307	1,810
2011			1,606
Cambio (No. animales)	-258	-483	-143
% Cambio	-6.2%	-17.3%	-8.2%

Fuente: datos SNIG/DICOSE

Costos Financieros de las Sequías en el Sector Ganadero

2.15 *En el Uruguay, el estudio más exhaustivo del impacto económico y financiero de las sequías en los sectores agrícolas y pecuarios está basado en la sequía del 2008-2009.* Se realizaron estudios por parte del sector privado, Asociación Rural del Uruguay, y del público. La Asociación Rural estima las pérdidas en la agricultura, ganadería de leche y de carne. Las pérdidas en agricultura se estimaron de acuerdo a los datos publicados por MGAP sobre la disminución de las áreas cosechadas y sobre datos de pérdida en producción y en rendimientos. En lo que respecta a la ganadería de leche y de carne, el estudio consideró las pérdidas en peso del stock nacional por categoría de animal, reducción en las tasas de natalidad y preñez, reducción en los precios de venta –valor de sacrificio de animales, reducción en la producción y venta de leche, pérdidas en pasturas basadas en el costo de remplazo y, finalmente, los costos adicionales incurridos por los productores en la compra de suplemento alimenticio y concentrados para alimentar a sus animales.

2.16. *Las pérdidas financieras directas causadas por la sequía del 2008-2009 en el sector agrícola se estimaron en US\$874 millones, de los cuales US\$748 millones (86% del total) fueron incurridas por el sector ganadero y el 14% restante de las pérdidas fueron en cultivos anuales y cítricos* (Tabla 2.6). Las pérdidas directas en la ganadería de cría resultaron en más de medio millón de toneladas de carne de exportación valoradas en US\$ 558 millones, incluyendo las pérdidas en peso en el stock nacional, reducción en las tasas de natalidad y preñez, la muerte de ganado que se estimó en cerca de 28,000 cabezas de animales, y reducción en el precio de venta de la carne. Los daños o pérdidas totales en pasturas implantadas (praderas) se estimaron en 50% del área nacional cosechada de área de pasturas de 1.34 millones Ha y con costos promedio para rehabilitar las pasturas de US\$ 286/Ha distribuido en 4 años, las pérdidas totales en pasturas se estimaron en US\$ 96.1 millones o, 11% del valor total de los daños por la sequía. Los daños en fincas ganaderas contabilizaron un 77% del valor de las pérdidas en las pasturas implantadas. Debido a la falta importante de pasturas, los productores ganaderos se vieron obligados a comprar en grandes cantidades stocks adicionales de concentrados y de cualquier otro suplemento forrajero disponible (por ejemplo, burla de girasol, salvado de trigo, sorgo y granos de maíz). El costo relacionado con la compra adicional de suplementos alimenticios por un período de 5 meses fue estimado en US\$64.5 millones (cerca de 260,000 toneladas de suplemento alimenticio) en total o, US\$ 44.7 millones (69% del sub-total de los costos) incurrido por el sector lechero (Asociación Rural del Uruguay 2009).

2.17. *Una vez que se han tomado en cuenta las pérdidas indirectas y consecuentes por la sequía del 2008-2009, las pérdidas totales en el sector ganadero a la economía Uruguaya fueron mucho mayores que las pérdidas directas mostradas en la Tabla 2.6.* En su análisis del impacto de la sequía del 2008-2009 en el sector agrícola, Paolino, Methol y Quintans (2010) de la Oficina de Programación y Política del MGAP sugieren que una unidad monetaria de valor añadida por el sector ganadero tiene un efecto multiplicador de cerca de 3.0 en la economía y, con base en sus estimaciones de pérdidas directas de US\$ 342 millones¹⁷ al sector ganadero, el impacto total pudo haber sido tan alto como US\$ 1,026 millones en pérdidas a la economía Uruguaya.

¹⁷ No se explican las razones por las que el estimativo de Paolino, Methol y Quintans (2010) sobre el valor de las pérdidas directas en el sector ganadero es mucho más bajo que los valores estimados por la Asociación Rural mostrados en la Tabla 2.6.

Tabla 2.6. Costos Financieros de la Sequía del 2008-2009 en los sectores Pecuario y Agrícola en el Uruguay (US\$ Millones)

Sector	Details of Losses		Sub-Total (US\$ Million)	Total (US\$ Million)	% of total
	Losses due to reduced sown area (US\$ Million)	Losses in Production & Yields (US\$ Million)			
Agriculture					
Soya	4.3	66.9	71.2	95.4	11%
Maize	0.8	18.3	19.1		
Sorghum	0	2.5	2.5		
Sunflower	0.2	3.8	4		
Rice[1]	61.1	-68.9	-7.8		
Potatoes	0	6.4	6.4		
Citrus	Losses due to reduced yields		30	30	3%
Livestock (Cattle)					
Meat Production	Losses in weight of stock		448.9	557.6	64%
	Loss of Calves		97.3		
	Loss of sale (slaughter) price		11.4		
Milk Production	Reduced production/sales of milk		30	30	3%
Loss of Capital	Beef cattle Sown Pasture losses		73.7	96.1	11%
	Dairy cattle Sown Pasture losses		22.4		
Increase in Costs	Additional feed rations: Beef		19.8	64.5	7%
	Additional feed rations: Dairy		44.7		
TOTAL Value of Losses [2]			873.6	873.6	100%

Fuente: Asociación Rural del Uruguay

Notas:

[1] En arroz, la sequía conllevó a pérdidas significativas en términos de área plantada pero considerando las condiciones muy secas, estas pérdidas fueron más que compensadas por el gran incremento en producción de arroz irrigado en 2008-2009.

[2] Pérdidas totales reportadas por la Asociación Rural del Uruguay fueron de US\$ 868.7 millones, que difieren del monto mostrado en la Tabla 2.6 que asciende a US\$ 873.6 millones.

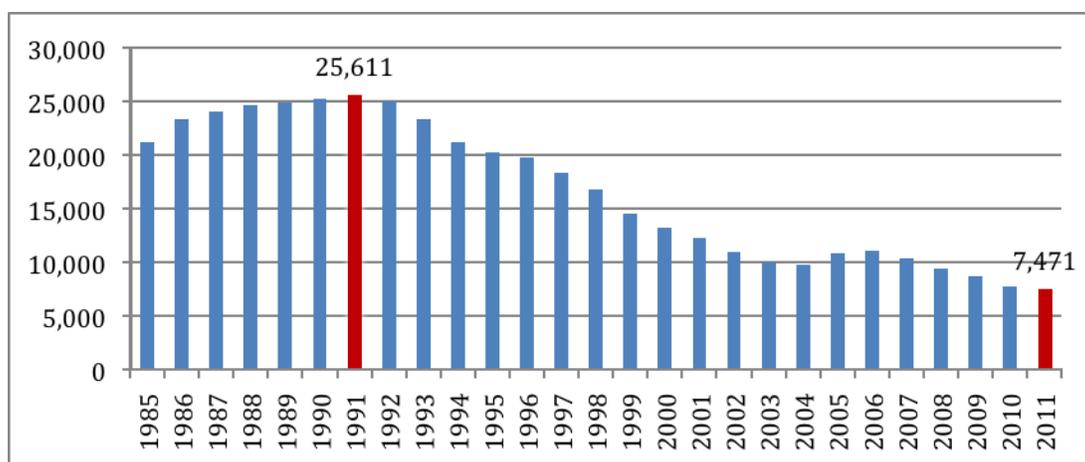
Cambios en el Manejo de la Producción de Ganado de carne en el Uruguay desde 1980

2.18 *Durante la década de los 90, posteriormente a la severa sequía de 1988-1989, el Gobierno invirtió en programas de investigación y capacitación en el manejo de los sistemas ganaderos y en la mejora del estatus sanitario del ganado, fueron modificadas las políticas públicas que regulaban al sector cárnico y cayó el precio mundial de la lana..* La suma de diferentes factores llevó a aumentar la producción de carne vacuna y a reducir las existencias de ovinos. Entre estos factores, se destacan: el mejoramiento de la política sanitaria en la ganadería mediante la implantación de fuertes programas sanitarios (lucha contra la fiebre aftosa, control de brucelosis, etc); la gradual desregulación de la actividad ganadera a partir de 1986 que eliminó los llamados “ciclos ganaderos” de acumulación de existencias ganaderas y posterior liquidación de vacas para faena; la creciente apertura comercial a partir de la década del 90 y la caída del precio mundial de la lana. La mejora del status sanitario, facilitado por la

trazabilidad ganadera a partir del año 2004, generó un mayor acceso al mercado internacional aumentando el volumen y el valor de las exportaciones de carne del país. Esto llevó a mejores relaciones de precios para los productores ganaderos que adoptaron mejores prácticas de manejo, entre ellas la siembra de cultivos forrajeros y mejoramiento de pasturas; la reducción de la carga animal para mejorar la alimentación y la utilización de granos y raciones en los períodos del año de menor producción de forraje. El aumento relativo de la rentabilidad de la producción de carne frente a períodos anteriores y la reducción del precio de la lana, llevó a una drástica reducción del ganado ovino. En 1991 el stock nacional ovino excedió los 25 millones de animales y en la actualidad (datos de 2011) es algo menor a 7.5 millones de cabezas (Figura 2.8).

2.19. *Como resultado de esos cambios, el stock de ganado nacional no experimentó reducciones tan drásticas aún luego de las sequías subsiguientes de 1999, 2004 y 2008.* La información desplegada en la Tabla 2.4 muestra que luego de la sequía de 1999, el número de ganado vacuno aumentó durante los siguientes dos años en un 2.0%; en los dos años siguientes a la sequía extrema de 2004-2005, el stock disminuyó por un poco más de medio millón de animales (una reducción del 2.2%). En cuanto a la sequía extrema del 2008-2009, los dos años posteriores a ésta registraron una reducción de cerca de 611,000 cabezas de ganado (una reducción del 5.3% del stock nacional).

Figura 2.8. Cambios en el Stock Nacional de Ovinos, 1985 a 2011 ('000 cabezas de animales)



Fuente: datos SNIG/DICOSE

Financiación de los Desastres Climáticos en Agricultura por parte del Gobierno del Uruguay

2.20. *Desde el 2002 el Gobierno del Uruguay apoya activamente a los sectores productivos de avicultura (aves de corral), porcicultura, fruticultura y horticultura mediante el Fondo de Reconstrucción y Fomento de la Granja (FRFG).* El FRFG se estableció bajo la Ley No. 17503 el 30 de Mayo del 2002 y subsecuentemente modificada y remplazada por la Ley No. 27844 del 21 de Octubre del 2004. El FRFG se estableció para ayudar a recuperar las unidades productivas de los sectores antes mencionados que fueron afectados negativamente por eventos climáticos en 2002, cancelar deudas pendientes con los bancos, promover los seguros agrícolas mediante el subsidio a las primas y apoyar proyectos de desarrollo para estos sectores. El FRFG es administrado por el MGAP. Sin embargo, cabe

destacar que antes de 2008 no existía ningún mecanismo formal de apoyo estatal para el sector agropecuario en el Uruguay.

2.21. *En la sequía extrema del 2008-2009, el Gobierno utilizó su propio presupuesto para financiar la compra de raciones alimenticias para hasta por un período de 6 meses bajo un sistema de crédito a los ganaderos afectados en el norte del Uruguay.* En el 2008-2009 el MGAP en colaboración con las autoridades locales municipales y departamentales montaron un programa de asistencia de emergencia para productores ganaderos. Bajo este programa el MGAP compró y distribuyó raciones alimenticias para el ganado a productores ganaderos de menor tamaño de escala bajo un sistema de crédito a tasa cero, pagadero sobre un período de tres años. Bajo este programa de adhesión voluntaria, fueron distribuidas un total de 30,400 toneladas métricas (MT) de suplementos alimenticios para el ganado, para pequeños productores de ganado de carne localizados a lo largo del Uruguay,. La Tabla 2.7 muestra que los Departamentos que recibieron dichos suplementos fueron Artigas (18% del total), Salto (16%), Tacuarembó (12%) y Rivera (12%). Con un valor promedio asumido en el 2008 de US\$ 200 por Tonelada Métrica de suplemento para ganado, el costo de este programa fue de US\$ 6.1 millones aproximadamente.

Tabla 2.7. Raciones de Alimento para Ganado Distribuidas por el MGAP en la sequía del 2008, datos mostrados por Departamento (en Toneladas Métricas).

Department	Wheat Bran	Sunflower Pellets	Soya Chaff	Balanced Rations	Barley	Total	% of Total
Artigas	261	341	4,337	-	504	5,443	18%
Canelones	202	77	1,306	113	511	2,209	7%
Cerro Largo	137	56	1,758	64	28	2,043	7%
Colonia	-	27	223	-	227	477	2%
Durazno	86	139	384	85	28	721	2%
Flores	57	22	203	-	86	367	1%
Florida	28	28	655	85	85	882	3%
Lavalleja	-	112	603	256	-	971	3%
Maldonado	58	28	141	57	-	284	1%
Montevideo			91	-	-	91	0%
Paysandu	407	87	577	-	283	1,354	4%
Río Negro	201	86	168	-	86	541	2%
Rivera	257	491	2,452	85	226	3,511	12%
Rocha	58	28	494	56	-	636	2%
Salto	324	712	3,645	115	140	4,936	16%
San José	172	30	808	-	191	1,201	4%
Soriano	60	142	346	-	58	606	2%
Tacuarembó	87	222	3,076	84	281	3,750	12%
Treinta y Tres	29	55	294	-	-	379	1%
Total	2,424	2,683	21,561	1,000	2,733	30,401	100%
% of Total	8%	9%	71%	3%	9%	100%	

Fuente: en base al MGAP (Texeira sin fecha). Wheat bran=afrechillo de trigo, sunflower pellets= pellets de harina de girasol, soya chaff=cascarilla de soja, balanced rations=ración balanceada, barley=cabada

2.22. *En Octubre del 2008, en respuesta a la muy grave sequía, el MGAP solicitó aprobación del Gobierno del Uruguay para crear un Fondo de Emergencia Agrícola que permitiera brindar asistencia financiera, infraestructura productiva o aportaciones para ayudar a recuperar las pérdidas incurridas por los productores agropecuarios como consecuencia de desastres naturales.* La creación del Fondo

Agropecuario de Emergencia (FAE) se realizó bajo el artículo 207 de la Ley 18.362 de Octubre del 2008¹⁸. El FAE pertenece y es administrado por el MGAP, y su vez éste es responsable por la declaración de emergencias agropecuarias con asesoría independiente dada por la Comisión de Emergencias Agropecuarias.

2.23. *El apoyo otorgado por el FAE a los productores llevó cierto tiempo en implementarse*. Luego que el MGAP declarara una emergencia agropecuaria en Diciembre del 2010 debido a falta de lluvias en los Departamentos de Artigas, Salto, Paysandú, Rivera, Tacuarembó y Río Negro, el MGAP apeló en Enero 2011 a la Corte de Arbitraje de la República del Uruguay para autorizar la transferencia de 48 millones de pesos (cerca de US\$ 2.4 millones a la tasa de cambio actual) al FAE para permitir al MGAP compensar a los agricultores afectados. El 26 de Enero de 2011 la Corte de Arbitraje aprobó la transferencia de los 48 millones de pesos uruguayos (UYU) y esta decisión fue ratificada por decreto Presidencial en Marzo del 2011. El FAE se financia por el presupuesto de Ingresos Generales, objeto de gastos 591/011 Fondo Agropecuario de Emergencia. De acuerdo a Paolino, Methol y Quintanas (2010), la cantidad global estimada que se habría destinado a compensar las pérdidas por sequías fue más de US\$ 5 millones, monto que fue financiado por fondos del FAE, del Programa Producción Responsable (PPR) y por el Proyecto Uruguay Rural (PUR).

Identificación de la Necesidad de una Cobertura de Seguro de Catástrofe de Riesgo de Sequías de Pasturas para Productores ganaderos en el Uruguay

2.24. *Como parte del papel del MGAP en el manejo de los efectos de desastres climáticos en la producción ganadera y agrícola en el Uruguay, en el 2010 comenzó a explorar el potencial de seguros de Índice para cubrir el riesgo de sequías en el sector ganadero*. OPYPA-MGAP estaba interesado en desarrollar propuestas en colaboración con organizaciones internacionales para desarrollar un proyecto piloto de seguro de cobertura de Índice para proteger al sector ganadero del Uruguay contra sequías extremas.

2.25. *En el 2011 OPYPA-MGAP solicitó formalmente al Banco Mundial para que éste brindara asistencia técnica en el diseño de un programa de seguros de Índice NVDI para los productores ganaderos del Uruguay*. El resto de este informe presenta los hallazgos y recomendaciones de este estudio de factibilidad de seguro de Índice NVDI en el Uruguay.

¹⁸ Para más detalles sobre la Ley No. 18.362 del FAE ver el siguiente link: http://www.montevideo.com.uy/notnoticias_76052_1.html

3. Conceptos y Experiencia Internacional en Seguros de Índice NDVI de Pasturas

3.1. *Este Capítulo presenta una revisión sobre las aplicaciones del Índice Vegetal Normalizado (NDVI) en el aseguramiento de pasturas.* En Uruguay los seguros tradicionales han sido desarrollados por más de un siglo para una amplia gama de cereales anuales, oleaginosos y cultivos hortícolas; a la fecha, sin embargo, este tipo de seguro no ha podido proveer soluciones prácticas para el aseguramiento de la producción extensiva de pasturas contra riesgos climáticos y naturales. A nivel mundial, durante la última década, se han desarrollado seguros de índice como alternativa técnica para llenar este vacío. Algunos contratos de seguros por índice desarrollados han utilizado imágenes satelitales para medir el Índice de Vegetación Normalizado (NDVI). Este Capítulo explica los conceptos del índice NDVI y luego presenta una revisión de las características de los programas de seguros de índice NDVI a nivel internacional, y se destacan los retos principales para la aplicación de este tipo de producto en el Uruguay.

Índice Vegetativo Normalizado: Conceptos y Aplicaciones

3.2. *El NDVI, índice que está basado en imágenes de sensores satelitales, se puede utilizar como un indicador de las condiciones de crecimiento de la vegetación sobre zonas extensas del planeta.* Las imágenes del índice NDVI pueden ser utilizadas para múltiples propósitos, como para: (1) distinguir entre diferentes tipos de uso de suelo, por ejemplo, distinguir el tipo de vegetación en zonas con baja densidad de material vegetativo de zonas con suelo desnudo, agua o hielo; (2) medir las condiciones de crecimiento de la vegetación y distinguir entre un tipo de vegetación saludable de un tipo de vegetación seca o muerta. Los materiales vegetativos difieren de otro tipo coberturas de suelo debido a que éste absorbe gran parte de la luz visible y reflejan las ondas de luz en el infra-rojo cercano. Varios satélites, incluyendo NOAA (y LANDSAT), miden la intensidad con la que ambas ondas de luz son reflejadas desde la superficie de la tierra. El índice NDVI es una expresión que mide la diferencia en la reflectancia de dos rangos de onda de luz: la radiación del Rojo (R) y el Infra-Rojo Cercano (NIR) a través de la siguiente ecuación “ $(NIR-R)/(NIR+R)$ ”. Al normalizar las diferencias del índice NDVI, éste toma valores que van desde -1 a 1. Los valores de 0.5 ó más indican una vegetación densa; mientras que valores entre 0.0 y 0.1 indican suelo desnudo y valores inferiores a 0.00 indican superficies cubiertas con agua o hielo (Tabla 3.1).

Tabla 3.1 Valores NDVI Típicos para Diferentes Tipos de Cobertura de Suelo

Tipo de cobertura	R	NIR	NDVI
Vegetación densa	0.1	0.5	0.7
Suelo desnudo	0.269	0.283	0.025
Nubes	0.227	0.228	0.002
Hielo y Nieve	0.375	0.342	-0.046
Agua	0.022	0.013	-0.257

Fuente: Holben 1986

3.3. *El índice NDVI es también un buen indicador de las condiciones de crecimiento de diferentes tipos de materiales vegetativos* (por ejemplo cultivos anuales, pasturas y bosques). El estado actual de los materiales vegetales puede ser estimado indirectamente. A su vez, los valores reales del índice pueden ser comparados con las estimaciones del índice realizadas durante otras estaciones climáticas. Estas comparaciones son posibles a través del cálculo de la cantidad de luz Roja o Infra-rojo cercano (NIR) que

es reflejada por la vegetación en la superficie del suelo hacia los sensores satelitales. Por ejemplo, plantas con niveles fotosintéticos óptimos absorben una gran cantidad de luz roja visible (R) y reflejan una gran cantidad de luz NIR - esta es una característica exclusiva de las plantas saludables. Por el contrario, plantas bajo condiciones de estrés (por ejemplo: debido a sequías severas) y que están en etapa de senescencia reflejan mucho menos la luz NIR. En el caso de pasturas naturales en el Uruguay, los valores mensuales típicos NDVI para pasturas en crecimiento saludable son de alrededor de 0.60 a 0.65, mientras que los valores más bajos del invierno seco son alrededor de 0.50 a 0.55, y en años con sequías bajan hasta 0.17.

3.4. *El índice NDVI mide no solamente el estado vegetativo de las coberturas del suelo de una manera confiable; sino que también, está correlacionado con variables climáticas tales como la precipitación y la evapotranspiración potencial.* Un estudio llevado a cabo en las regiones templadas de Argentina mostró que las variables climáticas pueden explicar el 89% de la variabilidad en los valores anuales del índice NDVI: los valores de este índice se incrementaron linealmente con la precipitación anual media y disminuyeron con la evapotranspiración potencial, el 80% de la variación en los valores NDVI son explicados por la precipitación y el 9% por la evapotranspiración (Guerschman et al 2003). Estas correlaciones entre el NDVI, la fotosíntesis y el vigor de las plantas, y la cantidad de lluvia, muestran que el NDVI es potencialmente un buen indicador para medir el impacto de la sequía sobre la calidad y productividad de las pasturas.

3.5. *El índice NDVI ofrece una oportunidad para asegurar la producción de pasturas contra riesgos climáticos.* Hoy día, existen varios esquemas de aseguramiento que ofrecen este tipo de cobertura a productores ganaderos. La disponibilidad de una base de datos extensa, precisa y de una alta resolución espacial del índice NDVI, y la posibilidad de poder utilizar dichos valores como indicadores de la productividad de los cultivos lo convierten en una fuente histórica de datos adecuada para la implementación de programas de seguros. El análisis de datos mensuales del índice sobre un periodo de entre 20 y 30 años permite el diseño de contratos de seguros; los que podrían ser calibrados de acuerdo a la frecuencia de ocurrencia de los años climáticos extremos (por ejemplo: sequías severas), y a la frecuencia y magnitud de los pagos. Sin embargo, la aplicación del NDVI dentro de la industria aseguradora es reciente. Desde el año 2000, solamente cuatro mercados de seguros agrícolas, entre ellos España, EEUU, Canadá y México, han desarrollado programas de seguros comerciales para pasturas a partir del índice NDVI. El uso del índice NDVI en la industria aseguradora se debe a que proporciona una medida aproximada del nivel de estrés hídrico en la vegetación. Los pagos en todos estos programas se determina con base en la desviación negativa de la media de los valores reales del NDVI en el área asegurada durante el período de cobertura, y de acuerdo a las escalas de pago pre-acordadas para un área geográfica específica. Las principales características de los programas existentes a nivel internacional se revisan y discuten más adelante en este Capítulo.

Ventajas y Limitaciones del Seguro NDVI para Pasturas

3.6. *La implementación de los contratos de seguros NDVI tiene numerosas ventajas técnicas y operacionales si se compara con los esquemas de aseguramiento agropecuarios tradicionales* Las pólizas de seguros tradicionales de daños o de pérdidas de rendimiento no han sido adaptadas exitosamente para la protección de pasturas naturales en ninguna parte del mundo. Hay varias ventajas potenciales de utilizar el índice NDVI para brindar coberturas de pasturas. Por ejemplo: (i) Reducción de la selección adversa y riesgo moral: la indemnización está basada en el índice NDVI, variable que no

puede ser manipulada por los productores ganaderos¹⁹ para aumentar la probabilidad potencial o magnitud de la pérdida para ser indemnizado por una compañía de seguros; (ii) el seguro NDVI puede ser diseñado para proteger a los diferentes intereses asegurables, incluyendo: productores ganaderos individuales (seguros a nivel micro), “agregadores de riesgo regionales” tales como proveedores de insumos o bancos rurales (seguros a nivel meso) y los Gobiernos o autoridades regionales (seguros a nivel macro); (iii) la posibilidad de ofrecer beneficios de seguro NDVI a los ganaderos más pequeños: dado que los seguros de índice NDVI se basan en una variable de medida acordada que actúa como indicador objetivo de las pérdidas sufridas por el asegurado sin necesidad de realizar inspecciones previas en las fincas individuales ni de evaluar las pérdidas de los productores ganaderos, reduciendo los costos de transacción y de implementación de un seguro para unidades pequeñas de explotación agropecuaria; (iv) la estructura transparente de los productos de seguros NDVI puede facilitar la comprensión del contrato;

3.7. A pesar de las numerosas ventajas de los contratos de seguros de Índice NDVI; existen varias limitaciones tecnológicas: Las más relevantes son: (i) los sensores NDVI son muy sensibles a la presencia de nubes, que dispersan las ondas de luz roja. Al dispersarse estas ondas se reducen los valores del NDVI o bien resulta en valores vacíos. Igualmente, las cenizas volcánicas afectan negativamente los valores NDVI, y a pesar que la NASA ha desarrollado procedimientos de corrección, no todas las imágenes corregidas resultan ser de alta calidad; (ii) la resolución espacial de los sensores es un factor limitante importante, especialmente en el diseño de seguros para pasturas²⁰. Los primeros sensores NDVI LANDSAT de las décadas de 1980 y 1990 produjeron imágenes NDVI para Uruguay con una resolución típica de grillas o píxeles de 5km x 5km, y aunque esta área fue reducida por MODIS en 2000 hasta 250m x 250m, cuando se requieren bases de datos de mínimo 20 años para diseñar y tarificar contratos de seguros, no constituyen series de datos homogéneas. La resolución de 5 km x 5 km (2500 hectáreas) podría utilizarse para construir un esquema de seguro a nivel agregado, pero no a nivel de productores individuales (nivel micro), aunque esto podría llegar a cambiar en el futuro con el acceso cada vez más económico de imágenes satelitales con resoluciones de hasta 30m x 30m o inclusive menores; (iii) el variado uso de suelo es otra limitante en el desarrollo de índices NDVI. El uso de la tierra dentro de un píxel está muy pocas veces dedicado al mismo uso en un 100%, y así el valor NDVI medido por el sensor remoto es la suma del reflejo de todos los tipos cobertura de suelo existentes. Además, el uso de la tierra cambia con el tiempo, muchas veces motivado por las condiciones del mercado (por ejemplo, una subida en el precio de un cultivo) situación que podría motivar a los agricultores a decidir arar sus pasturas naturales y sembrar cultivos y cereales anuales. Entonces, el diseño de un índice NDVI requiere un análisis muy cuidadoso del uso histórico de la tierra, así como la preparación de mapas de uso de tierra para distinguir entre unidades de pastoreo y otros usos de tierra (ver Capítulo 4 para obtener mayor detalle sobre el desarrollo de la base de datos NDVI para áreas de pastoreo en el Uruguay).

3.8. Desde un punto de vista de diseño y de operación, el riesgo de base es uno de los retos principales en los seguros de índice. El riesgo de base se define como la diferencia entre la pérdida medida por el indicador aproximado (en este caso el valor de índice NDVI medido por el satélite para un píxel específica), y la pérdida real del(los) productor(es) ganadero(s) individual(es) asegurado(s) (en este caso, las pérdidas en producción de pasturas en tierras localizada en el píxel específico). El riesgo de base

¹⁹ En este contexto se hace notar que existe una exposición al riesgo moral bajo un esquema de aseguramiento a nivel micro, donde los productores de manera individual podrían aumentar la densidad del stock de sus animales a determinado nivel que el sobre-pastoreo resulte en la destrucción de las pasturas, y por consiguiente, se mostrarían valores bajos de NDVI. Este problema puede ser resuelto si las Aseguradoras especifican las densidades máximas permitidas por hectárea en cada una de las zonas o Unidades Aseguradas.

²⁰ Para un buen resumen sobre las limitaciones del NDVI, ver Grimes S.W.S. (ND), Índice Vegetativo Normalizado (NDVI), Departamento de Meteorología, Universidad de Reading, Reino Unido.

puede surgir por varias razones, que se detallan en el Recuadro 3.1. En el caso de la póliza NDVI para el Uruguay, la fuente de mayor riesgo de base se refiere al **riesgo espacial**; es decir, al hecho de que con una resolución de imágenes de 5 Km x 5 Km, el valor promedio NDVI para un área de 2,5000 Ha no es necesariamente representativo de los valores NDVI reales de las áreas de pasturas pertenecientes a productores individuales. En este estudio de factibilidad se ha procurado reducir el **Riesgo de Base Temporal** mediante la activación de pagos mensuales durante el período de cobertura. **El riesgo de base del seguro** por lo general, no es tan problemático para un esquema de índice NDVI en comparación a una cobertura de índices de lluvia. Lo anterior se debe a que el NDVI es una medida indirecta de la salud vegetal de las pasturas, y por lo tanto, incluye un amplio rango de riesgos naturales, climáticos y biológicos que pueden impactar en la producción y calidad de las pasturas. Finalmente, el **Riesgo de base contractual** se presenta cuando los rangos de los Triggers²¹ y Exit Triggers han sido definidos de una manera inadecuada y por tanto no reflejan una adecuada correlación con las pérdidas reales en campo. Durante el diseño de un seguro de índice NDVI para pasturas debe procurarse que el índice sea calibrado cuidadosamente a fin de reflejar las pérdidas reales. (Ver Capítulo 5).

Recuadro 3.1 Fuentes de Riesgo de Base en Seguros de Índices Climáticos (y NDVI)

Riesgo de Base: El Riesgo de Base es una de las limitaciones más importantes en el desarrollo de seguros de índice climático. Para los seguros a nivel micro, el riesgo de base es la diferencia entre la pérdida real sufrida por el productor y el pago activado por el índice subyacente. En este caso, el productor podría sufrir una pérdida de rendimiento mas no recibiría un pago; o por el contrario, el mismo productor podría recibir un pago sin haber sufrido pérdida alguna. El riesgo de base es menos relevante en esquemas de seguro a nivel meso o macro, donde el objetivo consiste en poder brindar un pago compensatorio debido a pérdidas catastróficas cuyos efectos se perciben a nivel regional y no al nivel de predios individuales. Los seguros de índice trabajan mejor cuando las pérdidas registradas son homogéneas en una misma zona, o bien cuando ésta está altamente correlacionada con el índice que mide el riesgo de interés. El riesgo de base puede surgir en diversas formas, incluyendo:

- **Riesgo de base a nivel espacial:** Se presenta cuando la variable de interés (por ejemplo: lluvia) manifiesta variaciones espaciales dentro del área circundante a una estación climática.
- **Riesgo de base temporal:** Se registra cuando existe variaciones inter-anales, lo cual quiere decir que las fases del seguro no están alineadas con las etapas de crecimiento del cultivo.
- **Riesgo de base del producto:** Las pérdidas en los cultivos pueden ser ocasionadas por muchos factores. El riesgo de base puede ser alto cuando no hay una relación definida entre la el nivel de pérdida y el índice climático. Los seguros de índice climático (WII) funcionan mejor en cultivos de secano, y para eventos severos cuyas pérdidas se espera sean registradas sean homogéneas en un área extensa.
- **Riesgo de base contractual:** Ocurre cuando los valores umbrales definidos como Disparadores (Triggers) y Exit Triggers (Disparadores de Salida) no están calibrados de manera cuidadosa con las pérdidas reales.

Fuente: Adaptado de los Manuales de Entrenamiento de Índice Climático del Banco Mundial 2011

Experiencia Internacional con Seguros NDVI para Pasturas

3.9. *A la fecha, el índice NDVI está siendo utilizado para el diseño de seguros de índice para pasturas en cuatro países y varios otros países están probando este producto.* La Tabla 3.2 presenta un resumen de la experiencia internacional de los usos de seguros de índice NDVI para asegurar a productores ganaderos contra pérdidas en la producción de pasturas. Las características claves de estos programas se revisan a continuación. Los cuatro países que han ofrecido programas comerciales de seguros de índice NDVI desde los inicios de la década del 2000 incluyen EEUU, Canadá (Provincia de Alberta), España y

²¹ Triggers: disparadores de pagos

México Dichos programas fueron orientados principalmente al sector de ganado vacuno; sin embargo, en España existe la posibilidad de asegurar igualmente a ovejas, cabras y caballos.

3.10. ***Los programas de seguros de índice NDVI de EEUU, Canadá y España han sido diseñados como esquemas a nivel micro; mientras que el programa Mexicano es una cobertura catastrófica a nivel macro en donde se realizan pagos compensatorios a pequeños productores debido a las pérdidas sufridas por sequías severas.*** En los EEUU, Canadá y España los programas de NDVI, comercializados por las compañías de seguros, son adquiridos voluntariamente por los productores individuales (nivel micro). Sin embargo, en México los Gobiernos nacionales y federales adquieren coberturas a nivel macro con el fin de utilizar dicho instrumento para financiar pagos debido a la ocurrencia de pérdidas catastróficas que afectan la producción de pasturas para la alimentación de los rebaños de los pequeños productores en cada estado. Los pequeños productores registrados en este programa son los beneficiarios de los pagos indemnizatorios mas no participan en la cancelación del costo de la prima. Por el contrario, los Gobiernos federales y estatales cubren en su totalidad el pago de la prima a través de sus respectivos presupuestos²². El Gobierno de México ha estimado que el pago de la prima de seguro es más costo efectivo que la operación de un sistema de pago compensatorio que opera de manera reactiva a la ocurrencia de un evento.

3.11 ***Los programas de seguro de índice NDVI a nivel micro se caracterizan por contar con niveles de subsidio al pago de la prima muy elevados; mientras que el pago de la prima del esquema Mexicano es financiado en su totalidad por el Gobierno.*** Una característica de estos programas es el elevado costo de las primas; monto que se aproxima al 10% de la Suma Asegurada; monto que puede ser mucho mayor para el caso de Canadá (Tablas 3.3 a 3.5). En los EEUU, Canadá y España el subsidio a las primas por parte de los Gobiernos es muy elevado (entre 50% hasta 65% de la prima total) con la finalidad de promover la penetración de los seguros ganaderos. En México, el Gobierno financia 100% de las primas y utiliza el seguro para sustituir los pagos de ayuda que el Gobierno debe desembolsar luego de la ocurrencia de un desastre.

Fundamentos de la Cobertura de Seguros de Índice NDVI para Pasturas

3.12. ***La resolución espacial de los sensores remotos utilizados para el diseño de los programas de seguros NDVI existentes varía considerablemente entre uno y otro.*** Por un lado, España cuenta con la resolución más alta equivalente a 250m x 250 m (una área de 6.25 hectáreas) y que es medida por MODIS desde el 2000. Por otro lado, el programa en EEUU utiliza una resolución baja de 8km x 8km (un área de 6,400 hectáreas). En cuanto a la frecuencia del registro de los datos NDVI, éste varía entre los sensores satelitales utilizados y los países: EEUU y México utilizan registros diarios, mientras que España utiliza registros decadales (períodos de 10 días). Las series de tiempo utilizadas para construir los valores promedio del índice NDVI van desde 11 años medidos por MODIS en España, hasta 22 años en el caso de USG-EROS en los EEUU (Tabla 3.2).

3.13. ***El fundamento de los seguros y la base para el pago indemnizatorio de los programas de seguro NDVI existentes son esencialmente los mismos.*** El principio fundamental de los cuatro programas fue el de establecer una base de datos NDVI histórica para cada pixel y calcular el valor promedio del NDVI para cada periodo de cobertura, normalmente durante las etapas de crecimiento de las pasturas. Los pagos indemnizatorios se activan si durante dicho período de cobertura el valor real del NDVI en cada pixel se encuentra por debajo del valor promedio histórico en ese pixel. En la práctica, los

²² SAGARPA 2012, comunicación personal con los autores

Disparadores (Triggers) asegurados se definen como el porcentaje o la desviación respecto al valor promedio histórico, y los umbrales de los valores asegurados se definen en un nivel tal que éstos reflejan el momento a partir del cual se comienzan a registrar pérdidas en las pasturas (por ejemplo, por sequías u otros riesgos climáticos o naturales).

Tabla 3.2. Resumen de la Experiencia Internacional en Seguros Comerciales de Pasturas de Índice NDVI

ID	Descripción	España	México	EEUU	Canadá
1	Fecha de inicio	2001	2007	2007	2001
2	Plataforma	MODIS (2000 a la fecha)	NOAA-AVHRR (1.1 km resolución espacial)	USG-EROS (1989 a la fecha). 8 km resolución espacial.	NOAA-AVHRR (1.1 km resolución espacial)
3	Resolución Temporal	Cada 10 días	Diaria	Diaria	Semanal
4	Interés Asegurable	Costo de alimentación suplementaria	Costo del apoyo financiero del Gobierno en caso de contingencias climáticas.	Pérdida de beneficios asociada con la disminución en la producción de pastos.	Pérdida de beneficios esperados asociada con la reducción en la producción de forrajes.
5	Asegurado	Productores individuales.	Gobierno Federal y Gobiernos Provinciales.	Productores individuales.	Productores individuales.
6	Suma Asegurada (SA)	Valor declarado: costo de suplementación de alimentos x número declarado de animales	Valor declarado (\$Mex 450/animal) dividido en 3 fases: (i) Fase 1: 30% de la SA x No. De animales registrados. (ii) Fase 2: 50% de la SA x No. De animales registrados. (iii) Fase 3: 20% de la SA x No. De animales registrados	Valor base por acre a nivel de Condado basado en las pérdidas en costos o beneficios esperados de la producción de pasturas.	Rendimiento de referencia (Kg DM/Ha) x Predio de Referencia Valor base/acre a nivel de Condado basado en tipos de pasturas de zonas secas (pastura nativa, pastura mejorada, pastura arbustiva, pastura comunal, arrendamiento de pasturas)
7	Funcionamiento	Desviaciones negativas del valor actual del NDVI (c/10 días) vs la media del NDVI del mismo período Valores del NDVI son estimados por la Univ. De Valladolid	Desviaciones negativas del valor actual del NDVI (c/10 días) vs la media del NDVI del mismo período. Valores de NDVI son estimados por el Colegio de Postgraduados (COLPOS).	Desviaciones negativas del valor actual del NDVI (índice de cuadrilla esperado) dentro de la cuadrilla e intervalos del índice seleccionado.	Desviaciones negativas del valor actual del NDVI vs la media del NDVI del mismo período.
8	Período de Cobertura	Dividido en ciclos: primavera y otoño.	1 Mayo-30 Noviembre (curva de crecimiento estacional de las pasturas).	Intervalos de 3 meses.	.- Período corto (mediado de Mayo-fin de Julio).; .- Período Largo (mediado de Mayo-fin de Agosto).
9	Opciones de Cobertura	Opción A: Valor NDVI < NDVI asegurado dentro de un período de 3 decadales. Opción B: activa un pago cuando la pérdida acumulada en un decadal dentro del período de cobertura es > al 10% de la Suma Asegurada	Desviación de los valores medios del NDVI con respecto al Trigger definido por cada fase.	.- Productores aseguran parto o la totalidad de sus propiedades. .- Rangos de factores de productividad (60%-150%); y .- Rangos de cobertura (70%-90%, en intervalos de 5%).	.- Estación completa (valores NDVI acumulados para toda la estación).; .- Estación dividida (valores NDVI acumulados por cada sub-período).

Fuente: Autores, basado en información de cada programa de seguros NDVI existentes.

3.14. ***Una zona homogénea de pasturas debe ser definida en cada programa con la finalidad de obtener Unidades Aseguradas. Dichas unidades son la base para la activación de pagos que se emitirían a favor de los productores cuyas propiedades se encuentren registradas dentro de sus respectivas Unidades Aseguradas.*** En los EEUU la Unidad Asegurada es la grilla de 8km x 8km²⁷. Por el contrario, en España la póliza activa un pago en cada una de las zonas homogéneas de riesgo (HRZ), que es normalmente el Condado. En México, la Unidad Asegurada se define como una zona homogénea de pasturas referida a un nivel espacial agregado que para fines operativos corresponde al nivel de municipalidad. Finalmente, en Canadá la Unidad Asegurada es el “Township” (parecido a un departamento).

3.15. ***Los bases para la definición de la Suma Asegurada varía entre los cuatro países; pero éstas han sido definidas para cubrir los costos adicionales que los productores ganaderos se verían obligados a incurrir para la compra de alimento suplementario en el caso de que se pierda la producción de pasturas durante el periodo de cobertura.*** El programa Mexicano cuenta con la metodología más simple para la estimación de la suma asegurada. Para este caso, la suma asegurada se define como un valor acordado calculado a partir del número de cabezas de animales y un valor acordado que varía según el momento de la estación en que se activa un pago. En España, se establece una evaluación similar por cada cabeza de animal asegurada y luego se realizan los pagos de acuerdo con la escala de valores NDVI acordados. En los EEUU, la suma asegurada se establece por cada acre de pasto o pastoreo. En este caso, los productores de ganado registran la cantidad de acres que tienen en cada grilla y eligen el nivel de cobertura que desean asegurar. En Canadá, la suma asegurada se establece de acuerdo a un rendimiento de referencia para cada tipo de pastura y por el valor asegurado definido para cada pastura.

3.16. ***Los periodos de cobertura del seguro NDVI son definidos para cubrir las etapas de crecimiento de las pasturas en cada país.*** Los programas desarrollados en América del Norte (Canadá, los EEUU y México), proveen hasta seis meses de cobertura, periodo que coincide con las etapas de crecimiento de las pasturas y que van de Abril/Mayo hasta Octubre/Noviembre. En Canadá, los productores de ganado pueden elegir entre un “período corto” que va desde mediados de Mayo hasta el final de Julio; o bien, los productores pueden escoger un “período largo” que va desde mediados de Mayo hasta el finales de Agosto. En España, la cobertura se define por región de riesgo (Provincias Autónomas), y en algunas partes del país la cobertura puede ser adquirida durante casi todo el año, y en otros partes del país que cuentan con un verano muy seco (Julio a Septiembre) estos períodos secos son generalmente excluidos.

Funcionamiento y Resultados

3.17. ***Los programas de seguros de índice NDVI antes expuestos varían considerablemente en términos de su escala y nivel de cobertura.*** El programa Español y el Canadiense son programas voluntarios, y la demanda por la cobertura ofertada en cada uno de estos países es relativamente baja. Durante los últimos cuatro años, el programa Español ha logrado un promedio de 4,185 pólizas vendidas por año, con un promedio de 1.5 millones de cabezas aseguradas por año, equivalente a un nivel de penetración promedio alrededor de 5.5% de todos los animales asegurables del país. En Canadá, el programa de seguros NDVI de la Provincia de Alberta ha logrado en promedio ventas anuales de 1,220 pólizas, para un promedio de 3.9 millones de cabezas aseguradas por año desde los inicios del programa en el 2001. Hay evidencia, sin embargo, que la demanda voluntaria para este producto ha bajado en años recientes. Por el contrario, en México, el programa de seguros NDVI a nivel macro se ha expandido bastante desde sus inicios: En el 2007, el programa aseguraba 13 millones de hectáreas de pasto en 6 estados; y para el 2010 el número de

²⁷ Para detalles completos ver RMA 2011.

hectáreas aseguradas subió a 55 millones distribuidas en 20 Estados. Se estima que cerca de las dos terceras partes de todos los productores pequeños y marginales están hoy en día asegurados de manera automática bajo el programa estatal de seguro NDVI.

3.18. *A pesar de las muy elevadas tasas de prima cobradas en los programas de seguro NDVI, sólo uno de ellos es rentable actualmente.* El único programa NDVI que es rentable es el programa Español: durante el periodo 2008 a 2011, el índice de siniestralidad experimentado por dicho programa fue de un 90% pero al contabilizar las pérdidas desde los inicios del programa hacen que el índice de siniestralidad actual sea de 127%. Las tasas promedio del programa en España durante los últimos cuatro años ha sido de 10.9% (Tabla 3.3). Por otro lado, el índice de siniestralidad histórico en el programa Canadiense ha sido de 117% para fines del 2009. Estos resultados desfavorables han ocurrido a pesar de las tasas de aseguramiento que son de hasta un 19.9%. Grandes pagos fueron generados en 2001 y 2002 y otra vez en 2009 debido al registro de las sequías severas. Cabe mencionar que para la operación de este programa, el Gobierno Federal y los Gobiernos Provinciales del Canadá subsidian hasta un 60% del costo de la prima y los productores cubren el 40% restante del costo total (Tabla 3.4). Finalmente, en México, donde el programa NDVI de pastos es relativamente nuevo, el índice de siniestralidad ha sido de 194% para finales de 2011 contra una tasa promedio de prima de 9.5% (Tabla 3.5).

Lecciones para Seguros NDVI de Pasturas en el Uruguay

3.19. *Las restricciones de la resolución espacial 5km x 5km para las imágenes NDVI disponibles en el Uruguay hacen que las pérdidas registradas en campo a nivel de productores individuales no estén correlacionadas con el índice.* Con estas características, sin embargo, el índice NDVI actualmente disponible podría funcionar mejor para brindar coberturas contra sequías severas que causan pérdidas catastróficas en las pasturas presentes en una zona. Para la operación de este esquema y a este nivel espacial, se requiere la identificación de zonas de riesgo homogéneas (HRZ). Además, se hace necesario acordar con actores clave sobre el diseño de un esquema a nivel meso o macro (similar al esquema implementado en México) en lugar de intentar diseñar seguros de índice NDVI a nivel de productores individuales, y que se caracterizarían por contar con un alto nivel de riesgo de base. Las altas diferencias entre las pérdidas reales y los pagos definidos por el índice NDVI bajo un contrato individual serían tan elevados, al punto que el objetivo del programa de aseguramiento quedaría invalidado (estos temas se van a tratar en los siguientes capítulos de este informe).

3.20. *La experiencia internacional con los seguros de índices NDVI para pasturas muestra claramente que son productos que están expuestos a pagos por eventos de sequía, y que se debe ser prudente al momento del diseño de la póliza en la definición de los Triggers y de las escalas de pagos finales.* Los resultados de los programas de seguros NDVI tratados en este Capítulo son generalmente poco favorables y muestran la necesidad de un diseño prudente para asegurar que las tasas de las primas sean sostenibles tanto para los productores ganaderos individuales como para los Gobiernos. (Este tema se discute a mayor profundidad en el Capítulo 5).

Tabla 3.3. España: Resumen de los Resultados de los Seguros de Índice de Pasturas NVDI 2001 - 2011.

Año	Nº de Pólizas	Nº Animales Asegurables ('000)	Nº Animales Asegurados ('000)	Tasa de Penetración (%)	Suma Asegurada (Millón €)	Prima devengada (Millón €)	Tasa Promedio (%)	Siniestros (Millón €)	Índice de siniestralidad (%)
2008	2,949	29,558	1,090	3.69%	67.6	10.7	15.90%	4.7	44%
2009	5,369	28,782	2,019	7.02%	142	8.7	6.10%	19.9	230%
2010	4,437	27,578	1,595	5.79%	108.6	12.6	11.60%	4.4	35%
2011	3,984	25,838	1,446	5.60%	96.5	9.8	10.10%	8.6	88%
Total acumulado 2001-2011						81.6	10.90%	103.5	127%

Fuente: Informes Anuales AGROSEGURO (www.agroseguro.es)

Tabla 3.4. Canadá: Resumen de los Resultados de los Seguros NDVI, 2001-2009

Año	Nº de Pólizas	Acres Asegurados (millón)	Total Suma Asegurada (millón)	Primas Totales (millón)	Tasa Promedio (%)	Siniestros pagados (CAR\$)	Índice de Siniestralidad (%)
2001 (piloto)	675	2.1	18.7	3.4	18.4%	16.1	467%
2002	1,989	5.6	59	11.2	19.0%	29.8	265%
2003	1,980	5.6	65.7	13.6	20.7%	0.2	1%
2004	Programa no ofrecido en 2004						
2005	1,375	4.6	35	8.6	24.5%	0.3	3%
2006	1,047	3.6	32	5.4	16.9%	1.3	25%
2007	917	3.2	33.1	4.5	13.4%	5.3	118%
2008	924	3.3	23.3	5.3	22.8%	1.1	20%
2009	849	3	23.4	5.6	24.0%	13.7	244%
Total	9,756	31	290.3	57.6	19.9%	67.7	117%

Fuente: Informes Anuales AFC y AFSC 2010 www.afsc.ca

Tabla 3.5 México: Resumen de los Resultados de los Seguros NDVI, 2007-2011.

Año	Nº de Estados	Área asegurada (millones de Ha)	Nº Animales Asegurados (millones)	Total Suma Asegurada (millones MXN)	Primas Totales (millones MXN)	Tasa Promedio (%)	Siniestros : Nº animales.	Siniestros: % Animales Asegurados	Reclamaciones: Valor (Millón MXN)	Índice de Siniestralidad (%)
2007	6	13	0.93	247	20	8.00%	0.2	21.40%	3.1	15%
2008	19	58.8	2.92	984	69	7.00%	0.12	4.20%	39.7	58%
2009	18	54.6	3.5	1,163	135	11.60%	1.65	47.20%	374.2	276%
2010	20	54.6	3.81	1,394	159	11.40%	0.16	4.10%	21.7	14%
2011	21	n.a.	3.88	1,964	165	8.40%	1.97	50.80%	625	378%
Total			15.04	5,752	549	9.50%	4.1	27.30%	1,063.60	194%

Fuentes: AGROASEMX 2010; SAGARPA 2012

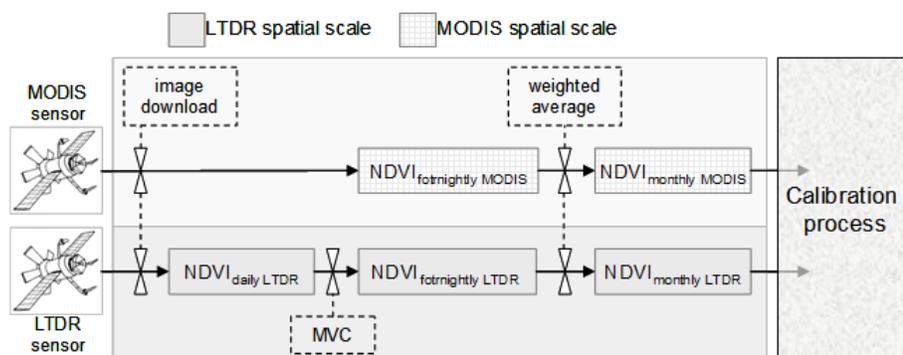
4. Desarrollo de una Base de Datos de Seguros NDVI en el Uruguay

Características y Análisis de Datos NDVI en el Uruguay

4.1. *Como punto de inicio de éste estudio, el Banco Mundial realizó una licitación en la primera mitad del 2011 con el fin de identificar una compañía internacional especializada en Sensores Remotos para desarrollar una base de datos de NDVI para el Uruguay, y para clasificar y mapear el uso de tierra (los recursos forrajeros) en el país.* Se escogió al Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (LART-FAUBA), que es una institución reconocida en el análisis e interpretación de datos de teledetección relacionados con los recursos naturales, el uso agrícola de la tierra y el medioambiente. LART-FAUBA tiene experiencia previa en el diseño de bases de datos para programas de seguros de índice NDVI de pasturas. En 2008 la Oficina de Riesgos Agropecuarios (ORA) del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca (MAGyP) de Argentina, contrató a LART-FAUBA para desarrollar una base de datos NDVI para provincias y regiones seleccionadas de Argentina con el propósito de monitorear el estado de la vegetación. Dicho trabajo fue utilizado posteriormente como base del estudio de Factibilidad de ORA-MAGyP-Banco Mundial sobre las aplicaciones del NDVI en seguros de pasturas en Argentina (2011 a 2012).

4.2. *LART-FAUBA ha desarrollado una base de datos NDVI para el Uruguay.* Entre Julio 2011 y Junio 2012, LART-FAUBA desarrolló una base de datos de 30 años de datos NDVI desde (1981- hasta 2011) con una resolución temporal mensual. También ha creado mapas digitales de pasturas a escala de 5km x 5km para los 19 Departamentos del Uruguay. La generación de este base de datos se ha obtenido combinando las imágenes NOAA desde 1981 a 1999 con una resolución de 5km x 5km (2,500 Ha) e imágenes de la plataforma MODIS que van del 2000 a 2011 y que cuentan con una resolución de 250m x 250m (6.25 Ha). La Figura 4.1 presenta una representación esquemática de los procesos seguidos en el desarrollo de la base de datos NDVI. La base de datos final contiene 30 años de valores promedio NDVI mensuales para un total de 6,232 píxeles de 5km x 5km. Detalles adicionales sobre la metodología utilizada por LART-FAUBA se presentan en el Anexo 2.

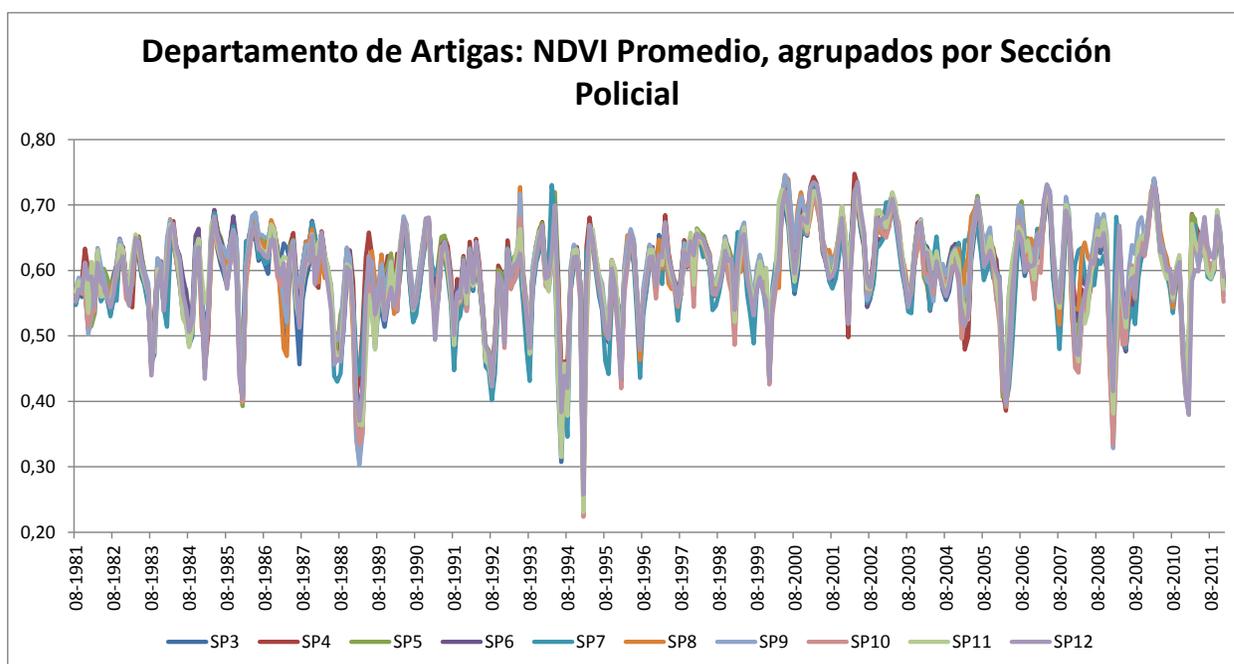
Figura 4.1 Representación esquemática del proceso seguido para obtener valores mensuales de dos plataformas satelitales con características diferentes.



Fuente: LART-FAUBA, 2011

4.3. *El NDVI es un buen indicador de la tasa de crecimiento de la biomasa forrajera.* La serie histórica del índice NDVI puede ser utilizada para estimar la variación de la producción del forraje a nivel del paisaje. Basado en este hecho, las series de tiempo del índice NDVI pueden ser utilizadas como base para el desarrollo de un seguro de Índice en el Uruguay. Un ejemplo de los datos NDVI promedios a nivel mensual se ilustra en la Figura 4.2 para el Departamento²³ de Artigas: años de sequía en los cuales la producción de pasturas fueron afectados severamente incluyen 1988-1989 y 2008-2009, que muestran valores NDVI por debajo de 0.4, mientras que los valores del índice NDVI en años con buenos niveles de precipitación muestran valores NDVI por encima de 0.6. En el Anexo 2 se presentan más detalles de la metodología utilizada por LART-FAUBA para desarrollar la base de datos NDVI.

Figura 4.2 Ejemplo de los valores NDVI mensuales promedio de 30 años por Sección Policial, Departamento de Artigas, Uruguay



Fuente: Los autores. Análisis de la base de datos NDVI elaborada por el LART-FAUBA.

Datos Faltantes, Verificación y Limpieza de Datos DNVI

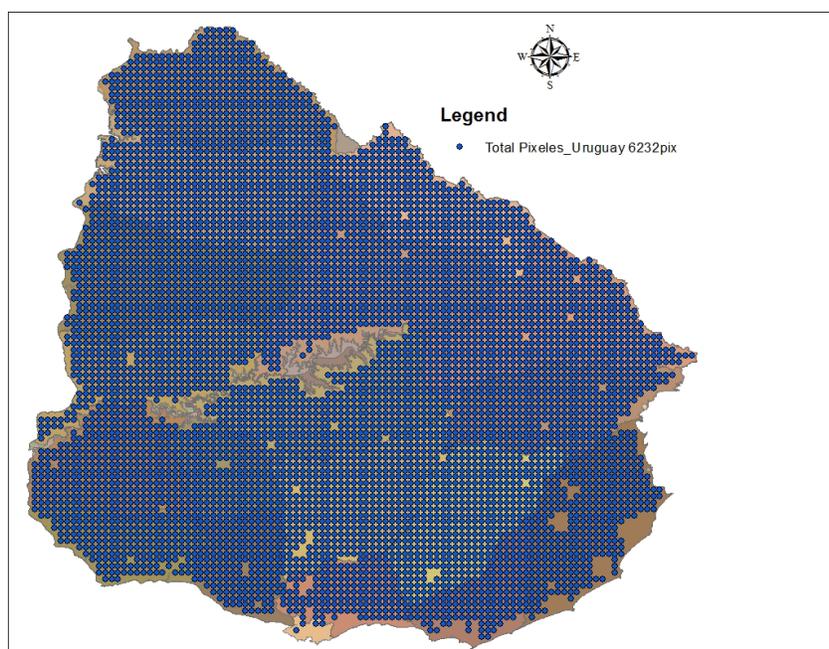
4.4. *Una de las primeras actividades en la revisión de la base de datos NDVI fue la clasificación de los pixeles en "recursos de forraje"²⁴ (incluye áreas de pasturas naturales o*

²³ Habían datos faltantes en la base de datos NDVI, por lo tanto, fue necesario rellenar dichos valores (ver Capítulo 5 y Anexo 3 para más detalles), lo que pudo suavizar el impacto de algunas sequías. Por ejemplo, Enero 1995 mostró el valor más bajo en Artigas, pero faltan los datos Septiembre y Diciembre 1994, por lo tanto no es posible confirmar o rechazar la ocurrencia de una sequía extrema en 1994-1995.

²⁴ Las imágenes NDVI capturadas por la plataforma MODIS fueron utilizadas para clasificar el tipo de cobertura en cada pixel: estas imágenes tienen una resolución espacial y temporal de 250m x 250m y de 16 días, respectivamente. La combinación de métodos estadísticos de conglomerados de tipo supervisados y no-supervisados fue utilizado para obtener diferentes clases de vegetación para cada imagen. El resultado final de este análisis es un mapa de uso de suelos a una escala de 5km x 5km compuesto por las siguientes categorías, a saber: (i) recursos permanentes de forraje, (ii) cultivos de verano, (iii) cultivos dobles – invierno

permanentes) y *áreas con otro uso de suelos*. En la práctica, el uso de muchos de los píxeles (5km x 5km) no está dedicado exclusivamente a pasturas naturales y, si para los fines de este estudio se hubieran incluido únicamente áreas puras de pastoreo, se hubieran excluido importantes zonas de producción ganadera en el Uruguay. Por otro lado, si la selección de los píxeles hubiera sido tomada a partir del uso de al menos un 50% del área del píxel en pasturas se hubiera corrido el riesgo de que los valores promedio mensuales del índice NDVI no hubieran sido representativos de los niveles de producción y calidad de las pasturas debido a que la signatura del índice NDVI estaría dominada por la presencia de otros tipo de coberturas (por ejemplo: cultivos anuales, foresta), y que no forman parte del objetivo de este estudio. Con base en discusiones con los especialistas del LART-FAUBA se acordó que el criterio para la definición de un "píxel forrajero" sería aquel que contase un área mínima de pasturas de por lo menos un 60%. Además, los píxeles con más del 6.7% de datos faltantes se excluyeron del análisis. Utilizando éstos dos criterios se tomaron un total 4001 píxeles (64.2% del número total de píxeles contados inicialmente) calificados como píxeles forrajeros, que serían incluidos en el análisis de conglomerados. La Tabla 4.1 y la Figura 4.3 muestran la distribución de los píxeles seleccionados para análisis de conglomerados en relación con el número total de píxeles dados por LART-FAUBA (ver Anexo 2 para detalles completos de la metodología utilizada por LART-FAUBA para procesar los datos NDVI y clasificar los píxeles de recursos de forraje).

Figura 4.3. Número total de píxeles previstos dentro de la base de datos NDVI para el Uruguay.



Fuente: Los Autores basados en el análisis de la base de datos NDVI proveída por LART-FAUBA.

y verano, (iv) bosques plantados y naturales, (v) agua, (vi) urbana y no clasificada. En el Anexo 2 se presentan más detalles sobre la caracterización de la cobertura vegetal en las regiones del Uruguay.

Tabla 4.1. Número total de píxeles seleccionados para el análisis de conglomerados en el Uruguay.

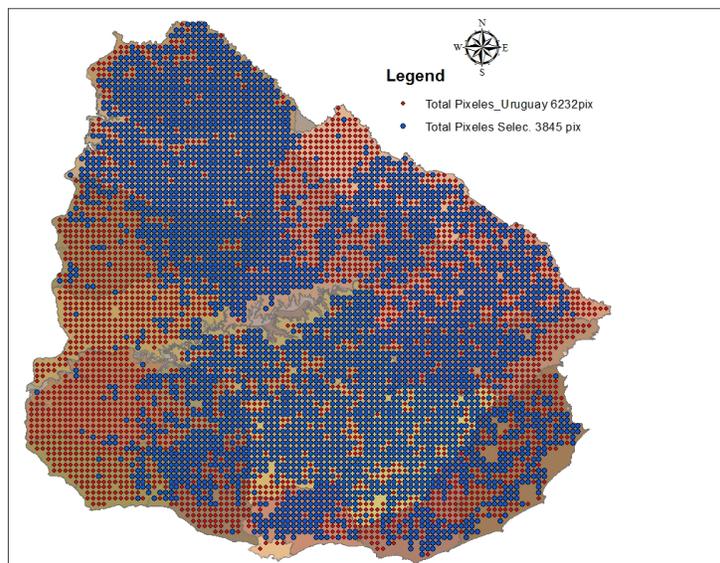
Dpto. INE	Departamento	Total Inicial		Área Forrajera ≤60%		Área Forrajera ≥60%		Valores Perdidos ≥6.7%		Análisis Conglomerados		Valores Perdidos (<6.7%)	Valores Rellenados
		N. valores proporcionados	Total Píxeles	N. Valores	Píxeles	N. Valores	Píxeles	Datos	Píxeles	N. Valores	Píxeles	Datos	Datos
[1]	[2]	[3]	[4]	[4]	[6]	[7=3-5]	[8=4-6]	[9]	[10]	[11=7-9]	[12=8-10]	[13]	[14]
1	Montevideo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Artigas	154.395	423	11.680	32	142.715	391	6.935	19	135.780	372	8.928	8.928
3	Canelones	54.385	149	8.760	24	45.625	125	2.190	6	43.435	119	2.856	2.856
4	Cerro Largo	183.960	504	48.910	134	135.050	370	1.095	3	133.955	367	8.808	8.808
5	Colonia	77.015	211	55.115	151	21.900	60	-	-	21.900	60	1.440	1.440
6	Durazno	143.810	394	27.010	74	116.800	320	2.920	8	113.880	312	7.488	7.488
7	Flores	69.715	191	22.265	61	47.450	130	-	-	47.450	130	3.120	3.120
8	Florida	144.175	395	25.915	71	118.260	324	2.190	6	116.070	318	7.632	7.632
9	Lavalleja	140.160	384	17.885	49	122.275	335	6.205	17	116.070	318	7.632	7.632
10	Maldonado	57.670	158	24.820	68	32.850	90	-	-	32.850	90	2.160	2.160
11	Paysandú	188.705	517	82.490	226	106.215	291	1.825	5	104.390	286	6.864	6.864
12	Río Negro	116.435	319	85.775	235	30.660	84	3.650	10	27.010	74	1.776	1.776
13	Rivera	122.640	336	53.655	147	68.985	189	6.570	18	62.415	171	4.104	4.104
14	Rocha	124.100	340	40.880	112	83.220	228	10.220	28	73.000	200	4.800	4.800
15	Salto	187.610	514	11.315	31	176.295	483	2.920	8	173.375	475	11.400	11.400
16	San José	65.700	180	33.580	92	32.120	88	2.190	6	29.930	82	1.968	1.968
17	Soriano	116.435	319	101.105	277	15.330	42	-	-	15.330	42	1.008	1.008
18	Tacuarembó	200.385	549	71.905	197	128.480	352	3.285	9	125.195	343	8.232	8.232
19	Treinta y Tres	125.925	345	35.040	96	90.885	249	2.555	7	88.330	242	5.808	5.808
NA	Excluded 1*	1.460	4	-	-	1.460	4	-	-	1.460	4	96	96
Total		2.274.680	6.232	758.105	2.077	1.516.575	4.155	54.750	150	1.461.825	4.005	96.120	96.120

Nota: Nota: Excluido 1* corresponde a píxeles cuya ubicación caen por fuera de los límites del país.

Fuente: Los Autores basados en el análisis de la base de datos proporcionada por LART-FAUBA.

4.5. *Un siguiente paso en la revisión de la base de datos fue la exclusión de píxeles cuya área estuviera conformada por coberturas forestales, tanto natural como plantada.* Para lograr este objetivo, el equipo del Banco Mundial sobrepuso capas de bosque en ArcGIS que contaban con la localización de píxeles seleccionados para la conducción de un Análisis de Conglomerados (4001 píxeles). Este procedimiento llevó a la exclusión de 156 píxeles donde había plantaciones forestales durante los últimos 30 años. Si estos píxeles se hubieran incluido en la base de datos NDVI, hubieran podido afectar las lecturas del índice en forrajes/pasturas, así como también de alterar los valores activadores y las probabilidades de pagos. Como resultado de la clasificación de píxeles de forraje “puro” (píxeles con un área mínima de forraje de por lo menos un 60% y cuyo porcentaje de valores faltantes no mayor al 6.7% del total de la serie de tiempo de 30 años), el análisis de riesgo NDVI fue realizado con una base de datos conformada por 3,845 píxeles (61.7% del total de píxeles obtenidos inicialmente). La ubicación de los píxeles forrajeros se muestra en la Figura 4.4. La siguiente sección presenta una discusión adicional sobre el sistema de mapeo de uso del suelo y sobre el diseño de la base de datos NDVI.

Figura 4.4. Pixeles seleccionados para análisis de riesgo (criterio $\geq 60\%$ del área de los pixeles destinados a producción de forraje, porcentaje de valores faltantes $<6.7\%$ del total de la serie de tiempo, y no ubicados en áreas boscosas).



Fuente: los autores basados en el análisis de la base de datos NDVI facilitada por LART-FAUBA.

4.6. *Para cada pixel seleccionado (3.845 en total), se utilizó una técnica de interpolación lineal para el relleno de datos faltantes con el fin de evitar cambios sistemáticos en los datos, o en los valores promedio de las lecturas NDVI²⁵.* Después de aplicar éstos procedimientos estadísticos, el número de valores faltantes (96,120) se redujo a cero (0), lo que fue considerado excelente para agrupar pixeles con características similares (ver la última columna de la Tabla 4.1). Se entiende que una de las principales razones que explican la falta de datos NDVI en la serie se debe a la presencia de nubes que evitan que los sensores remotos capturen la radiación del rojo visible y del infra-rojo cercano.

Mapeo de Áreas de Pasturas Naturales en el Uruguay

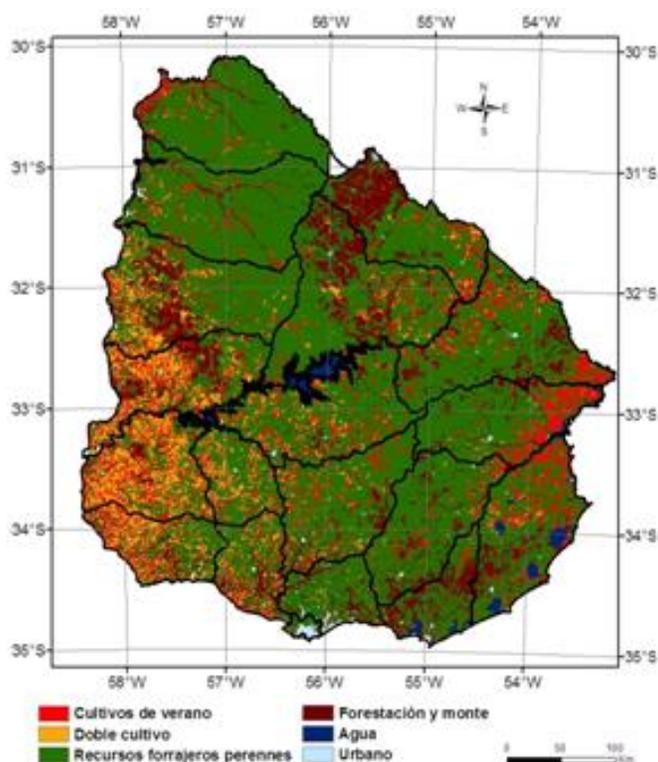
4.7. *LART-FAUBA mapeó y clasificó el tipo de cobertura y uso de suelo para cada uno de los pixeles, específicamente con el fin de identificar y distinguir las áreas de pasturas naturales de otras formas de uso de suelo y tipo de cobertura.* Durante el mapeo se realizaron tres actividades, incluyendo: (1) uso de imágenes LANDSAT de baja resolución para generar una clasificación de uso de suelo para los 19 departamentos; (2) muestreos en campo para validar la clasificación de uso de suelo dada; y (3) uso de imágenes NDVI MODIS (250m x 250m) con el objetivo de establecer la signatura fenológica de los valores NDVI para cada uno de los meses del año tanto para los recursos forrajeros como para los no forrajeros.

4.8. *Se utilizó un sistema de clasificación de uso de suelo para distinguir la proporción del área del pixel ocupada por seis diferentes clases de cobertura:* recursos forrajeros ($\geq 60\%$ del pixel cubierto por pasturas), cultivos anuales, cultivos permanentes, bosques nativos y plantaciones forestales, cuerpos de agua y áreas urbanas. A través de un muestreo de campo LART-FAUBA

²⁵ Es importante notar que la técnica de interpolación lineal se aplicó únicamente al análisis de conglomerados. Para el análisis de riesgo, se utilizó una técnica de relleno utilizando valores promedio NDVI mensuales (ver Anexo 3 para más detalles).

pudo confirmar que el procedimiento de clasificación de uso de suelo basado en el análisis de imágenes satelitales cuenta con un nivel de precisión de un 91%. Este nivel de precisión en la clasificación de uso de suelo fue considerado por el LART-FAUBA que era un porcentaje lo suficientemente bueno para capturar eventos catastróficos y cuyas pérdidas eran evidentes en grandes extensiones. Este grado de aproximación en la clasificación de uso de suelo podría ser mejorado, sin embargo, se necesita una clasificación de uso del suelo menos general y, quizás, más puntos de muestreo en campo. Los resultados de ésta clasificación indican que predomina la producción de cultivos agrícolas en las regiones al Este y Oeste del país, existen algunas áreas importantes dedicadas a la silvicultura en el Oeste, Norte y Sur del país, y que los recursos forrajeros perennes (pasturas para ganado) es el tipo de uso de suelo predominante en el resto del Uruguay (ver Figura 4.5). En el Anexo 2 se presentan más detalles sobre el sistema de clasificación de uso de suelo del LART-FAUBA, que se basa en un trabajo realizado por Baeza, S., Baldassini, P., Arocena, D., Pinto, P. y Paruelo (en prensa)²⁶.

Figura 4.5. Caracterización del tipo de cobertura en el Uruguay basada en datos de teledetección y en observaciones de campo.



Fuente: Baeza et al. (en prensa)

4.9. *Uno de las principales limitantes del sistema de clasificación del uso de suelo que se utilizó es que no es posible identificar las pasturas implantadas.* Este problema se debe a la baja resolución de las imágenes NDVI (5km x 5km). En general, las pasturas implantadas presentan menor resiliencia a condiciones climáticas y edáficas adversas; así, el área total de pasturas

²⁶ Baeza, S.; Baldassini, P.; Arocena, D., Pinto, P. y Paruelo, J (en prensa). Caracterización del uso/cobertura del suelo en Uruguay a partir de series temporales de imágenes MODIS

implantadas en el Uruguay es significativamente menor comparado con las áreas destinadas a pasturas naturales. Por lo anterior, al trabajar con un pixel de una resolución de 2,500 hectáreas no es posible diferenciar entre lo que es una pastura natural de una implantada. Por otro lado, las mediciones mensuales no permiten determinar con precisión los cambios de uso de suelo registrados durante el año, y por lo tanto no es posible tener una base de datos NDVI consistente para realizar un análisis de riesgo para este tipo de cobertura en particular.

4.10 *Las áreas con sistemas productivos mixtos (agricultura y pasturas) presentan igualmente limitaciones. Esto ocurre sobre todo cuando más del 40% del área del pixel es arado año a año y dentro de él se rotan diferentes cultivos. Esta complejidad en los sistemas productivos impide la construcción de una base de datos NDVI que sea representativa de las áreas con pasturas.* Este problema es particularmente notorio en las regiones al Este y Oeste del país, que son áreas importantes de producción de cereales pero donde también hay concentraciones importantes de ganado de cría y de engorde (ver Figura 2.1 y 4.4). En las áreas donde no hay “píxeles forrajeros” no se puede ofrecer una cobertura bajo una póliza de seguro NDVI a los productores ganaderos.

4.11 *Existen grandes diferencias en el área geográfica de cada Departamento y también en la superficie destinada a pasturas naturales en el Uruguay.* La Tabla 4.2 muestra que Salto es el Departamento con la concentración más alta de pasturas naturales. El área estimada de pasturas naturales en este departamento es de 1.13 millones de hectáreas o 11.8% del total de la superficie del país (9.6 millones de hectáreas). En orden descendente se encuentra Artigas con 0.92 millones de hectáreas (9.5% del área total), Cerro Largo y Tacuarembó, con aproximadamente 0.8 millones de hectáreas cada uno (9% del área total). En el extremo inferior se encuentra Soriano con solamente 0.1 millones de hectáreas (1.1% del total) que encajan bajo los dos criterios de clasificación para píxeles forrajeros. Otros departamentos con muy poca superficie de pasturas incluyen: Colonia (1.4% del área total), y Río Negro (1.9% de área total). Para los fines de este estudio se asumió que toda el área del pixel encaja bajo la clasificación de cobertura forrajera.

Tabla 4.2. Área Estimada de Pasturas (Ha) por Departamento según la base de datos NDVI

Dpto. INE	Departamento	Excluido 2*	N. Píxeles*	Área Máx de Pasturas (Ha)	% de Área de Pastura	Total de Píxeles	Total (Ha)	Área % Total	Área Total
1	Montevideo	-	-	-	0,0%	-	-	-	0,0%
2	Artigas	5	367	917.500	9,5%	423	1.057.500	6,8%	
3	Canelones	4	115	287.500	3,0%	149	372.500	2,4%	
4	Cerro Largo	25	342	855.000	8,9%	504	1.260.000	8,1%	
5	Colonia	5	55	137.500	1,4%	211	527.500	3,4%	
6	Durazno	8	304	760.000	7,9%	394	985.000	6,3%	
7	Flores	3	127	317.500	3,3%	191	477.500	3,1%	
8	Florida	8	310	775.000	8,1%	395	987.500	6,3%	
9	Lavalleja	24	294	735.000	7,6%	384	960.000	6,2%	
10	Maldonado	4	86	215.000	2,2%	158	395.000	2,5%	
11	Paysandu	9	277	692.500	7,2%	517	1.292.500	8,3%	
12	Río Negro	2	72	180.000	1,9%	319	797.500	5,1%	
13	Rivera	4	167	417.500	4,3%	336	840.000	5,4%	
14	Rocha	4	196	490.000	5,1%	340	850.000	5,5%	
15	Salto	22	453	1.132.500	11,8%	514	1.285.000	8,3%	
16	San Jose	1	81	202.500	2,1%	180	450.000	2,9%	
17	Soriano	1	41	102.500	1,1%	319	797.500	5,1%	
18	Tacuarembó	14	329	822.500	8,6%	549	1.372.500	8,8%	
19	Treinta y Tres	13	229	572.500	6,0%	345	862.500	5,5%	
	Total	156	3.845	9.612.500	100,0%	6.228,00	15.570.000	100,0%	

Nota: Excluidos2* se refiere a píxeles que se encuentran dentro de áreas de silvicultura.

Fuente: Autores

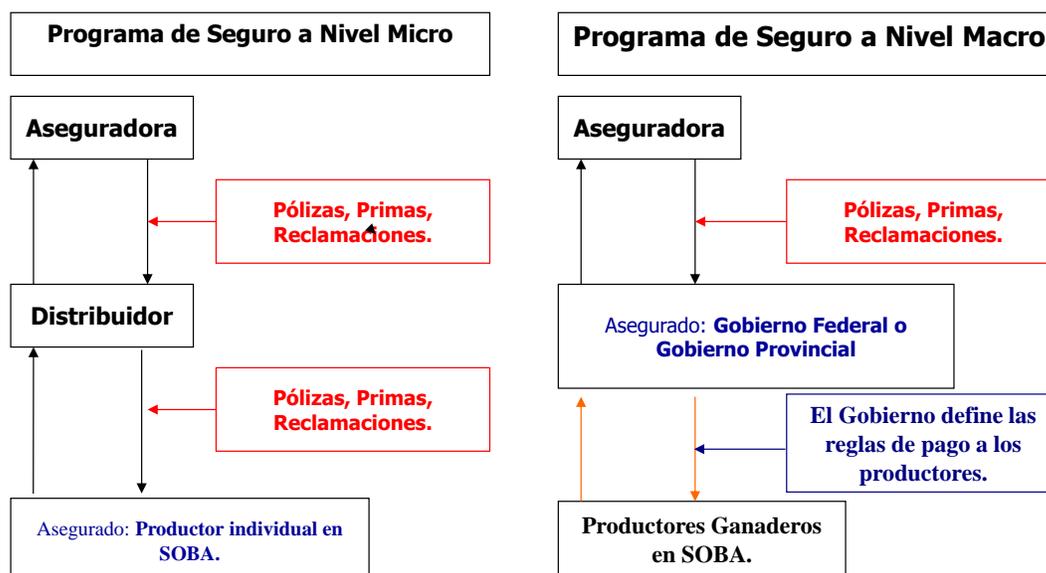
5. Diseño y Tarificación del Seguro de Índice NDVI

5.1. *Este Capítulo presenta los detalles completos sobre el diseño de un seguro de índice NDVI de Pasturas en el Uruguay, y sobre la metodología de tarificación aplicada.* La primera parte de este capítulo presenta las características del producto y las opciones de cobertura utilizadas en su diseño. A continuación, esta sección describe de manera detallada la metodología actuarial utilizada para la estimación de las tasas puras, y las tasas técnicas para cada una de las opciones de cobertura y para cada Unidad Asegurada. La parte final de esta sección describe la metodología de cálculo de la Pérdida Máxima Probable (PML) esperadas para este programa de seguros en diferentes periodos de retorno.

El Interés Asegurado y la Justificación para la Aplicación de una Cobertura a Nivel Macro

5.2. *Los seguros de índice son instrumentos de seguros agrícolas muy flexibles que pueden ser diseñados para operar diferentes niveles de agregación de riesgo.* Por un lado, las coberturas indexadas pueden ofertarse para productores individuales (Nivel Micro). A un nivel intermedio, por otro lado, el seguro podrá diseñarse para brindar cobertura sobre el interés financiero que pudiera tener una organización prestataria de servicios (ejemplo: un distribuidor de agroquímicos) o un banco rural (Nivel Meso). Por último, los seguros de índice pueden ser ofertados a Gobiernos regionales o nacionales para proteger el riesgo financiero que pudieran incurrir en caso de ocurrir un evento catastrófico (Nivel Macro). La Figura 5.1 muestra las diferencias entre los esquemas de seguro a nivel micro y a nivel macro.

Figura 5.1. Comparación de la Estructura organizacional de un Programa de Seguro NDVI a Nivel Micro con un Esquema de Aseguramiento a Nivel Macro.



Fuente: Autores

5.3. ***El primer paso en el diseño de un programa de seguros es la definición del Interés Asegurado.*** Este concepto se entiende que es el interés que existe cuando una persona/entidad asegurada obtiene un beneficio financiero o de otro tipo por la existencia continua del objeto asegurado. El Interés Asegurado está intrínsecamente vinculado con el objetivo de la cobertura. Para los fines de este estudio, el interés asegurado se define como las pérdidas potenciales que el Gobierno del Uruguay podría sufrir por la asistencia financiera que tendrían que brindar en casos que desastres impacten severamente la producción de pasturas en cualquier región del país. En el Capítulo 2 se mostró que actualmente estos pagos por mitigación de desastres son financiados por el Fondo Agropecuario de Emergencias (FAE) operado por el MGAP. Durante la sequía 2008-2009, el MGAP distribuyó 30,400 toneladas métricas de suplemento alimenticio a productores ganaderos. Una estimación conservadora del costo que representó la aplicación de esta medida indica que ésta ascendió a cerca de los US\$ 6.1 millones. El costo total de la compra de estos suplementos alimenticios para el sector ganadero para un período de 5 meses fue estimado en US\$ 64.5 millones (alrededor de 260,000 toneladas de suplemento alimenticio), con el sector de ganado de carne incurriendo en costos de alimentación adicional de US\$ 19.8 millones (31% del monto total), y al sector de ganado de leche en cerca de US\$ 44.7 millones ó 69% de los costos sub-totales (Asociación Rural del Uruguay 2009).

5.4. ***Existen varias ventajas potenciales para el gobierno en cuanto a contar con un programa de seguros de índice a Nivel Macro comparado con un sistema tradicional de pagos compensatorios que son distribuidos de manera ex-post a la ocurrencia de un desastre.*** Estas ventajas incluyen: (i) el pago de una prima significa que el Gobierno transfiere su responsabilidad financiera, desconocida para los efectos de un desastre, al mercado de seguros con el fin de reducir las fluctuaciones en el presupuesto; y (ii) los pagos indemnizatorios se activan a través de la medición de un índice al momento de la ocurrencia de un Evento Asegurado. Debido a la forma de operación de este esquema de seguro, los pagos indemnizatorios pueden ser cobrados rápidamente por el Gobierno para que luego éste lo distribuya a los productores. Esto evitaría que la ayuda se tome muchos meses para completar las valoraciones de campo y la obtención de fondos a través de modificaciones presupuestarias o préstamos de contingencia.

5.5. ***El objetivo principal de la cobertura del seguro de Índice NDVI a nivel macro consiste en proporcionar pagos de contingencia al Gobierno del Uruguay (GoU), en base a la evolución del índice NDVI.*** El pago que recibiría el Gobierno serviría para brindar ayuda oportuna a los productores ganaderos en el caso de la ocurrencia de desastres naturales; y así prevenir pérdidas mayores por no haber actuado a tiempo. En otras palabras, se propone que la cobertura de Índice NDVI de pasturas sea un producto de seguros a nivel macro. También, se propone que dicho producto sea comprado por el Gobierno como un instrumento financiero para proteger su presupuesto en años de pérdidas en el sector ganadero inducidas por catástrofes (principalmente sequías); y para asegurar a priori los pagos oportunos a los productores pecuarios en las zonas donde la calidad de las pasturas ha disminuido seriamente. Bajo el propuesto programa de seguros, todos los aproximadamente 38,000 productores ganaderos ubicados en las áreas de pasturas calificadas y las categorías de animales elegibles estarían registrados automáticamente con la(s) aseguradora(s). Del mismo modo, los productores registrados serían beneficiados si la póliza de seguros activa un pago en las zonas donde se encuentren ubicados.

5.6. ***El diseño de un esquema de aseguramiento voluntario a nivel Micro no se consideró que fuera posible implementarlo en una fase inicial debido a limitaciones técnicas y operativas.*** La baja resolución de los píxeles de la base de datos no permite identificar los campos de los productores de manera individual. Tampoco es posible diferenciar las prácticas agrícolas utilizadas por los productores; por lo anterior resulta imposible ofertar pólizas de seguros individuales. Un inconveniente adicional de trabajar con una resolución espacial de 2,500 Ha y de ofertar pólizas

individuales es que se presenten bajas correlaciones entre la calidad del pasto determinada por el índice NDVI en un pixel determinado, y la calidad de las pasturas en las tierras de un productor individual. La baja correlación podría ser tan significativa que invalidaría el correcto funcionamiento de la póliza. (ver Capítulo 3 para más detalles sobre discusiones anteriores acerca del riesgo de base). En el Anexo 4 se presentan más obtener mayores detalles sobre el riesgo de base y sus implicaciones en los seguros de índice).

5.7. Otra factor que justificó el desarrollo de una cobertura de seguros a nivel macro fue que las compañías aseguradoras locales indicaron que no tenían la experiencia y redes de oficinas suficientes para la operación de un esquema de seguros de forma individual (Nivel Micro) Estas compañías resaltaron que los costos administrativos de tratar de promocionar y comercializar un esquema a nivel micro podrían ser prohibitivamente caros. Por el contrario, la operación de un programa NDVI a nivel macro resultaría en grandes ahorros en los costos administrativos para las aseguradoras. Las compañías aseguradoras indicaron que, en una fase inicial, sólo estarían interesadas en asegurar al Gobierno como único Asegurado (Ver Capítulo 6 para más detalles).

Unidad Asegurada y Definición de Zonas de Riesgo Homogéneo

5.8. La definición de la Unidad Asegurada es crítica en el diseño y operación del seguro NDVI. La Unidad Asegurada es un área geográfica pre-acordada de pasturas naturales que puede ser identificada en el campo y para la que el sensor remoto toma lecturas del índice NDVI en un intervalo de tiempo acordado. La Unidad Asegurada constituye la unidad operativa que determina si se activan o no pagos indemnizatorios de acuerdo al número de cabezas de animales asegurados ubicados en cada Unidad Asegurada. Como se notó en el Capítulo 4, la base de datos NDVI estaba conformada inicialmente por 4,0001 pixeles forrajeros (5 Km x 5 Km); y luego de la conducción de un proceso de control de calidad²⁷ un total de 3,845 pixeles forrajeros fueron finalmente incluidos en el modelo de valoración de riesgo y en la Herramienta de Tarificación.

5.9. La definición de la Unidad Asegurada para la operación del seguro de Índice NDVI fue la Sección Policial, que es una unidad administrativa a nivel sub-departamental. La definición de la Unidad Asegurada se basó en dos criterios: (i) definición de zonas de riesgo homogéneo y (ii) consideraciones operacionales del contrato. No se consideró factible operar el programa de seguros propuesta en donde la Unidad Asegurada fuera el pixel individual 5km x 5km dado el gran número de pixeles y a las diversas complicaciones que esto implicaría; por ejemplo: (i) tratar de establecer un sistema de identificación y localización de productores y a sus animales en cada uno de estos pixeles; (ii) el riesgo de base implícito en la operación de un programa a esta escala espacial; (iii) los costos potencialmente elevados por la administración de los pagos activados en 3,845 pixeles forrajeros. Por otro lado, el haber considerado definir el Departamento individual hubiese implicado trabajar con una Unidad Asegurada demasiado grande dada la evidencia de variación de los valores NDVI entre pixeles localizados en un mismo Departamento. En el Uruguay, los datos y registros del censo de ganado se compilan a nivel Departamental y también a nivel sub-departamental (Secciones Policiales). Desde un punto de vista operativo se acordó por todas las partes interesadas que la Sección Policial sería la Unidad Asegurada más realista con la que el seguro de índice NDVI podría trabajar. Hay 252 Secciones Policiales en los 18 Departamentos bajo el análisis, pero los 3,845 pixeles de pasturas incluidos en el análisis de riesgo se distribuyen sobre un total de 195 Secciones Policiales con, un promedio de 11 Secciones Policiales analizadas por Departamento. El Departamento de Canelones tiene el mayor número con 20 Secciones Policiales; mientras que en el

²⁷ Se excluyeron de la base de datos NDVI final pixeles con más del 6.7% de datos faltantes en las series de tiempo de 30 años.

extremo inferior se encuentra San José con tan sólo 6 Secciones Policiales analizadas (ver columna 3 en la Tabla 5.2).

5.10 *Con el objetivo de poder verificar si la “Sección Policial” formaría una zona de riesgo homogéneo para operar el programa de seguros sugerido, se realizó un análisis de conglomerados con la base de datos NDVI proporcionada por el LART- FAUBA utilizando el software SPSS.* El análisis de conglomerados fue aplicado a los valores históricos mensuales del índice NDVI de cada pixel seleccionado con el fin de establecer grupos de pixeles adyacentes con valores similares NDVI. Cada grupo de conglomerado conformaría una zona de riesgo homogéneo (HRZ). Para la muestra de valores NDVI dados, los parámetros que se consideraron para el análisis de conglomerados fueron: (i) el Centroide como el método de similitud para crear los agrupamientos (conglomerados); y (ii) el Cuadrado de la Distancia Euclideana, que es una fórmula que estima la distancia entre variables. Los pasos en el análisis de conglomerados se ilustran en las Figuras 5.2.a y 5.2.b. Es importante notar que, aun cuando el análisis de riesgo se enfocó en un período específico del año (Septiembre a Diciembre; Enero a Marzo), los valores del índice de todos los meses del año fueron utilizados para la ejecución del análisis anteriormente mencionado. El análisis de conglomerados produjo un total de 363 HRZ a lo largo de las 195 Secciones Policiales incluidas (ver Tabla 5.2).

Figura 5.2.a. Clasificación de pixeles basada en la vinculación del Centroides como método agrupamiento jerárquico (Sección Policial 2, Departamento Florida)

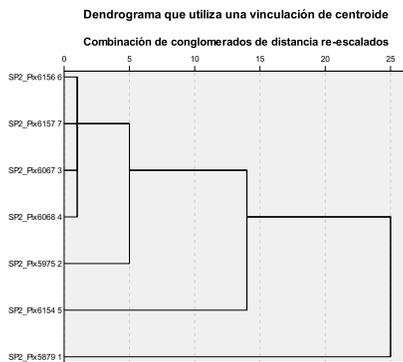
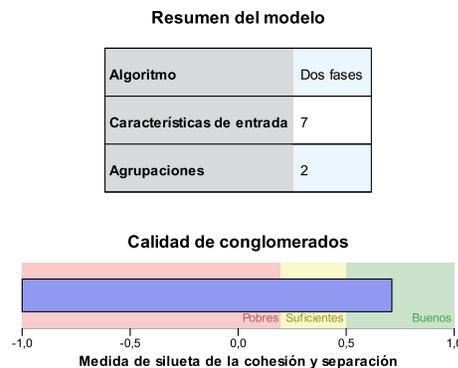


Figura 5.2.b. Resumen del análisis Bi-estápico y ejemplo de calidad de clasificación de conglomerados (Sección Policial 2, Departamento Florida)



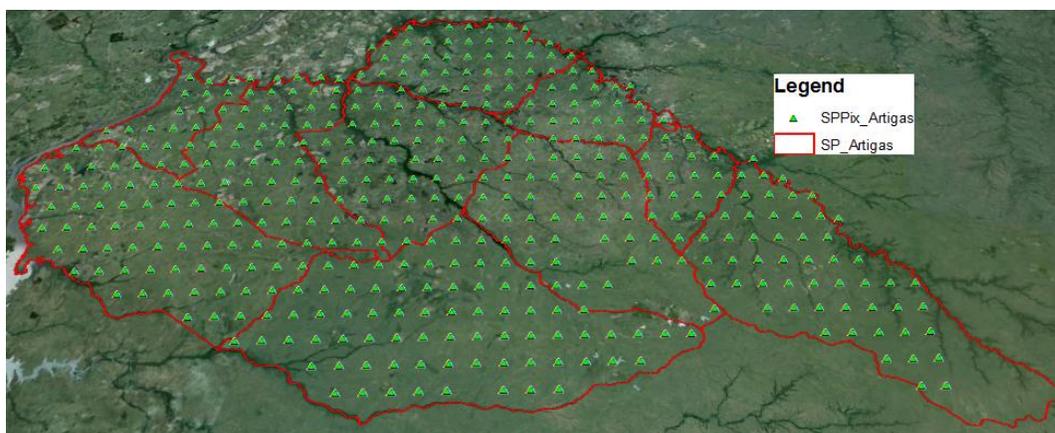
Fuente: Análisis de los Autores

5.11. *Los resultados del análisis de conglomerados muestra que la superficie conformada por los pixeles agrupados en una misma zona de riesgo es muy parecida al área de la Sección Policial.* Esto se ilustra en la Figura 5.3 y en la Tabla 5.1 para el Departamento de Artigas, en donde se muestra la variación en los 367 valores individuales NDVI del pixel forrajero dentro de las 10 Secciones Policiales localizadas en este Departamento. Una Sección Policial “calificada” debe tener un mínimo de una Zona de Riesgo Homogéneo o conglomerados de pixeles con $\geq 60\%$ de su superficie clasificada como recurso forrajero y, con menos de un 6.7% de datos faltantes. También, a cada HRZ se le atribuyeron las vacas de cría registradas según la base de datos DICOSE 2011. Los valores NDVI en la mayoría de las 10 Secciones Policiales calificadas en el Departamento de Artigas, son bastante homogéneos a lo largo de los pixeles, y por lo tanto, existe una HRZ dominante en cada Sección Policial que cuenta con casi toda el área de pasturas. En la mayoría de

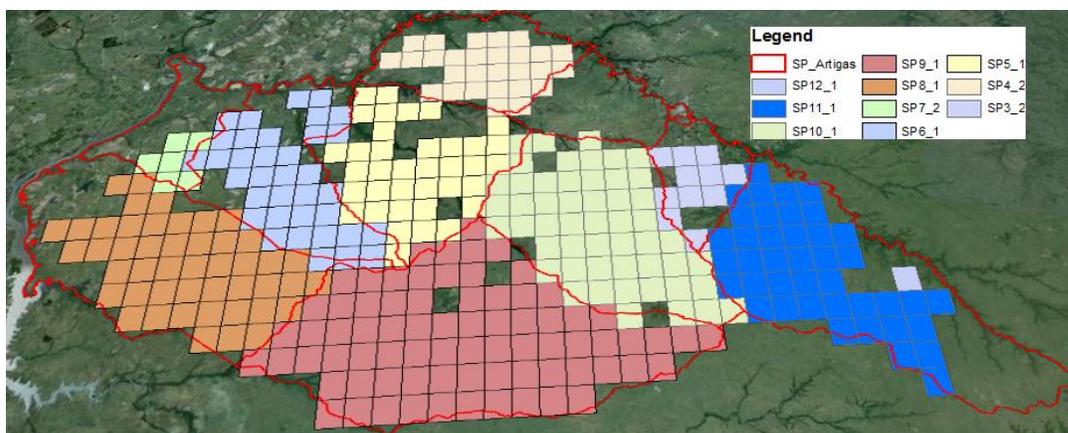
los otros Departamentos, los resultados del análisis de conglomerados son similares a los de Artigas. Lo anterior sugiere que la Sección Policial es una unidad espacial adecuada para la definición de las Unidades Aseguradas y por consiguiente para la operación del programa NDVI. Sin embargo, existen excepciones a la regla y en algunos Departamentos, hay variaciones considerables en los valores NDVI entre las HRZs dentro de una Sección Policial. Por ejemplo, en el Departamento de Tacuarembó, la Sección Policial 4 tiene un total de 19 pixeles y el análisis de conglomerados produjo 2 HRZs: la SP4-1 con 13 pixeles (68% del área total) y SP4-2 con 6 pixeles (32% del área) y; en el Departamento de Florida, la Sección Policial 3 tiene 14 pixeles divididos entre SP3-1 con 5 pixeles (36%) y SP3-2 con 9 pixeles (64% de pixeles). En estas Secciones Policiales en Tacuarembó y Florida probablemente sería más acertado dividir la Sección Policial en dos HRZs separadas para el propósito del programa de seguros NDVI. Sin embargo, sería difícil en ésta etapa inicial operar un programa de seguros con tal nivel de detalle espacial (desegregación) y con Unidades Aseguradas más pequeñas que la Sección Policial por un número de razones operacionales, incluyendo el hecho de que se requeriría un censo a nivel de finca para registrar todos y cada uno de los ganados de acuerdo al número de animales localizados en cada Unidad Asegurada. Este detalle debería ser, sin embargo, monitoreado de cerca durante la implementación inicial de cualquier programa NDVI en el Uruguay.

Figura 5.3. Zonificación de Riesgo en el Departamento de Artigas

(a) Artigas está compuesto por 12 Secciones Policiales e incluye 423 Pixeles (5km x 5km)



(b) Artigas mostrando 10 Secciones Policiales calificadas conformando 367 Pixeles forrajeros



Fuente: Autores a partir del análisis de la base de datos NDVI

Tabla 5.1. Resumen de los pixeles forrajeros, Zonas de Riesgo en el Departamento de Artigas

Police Section	Homogeneous Risk Zone 1	No. Pixels in HRZ	Homogeneous Risk Zone 2	No. Pixels in HRZ	Total No. Pixels in Police Section	Excluded Homogeneous Risk Zones	No. Excluded Pixels
SP3	SP3_1	3	SP3_2	11	16	SP3_1	3
SP4	SP4_1	4	SP4_2	28	33	SP4_1	4
SP5	SP5_1	37	SP5_2	1	39	SP5_2	1
SP6	SP6_1	36	SP6_2	1	38	SP6_2	1
SP7	SP7_1	1	SP7_2	6	7	SP7_1	1
SP8	SP8_1	47	SP8_2	1	48	SP8_2	1
SP9	SP9_1	75	SP9_2	1	76	SP9_2	1
SP10	SP10_1	52	SP10_2	2	54	SP10_2	2
SP11	SP11_1	41	SP11_2	1	42	SP11_2	1
SP12	SP12_1	18	SP12_2	1	19	SP12_2	1
Total		314		53	372		16

Fuente: Autores a partir del análisis de la base de datos NDVI

5.12. *En la fase inicial del programa de seguros NDVI en el Uruguay se recomienda que la “Sección Policial” se adopte como Unidad Asegurada.* Esto quiere decir que en la práctica, la zona de riesgo homogénea (HRZ) o conglomerado de pixeles más representativa es elegida en cada Sección Policial, y los valores NDVI mensuales para cada pixel en esta zona HRZ representativa son promediados con el objetivo de obtener un único valor NDVI por Sección Policial y, tanto las primas como los pagos del seguro son calculados para la HRZ representativa en cada Sección Policial.

5.13. *El Uruguay tiene un total de 252 Secciones Policiales en los 18 Departamentos incluidos en este estudio, de los cuales 195 Secciones Policiales (Unidades Aseguradas) fueron clasificadas considerando los requerimientos mínimos de asegurabilidad (en términos de superficie forrajera y de estar ubicados en áreas de cría de ganado vacuno).* Bajo este estudio, los Pixeles y Secciones Policiales que no fueron clasificados como áreas forrajeras se excluyeron del análisis y por lo tanto la base de datos NDVI final contiene un total de 195 Secciones Policiales potencialmente asegurables con 3,845 pixeles forrajeros, que representan aproximada de 9.6 millones de hectáreas. El promedio de área de pasturas por Sección Policial varía desde un mínimo de 14,375 Ha por Sección Policial en Canelones hasta un máximo de 87,115 Ha por Sección Policial en el Departamento de Salto (Tabla 5.2).

Tabla 5.2. Resumen de los Pixeles forrajeros y Unidades Aseguradas de Pasturas (Secciones Policiales) por Departamento, Uruguay

Departamento	No. Total de Secciones Policiales/Dpto [1]	No. Secciones Policiales Excluidas	No. Secciones Policiales Seleccionadas en el Programa NDVI	No. Final de Pixeles Forrajeros	No. Promedio de Pixeles Forrajeros por Sección Policial Seleccionada	Área Forrajera Máx / Distrito (Ha)	Área Promedio de Pasturas por Sección Policial (Ha)
Artigas	12	2	10	367	37	917.500	91.750
Canelones	27	7	20	115	6	287.500	14.375
Cerro Largo	16	4	12	342	29	855.000	71.250
Colonia	17	9	8	55	7	137.500	17.188
Durazno	15	2	13	304	23	760.000	58.462
Flores	9	1	8	127	16	317.500	39.688
Florida	16	2	14	310	22	775.000	55.357
Lavalleja	13	0	13	294	23	735.000	56.538
Maldonado	13	4	9	86	10	215.000	23.889
Paysandú	13	2	11	277	25	692.500	62.955
Río Negro	12	5	7	72	10	180.000	25.714
Rivera	9	1	8	167	21	417.500	52.188
Rocha	11	0	11	196	18	490.000	44.545
Salto	16	3	13	453	35	1.132.500	87.115
San José	10	4	6	81	14	202.500	33.750
Soriano	12	5	7	41	6	102.500	14.643
Tacuarembó	16	1	15	329	22	822.500	54.833
Treinta y Tres	11	1	10	229	23	572.500	57.250
TOTAL	248	53	195	3.845	20	9.612.500	49.295

Fuente: Autores, a partir del análisis de la base de datos NDVI.

Definición del Periodo de Cobertura en el Programa de Seguros NDVI

5.14. *El periodo de cobertura de la póliza de pasturas NDVI está diseñado para coincidir con los periodos normales de crecimiento y máximos de productividad de biomasa vegetativa en el Uruguay. De ocurrir una sequía extrema la disponibilidad de pasturas se ve severamente reducida para la alimentación del ganado, especialmente el de cría.* En el Uruguay, Bermúdez y Ayala²⁸ (2005) reportaron que las tasas máximas de crecimiento de pasturas naturales se registran en la primavera (Septiembre a Noviembre) con el aumento en la temperatura y lluvias, y en el verano (Diciembre a Febrero). La cobertura está diseñada para asegurar las pasturas durante estos periodos pico de crecimiento; y excluye los meses de otoño e invierno (de Abril a Agosto) que es cuando el vigor y crecimiento de los pasturas es normalmente bajo.

5.15. *A partir de las discusiones con representantes de los productores ganaderos en el Uruguay, se seleccionó finalmente un periodo de cobertura de siete meses, comenzando en Septiembre hasta Marzo del siguiente año.* Durante la ejecución del estudio, el periodo de cobertura fue refinado a partir de las discusiones sostenidas con técnicos y productores ganaderos en el Uruguay. Inicialmente, la industria ganadera identificó un periodo de cobertura de cuatro meses en primavera (Septiembre a Diciembre); pero posteriormente se encontró que la producción de pasturas en verano (Enero a Marzo) es igualmente importante. De ocurrir una sequía en verano podría generar implicaciones adversas para los productores ya que estos no contarían con stock de forraje ni pasturas para alimentar a sus animales en invierno.

²⁸Ver: <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/26%20-%20Pasturas%20Naturales.pdf>

5.16. *En el Uruguay, el período de cobertura de primavera (Septiembre a finales de Noviembre) coincide con una etapa crítica de producción ganadera, que es cuando se presenta una alta demanda de pasturas por parte de los sistemas de producción de ganado de cría en el país.* Los sistemas de producción de ganado en el Uruguay son sincronizados de tal manera que el periodo de más altos requerimientos nutricionales de los rebaños iguala al período de más alta producción de forraje. Durante la primavera, los requerimientos nutricionales de las vacas están en el punto más alto debido a que éstas se encuentran en proceso de parición y de cría. Por lo tanto, la posibilidad de que un evento afecte la producción del forraje durante la primavera, no solamente reduce las tasas de preñez y de cría; sino que también desajusta el sistema reproductivo y productivo a futuro. En cuanto a los meses de otoño (Enero a Marzo), la demanda nutricional de las vacas de cría es igualmente alta debido a que éstas están amamantando a sus terneros²⁹.

5.17. *Bajo la propuesta cobertura del seguro de índice NDVI a nivel macro, el GoU (el Asegurado) puede elegir entre adquirir una cobertura para un período de siete meses (Septiembre a Marzo inclusive), o restringir la cobertura únicamente para un período de cuatro meses (Septiembre hasta finales de Diciembre).* La Herramienta de Tarificación que ha sido diseñada por el equipo del Banco Mundial en conjunto con OPYPA en MS Excel está programada para que las aseguradoras calculen sumas aseguradas, tasas puras y primas técnicas para la primavera solamente o para la primavera y el verano (ver la sección de Tarificación para más detalles).

Categorías y Número de Animales Asegurados en el Uruguay

5.18. *En el 2011, el stock nacional de ganado fue de 11.2 millones de cabezas de animales, de los cuales 4.0 millones era ganado de cría (36% del total de animales),* seguido por terneros (2.7 millones de cabezas), toros (2.4 millones de cabezas, 21% del total) y vaquillas (1.6 millones de cabezas; 15% del total). Estos números están basados en las estadísticas del Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) / DICOSE 2011, que se presentan en su totalidad en el Capítulo 2, Tabla 2.1.

5.19. *Los actores clave acordaron que el objetivo primario del programa de seguros NDVI debería ser el de proteger las Vacas de Cría en el evento de escasez de forraje inducido por sequías severas.* Según los datos SNIG/DICOSE 2011 de la Tabla 5.3 esto implicaría cubrir aproximadamente 4.0 millones de vacas de cría. La razón de lo anterior se debe a que en periodos importantes de escasez de forraje y cuando los productores se vean obligados a reducir las densidades de animales, resulta esencial mantener el stock de cría más que mantener terneras y novillos de bajo valor. El costo de reposición de los animales de cría es mucho más elevado que las otras categorías de animales; por este motivo, el tiempo de recuperación de los sistemas de producción de aquellos productores que logran mantener las vacas y vaquillonas durante y luego de una sequía severa es menor en comparación a aquellos que sufren bajas o bien se ven forzados a venderlos. En previas discusiones durante los últimos 2 años, las partes interesadas identificaron también la necesidad de asegurar vaquillonas de entre 1 y 2 años y con más de 2 años de edad lo que añadiría otros 1.63 millones de cabezas de ganado al programa de seguros (ver Tabla 2.1). Sin embargo, la adición de vaquillas incrementaría significativamente las sumas aseguradas y los requerimientos de capital y los montos de prima a ser pagados por el Gobierno bajo este programa

²⁹ En un estudio de factibilidad separado en Argentina, la industria ganadera finalmente seleccionó dos períodos de cobertura de tres meses, Primavera: un período de cobertura de 3 meses desde Septiembre hasta el final de Noviembre para coincidir con los nacimientos; y después en el Otoño: un período de cobertura de 3 meses desde Marzo hasta el final de Mayo cuando las vacas necesitan engorde antes de entrar en Invierno (Banco Mundial 2012).

de seguros. Por esta razón, se decidió que en una etapa inicial se asegurase el ganado de cría y, cuando se cuente con más experiencia se incluyan las vaquillas,

5.20. *El programa de seguros NDVI solo puede asegurar vacas de cría en Secciones Policiales donde existe una densidad adecuada de recursos forrajeros (píxeles $\geq 60\%$ del área bajo pasturas y no más que 6.7% de datos faltantes) para que la póliza pueda operar.* Utilizando los datos georeferenciados del ganado registrados por DICOSE 2011, el equipo de trabajo del Banco Mundial ha ubicado a todas las vacas de cría registradas en el 2011 en las Secciones Policiales aseguradas. A continuación se presenta un resumen que muestra que de las 4,004,582 vacas de cría registradas en el Uruguay en el 2011, un total de 3,868,089 (97% del total) se podrían asegurar bajo el programa NDVI aquí sugerido (ver Tablas 5.3 y 5.4 y la Figura 5.4). Para aquellos productores cuyas fincas están localizadas fuera de las áreas asegurables (Unidades Aseguradas) se tendrán que considerar mecanismos alternativos para compensarles en caso de que ocurran sequías severas. Los Departamentos más importantes, con más de 0.36 millones de vacas de cría asegurables, incluyen Tacuarembó (9.4% de todas las vacas de cría), seguido por Cerro Largo (8.8% del total), Salto (8.2% del total), Florida (7.4% del total), Rocha (7.0% del total), Artigas (6.9% del total), Durazno (6.9% del total) y, Lavalleja (6.4% del total). En la Figura 5.4 se muestra que la mayoría de estos Departamentos están localizados en el Norte y Centro del Uruguay.

Tabla 5.3. Comparación entre Número Total de Ganado de Cría registrado por DICOSE y Número Total de Ganado de Cría Asegurable por Departamento (estadísticas 2011)

Department	Total No. of Breeding Cows registered with SNIG/DICOSE in 2011	Total No. of Insured Breeding Cows included in NDVI program	% Insurable Breeding Cows
Artigas	266,746	266,666	100.00%
Canelones	81,768	80,910	99.00%
Cerro Largo	345,170	340,069	98.50%
Colonia	147,124	90,002	61.20%
Durazno	267,227	267,095	100.00%
Flores	119,986	119,970	100.00%
Florida	288,477	286,450	99.30%
Lavalleja	248,028	248,028	100.00%
Maldonado	108,703	104,088	95.80%
Montevideo	799	0	0.00%
Paysandú	265,994	265,954	100.00%
Río Negro	147,191	126,326	85.80%
Rivera	247,005	245,064	99.20%
Rocha	270,835	270,835	100.00%
Salto	317,349	316,916	99.90%
San José	140,605	124,822	88.80%
Soriano	124,638	98,166	78.80%
Tacuarembó	364,794	364,594	99.90%
Treinta y Tres	252,143	252,134	100.00%
Total	4,004,582	3,868,089	96.60%

Fuente: Estadísticas de ganado DICOSE 2011; Herramienta de Tarificación elaborada por los Autores

5.21. *Dentro del Uruguay, las capacidades de retención ganadera varían por Departamento.* La Tabla 5.4 muestra que el área promedio de pasturas por Sección Policial (basándose en el criterio de que más del 60% del área de cada píxel debe ser destinada a pasturas). En cuanto al número promedio de vacas de cría por hectárea, éste varía desde una alta densidad promedio de 1

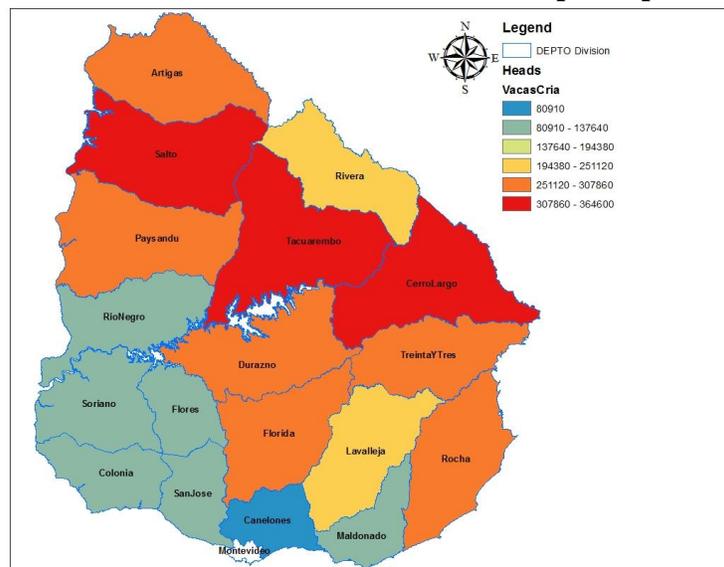
vaca de cría en Soriano al Sudoeste del Uruguay a una baja carga animal por encima de 1 vaca por más de 3 Ha en los Departamentos de Artigas, Salto y Canelones donde la tierra es pobre al igual que la cantidad y calidad de sus pasturas. La Tabla 5.4 también muestra que existe un amplio rango en el máximo y mínimo número de ganado de cría asegurado en una sola Sección Policial en cada Departamento. En la Figura 5.5 se muestra la distribución de vacas de cría por Sección Policial.

Tabla 5.4 Vacas de Cría Asegurables por Departamento y Sección Policial (datos 2011)

Department	No. of Insurable Police Sections in NDVI Program	Maximum Pasture Area / District (Ha)	Average Pasture Area per Police Section (Ha)	Average pasture Area per insurable Breeding cow (Ha/Cow)	Minimum No. Breeding Cows per Police Section	Maximum No. Breeding Cows per Police Section	Total No. of Insured Breeding Cows	% of Total Insured Breeding Cows per Dept.
Artigas	10	917,500	91,750	3.4	4,849	43,436	266,666	6.9%
Canelones	20	287,500	14,375	3.6	93	12,517	80,910	2.1%
Cerro Largo	12	855,000	71,250	2.5	9,344	47,722	340,069	8.8%
Colonia	8	137,500	17,188	1.5	1,877	20,998	90,002	2.3%
Durazno	13	760,000	58,462	2.8	4,030	37,429	267,095	6.9%
Flores	8	317,500	39,688	2.6	5,316	29,311	119,970	3.1%
Florida	14	775,000	55,357	2.7	7,899	34,665	286,450	7.4%
Lavalleja	13	735,000	56,538	3.0	6,620	28,532	248,028	6.4%
Maldonado	9	215,000	23,889	2.1	445	22,325	104,088	2.7%
Paysandú	11	692,500	62,955	2.6	1,147	46,169	265,954	6.9%
Río Negro	7	180,000	25,714	1.4	9,945	27,230	126,326	3.3%
Rivera	8	417,500	52,188	1.7	2,023	49,823	245,064	6.3%
Rocha	11	490,000	44,545	1.8	6,166	42,566	270,835	7.0%
Salto	13	1,132,500	87,115	3.6	1,506	40,146	316,916	8.2%
San José	6	202,500	33,750	1.6	12,052	34,409	124,822	3.2%
Soriano	7	102,500	14,643	1.0	7,814	18,066	98,166	2.5%
Tacuarembó	15	822,500	54,833	2.3	1,908	46,152	364,594	9.4%
Treinta y Tres	10	572,500	57,250	2.3	4,258	39,526	252,134	6.5%
TOTAL	195	9,612,500	49,295	2.5			3,868,089	100.0%

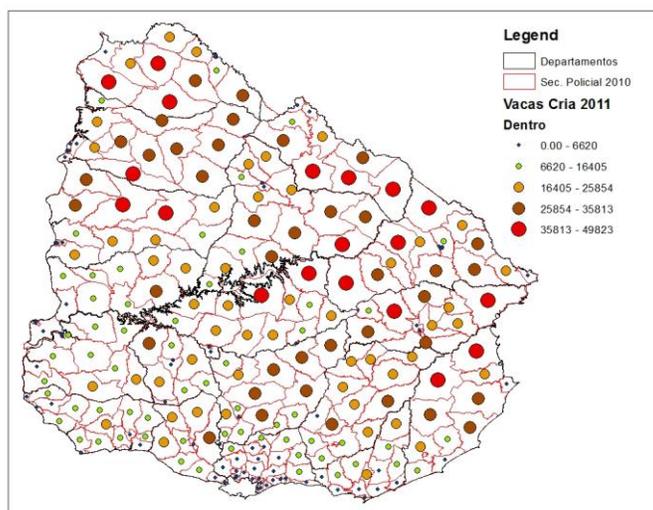
Fuente: Análisis de los datos SNIG/DICOSE 2011

Figura 5.4. Distribución del número de Vacas de Cría por Departamento (2011)



Fuente: Análisis de los datos SNIG/DICOSE 2011

Figura 5.5. Distribución del número de Vacas de Cría por Sección Policial (2011)



Fuente: Análisis de los datos SNIG/DICOSE 2011

Base de Valoración y Sumas Aseguradas

Bases de Valoración

5.22. *Las bases de la valoración y de las sumas aseguradas se determinan de acuerdo a los requerimientos nutricionales del ganado asegurado durante el periodo de cobertura. Se asume, además, que los animales son alimentados con raciones suplementarias de alimento que pueden ser adquiridos localmente en el mercado Uruguayo en tiempos de escasez de pasturas naturales.* Este programa de seguros utiliza los requerimientos nutricionales diarios y mensuales de vacas de cría que son considerados equivalentes a una Unidad Ganadera (UG). Con el fin de calcular la suma asegurada, los requerimientos de comida suplementaria para 1 UG se han basado en las raciones alimenticias reales que el MGAP distribuyó a productores ganaderos en la sequía del 2008. Esta ración de emergencia se basó en una ración diaria de 4 kilogramos de una mezcla de gránulos de girasol y salvado de trigo en una proporción de 25% de gránulos de girasol y un 75% de salvado de trigo. Considerando los precios del 2012, el costo por tonelada métrica de la ración alimenticia costaría US\$ 0.775 por UG por día o, US\$ 23.5 por mes (Tabla 5.5). Se advierte que la Herramienta de Tarifación ha sido programada para permitir que el usuario cambie fácilmente los precios de referencia utilizados de modo que reflejen los precios actuales del 2013. Igualmente y de ser requerido, los suplementos alimenticios pueden ser cambiados a voluntad.

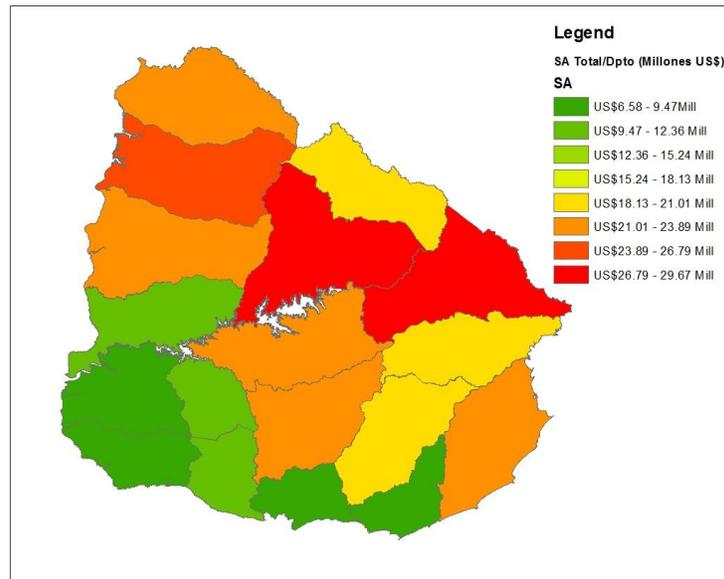
5.23. *El costo que implicaría suplir los requerimientos alimenticios de las vacas de cría durante los 7 meses de cobertura sería de US\$ 163 por cabeza.* Las bases de cálculo para establecer estos costos se muestran en la Tabla 5.5 donde el costo por día de US\$ 0.775 es entonces calculado sobre el período de cobertura de 7 meses (210 días) para calcular el costo total de alimentar una vaca de cría. Así el costo total durante el período de cobertura es de US\$ 162.75. La Herramienta de Tarifación está programada para calcular el costo de alimento suplementario de otras clases de ganado en el caso de que el GoU desee asegurarlos en el futuro. Por ejemplo, los requerimientos nutricionales de las vaquillas, según especialistas ganaderos locales, es 0.8 veces los de una vaca de cría adulta. Así, los costos de alimentar una vaquilla sería de US\$ 0.62 por día, US\$ 18.6/mes y de US\$ 130.02 por 7 meses.

Tabla 5.6. Bases de cálculo de la Suma Total Asegurada por Departamento para un período de cobertura de 7 meses (unidades expresadas en US\$).

Departamento	Total No. Vacas de Cría Aseguradas	Suma Asegurada Mínima por Sección Policial (US\$)	Suma Asegurada Máxima por Sección Policial (US\$)	Suma Total Asegurada por Departamento (US\$)	% Suma Total Asegurada
Artigas	266.666	394.587	3.534.605	21.699.946	6,89%
Canelones	80.910	7.568	1.018.571	6.584.051	2,09%
Cerro Largo	340.069	760.368	3.883.378	27.673.115	8,79%
Colonia	90.002	152.741	1.708.712	7.323.913	2,33%
Durazno	267.095	327.941	3.045.785	21.734.856	6,91%
Flores	119.970	432.590	2.385.183	9.762.559	3,10%
Florida	286.450	642.781	2.820.864	23.309.869	7,41%
Lavalleja	248.028	538.703	2.321.792	20.183.279	6,41%
Maldonado	104.088	36.212	1.816.697	8.470.161	2,69%
Paysandú	265.954	93.337	3.757.002	21.642.007	6,88%
Río Negro	126.326	809.274	2.215.841	10.279.778	3,27%
Rivera	245.064	164.622	4.054.347	19.942.083	6,34%
Rocha	270.835	501.758	3.463.808	22.039.198	7,00%
Salto	316.916	122.551	3.266.881	25.789.040	8,19%
San José	124.822	980.732	2.800.032	10.157.390	3,23%
Soriano	98.166	635.864	1.470.121	7.988.258	2,54%
Tacuarembó	364.594	155.264	3.755.619	29.668.837	9,43%
Treinta y Tres	252.134	346.495	3.216.428	20.517.404	6,52%
TOTAL	3.868.089			314.765.742	100,00%

Fuente: análisis de datos ubicados en la Herramienta de Tarificación.

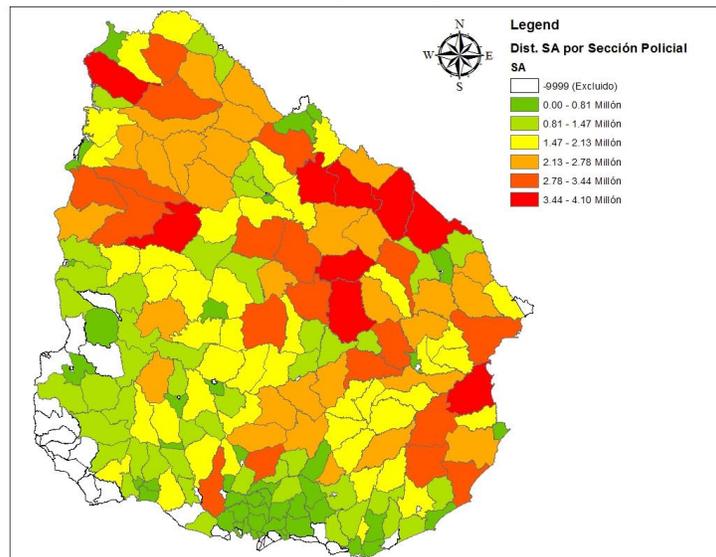
Figura 5.6. Distribución de la Suma Total Asegurada NDVI por Departamento (Millones de US\$)



Fuente: análisis de datos ubicados en la Herramienta de Tarifación.

5.26. *La distribución de la suma asegurada por Sección Policial (Unidad Asegurada) dentro de cada Departamento* varía desde un mínimo de US\$ 7,568 en la Sección Policial 16 (SP16) en el Departamento de Canelones, a un máximo de US\$ 4.0 millones en la Sección Policial Número 6 (SP6) del Departamento de Rivera (Tabla 5.6 y Figura 5.7).

Figura 5.7. Distribución de la Suma Asegurada por Sección Policial (Millones de US\$)



Fuente: análisis de datos ubicados en la Herramienta de Tarifación.

Definición del Evento Asegurado y Bases para la Activación de Pagos

5.27. *La definición del Evento Asegurado es crítico para el diseño de la póliza de seguros de índice NDVI en el Uruguay, y para asegurar que los pagos representen de la manera más aproximada posible en lo referente a las pérdidas sufridas en campo en términos de cantidad y calidad de pasturas* El evento asegurado para el seguro de índice NDIV puede ser ajustado por dos parámetros: la duración del evento y la intensidad del evento.

5.28. *En la fase del diseño del seguro de índice NDVI se consideraron dos opciones diferentes para la definición del Evento Asegurado.* La primera opción se definió como "dos o más meses consecutivos dentro del periodo de cobertura, durante los cuales los valores NDVI observados caen por debajo de los valores NDVI definidos como activadores de pago (Triggers). La segunda opción se definió como "la ocurrencia de uno o más meses dentro del periodo de cobertura durante los cuales los valores NDVI actuales caen por debajo de los valores NDVI definidos como activadores de pago. Bajo la primera opción (dos o más meses consecutivos) habría una demora adicional de por lo menos 30 días para que el Operador (ver Capítulo 6) pueda tener acceso y pueda analizar los valores NDVI; y para que las Aseguradoras puedan procesar los reclamos y aprobar la emisión de los pagos al Asegurado (Gobierno) y éste a los beneficiarios finales (productores ganadores en las Secciones Policiales en donde un pago fue activado) - o un total de tres meses desde el inicio del deterioro de las pasturas en la Unidad Asegurada afectada. Los productores ganaderos señalaron que la demora de tres meses para recibir los pagos del seguro era demasiado larga y, que para entonces se verían forzados a vender un gran número de sus animales. Por tanto, ellos señalaron su preferencia por la segunda opción, en la que un pago se haría en cualquier mes donde el valor definido NDVI fuera activado. Por esta razón, la versión final del producto NDVI se ha diseñado para hacer pagos en cualquier mes durante el periodo de cobertura de hasta siete meses si los niveles definidos de los activadores son excedidos.

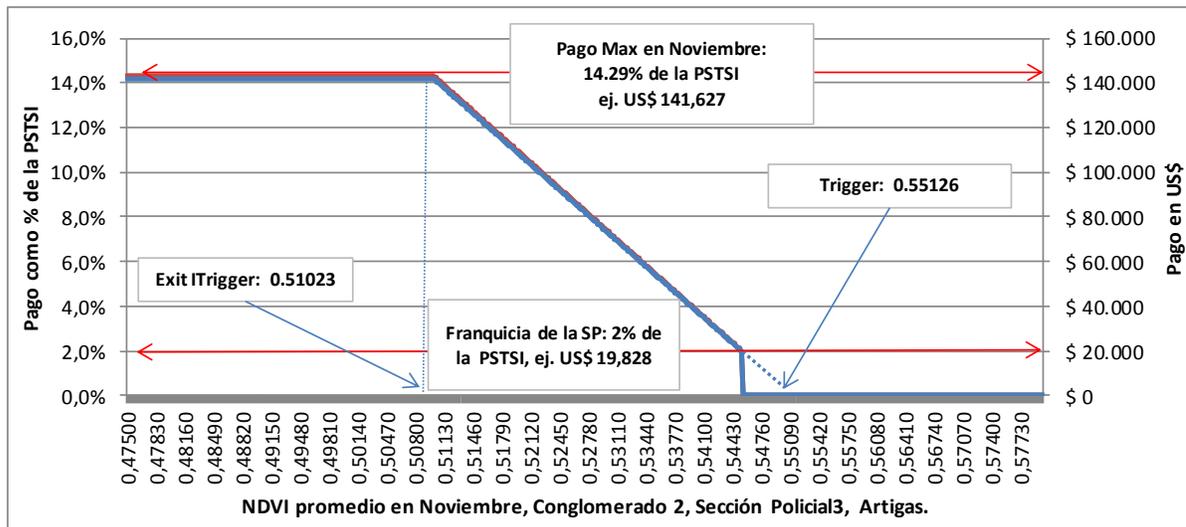
5.29. *La intensidad de un Evento Asegurado que cause un pago está definida por el valor de los activadores (Triggers) que se establezcan para cada mes del período de cobertura.* La apertura o "umbral activador" se calculó de acuerdo a la distribución probabilística de los valores NDVI de cada mes durante los 30 años de la serie y, la frecuencia con que los pagos serían activados según un período de retorno. Por ejemplo, si el período de retorno del Trigger es de 1 en 10 años del mes seleccionado por Sección Policial, esto equivaldría aproximadamente a 3 pagos por Sección Policial durante los 30 años de la serie. Por el contrario, si el período de retorno se establece en 7 años, los pagos se activarían con una mayor frecuencia equivalente a 4 pagos por mes y por Sección Policial durante los 30 años de la serie. El umbral de los Disparadores (Triggers) podrían ser calculados a partir de dos métodos: (i) de acuerdo a la distribución mensual histórica de los datos NDVI mensuales disponibles de la serie; o (ii) a través de un método de probabilidad paramétrica donde los datos NDVI son calibrados en una distribución normal. La Herramienta de Tarificación utiliza por defecto la segunda opción para la definición de los disparadores, y está programada para permitir que el usuario seleccione diferentes periodos de retorno de pagos de acuerdo a sus requerimientos específicos; además, le permite seleccionar el método de distribución histórica o distribución normal para seleccionar el valor del Trigger NDVI que activaría un pago (ver Anexo 3 para los detalles completos sobre los procedimientos seguidos para la definición del Trigger).

5.30. *La definición de los pagos de los productos de seguros basados en índices deben estar definidos de acuerdo con los objetivos de la cobertura y con el Interés Asegurado.* El sistema de pagos también debe reflejar la duración y la severidad del Evento Asegurado. Se analizaron dos tipos de pagos, a saber: El **primer sistema** se basó en una suma mensual fija que se pagaría al Asegurado en aquel mes en donde el Trigger se activada. La suma total a pagar equivale a la suma asegurada total referida al mes en donde se desencadena un pago. El **segundo sistema** de pagos

considerado se basó en una escala lineal de pagos que incrementa los montos a desembolsar por parte de la Aseguradora de acuerdo al nivel observado del NDVI en un mes en particular. El monto máximo a recibir en un mes es definido por el Exit Trigger que es el nivel del NDVI donde se asume que ha ocurrido una pérdida del 100% de la suma asegurada de ese mes. La escala de pagos graduados es comúnmente llamada "Incremento" o "punto" (Tick) en los seguros de índice. El Exit Trigger se estableció para cada Sección Policial y para cada mes; sin embargo, la Herramienta de Tarificación es muy flexible y permite que los usuarios seleccionen dicho valor para cada mes. La Figura 5.8 presenta un ejemplo sobre el funcionamiento de los pagos escalonados en el seguro de índice NDVI en el Uruguay.

5.31. *Para la operación del seguro de índice NDVI en el Uruguay se recomienda que se adopte una franquicia con el propósito de eliminar pagos muy pequeños.* El análisis muestra que en la póliza NDVI, diseñada para realizar pagos mensuales, existe una alta frecuencia que se activen pagos muy pequeños sobre las 195 Secciones Policiales en los 18 Departamentos analizados. Por esta razón, la activación de pagos muy pequeños por Sección Policial y en el conjunto de Unidades Aseguradas podría ser más costosa su distribución a los beneficiarios que el valor mismo de la indemnización. Debido a lo anterior es que se han incorporado tres franquicias en la Herramienta de Tarificación: **La primera franquicia** se aplica a nivel de Sección Policial, y para los fines de este informe se ha establecido en 2% anual aplicable a la Suma Asegurada en cada Sección Policial. Esto quiere decir que si el pago calculado en cada mes de la cobertura es menos que el 2% de la Suma Total Asegurada (TSI) en cada Sección Policial, no se efectuará ningún pago (ver Figura 5.8 para la operación de la franquicia). **La segunda franquicia** se aplica a nivel de Departamento; así, el pago Departamental (calculado como la suma de los pagos de las Secciones Policiales incluidas en el Departamento) debe ser mayor que la franquicia del Departamento con el fin de realizar el pago completo en el Departamento, o de lo contrario no se hará ningún pago en ese Departamento. Finalmente, **la tercera opción** aplica un Franquicia Global. Esto es que si el pago total en todo el país (calculado como la suma del pago de los Departamentos) es menor que la franquicia global, no hará ningún pago en la póliza, de lo contrario se realiza por completo el pago total. El usuario puede alterar el nivel de cualquiera de las franquicias arriba indicadas. Ver Anexo 3 para más detalles del funcionamiento de las franquicias.

Figura 5.8. Ejemplo de la estructura de Pagos del Seguro de Índice NDVI para Pasturas, Sección Policial 3, Departamento de Artigas, mes de Noviembre.



Fuente: los autores a partir del análisis de la Herramienta de Tarificación

Notas: Suma Total Asegurada de la Sección Policial = US\$ 991,392, Método = Normal, Período de Retorno = 15 años, Franquicia Sección Policial = 2%, Desviación de Exit Trigger = 1

Metodología de la Tarificación del Índice NDVI y Tasas Técnicas Calculadas

Metodología de Tarificación y Herramienta de Tarificación

5.32. *La Herramienta de Tarificación está programada para calcular las tasas puras, las tasas técnicas, y las tasas comerciales indicativas para cada Sección Policial (Unidad Asegurada).* Las tasas puras son calculadas con base al análisis de los costos históricos (“Historical Burning Cost”). Una vez que el período de cobertura (número de meses y año del calendario, o ciclo de crecimiento de pasturas), la suma asegurada para cada mes de cobertura, la frecuencia mensual de los pagos (el cual establece el Trigger de cada conglomerado para cada mes de cobertura), y el parámetro “k” (que determina el valor del Exit Trigger de cada conglomerado para cada mes del periodo de cobertura) se han establecido, el modelo procede a calcular automáticamente el costo de pérdida pura (monto de los pagos divididos por la Suma Asegurada) que hubiera ocurrido en cada mes y en cada uno de los 30 años de la serie de datos NDVI analizados para cada Sección Policial, por Departamento y para todo el Portafolio. La tasa de pérdida pura para cada Sección Policial se calcula como el promedio simple de las pérdidas de los 30 años. Los parámetros para correr la Herramienta de Tarificación se muestran en la Tabla 5.7. Información adicional sobre la metodología de tarificación aplicada en este programa se presenta en el Anexo 3.

5.33. *Los valores NDVI faltantes de la base de datos se rellenaron con los promedios simples de ese mes y Sección Policial.* Lo anterior aplicó para aquellas Secciones Policiales donde la serie de 30 años (1981-82) de las Zonas de Riesgo Homogéneo seleccionada contase con menos del 6.7% de los valores faltantes. Como se notó anteriormente, se excluyeron del análisis aquellos pixeles con más de 6.7% de datos faltantes).

5.34. *La Herramienta de Tarificación desarrollada no incluye ningún análisis de tendencia debido a que no existe evidencia sobre los valores NDVI de 30 años de ninguna tendencia sistemática en los valores NDVI en ninguna Sección Policial o Departamento.* Por lo tanto, aun cuando existe evidencia de un incremento en la baja de lluvias en la pasada década, no se considera que se necesite ningún análisis de tendencia y que en ningún caso sería altamente influenciado por los eventos severos de los últimos tres años de datos (del 2008 al 2010). En teoría, cualquier análisis de comportamiento determinístico debería estar basado en un "modelo" que explique la tendencia, y no solamente en la observación de algunos años que presenten algún patrón³⁰. Aparte de este argumento teórico, en la práctica las compañías aseguradoras desearán tener certeza de que las primas cobradas bajo este programa de seguros NDVI serán suficientes para cubrir los reclamos que podrían originarse en los próximos años. Si las Aseguradoras no se sienten cómodas con las tasas calculadas con la sugerida Herramienta de Tarificación (que no incluye la tendencia), podrían aplicar un Recargo de Seguridad más alto a las primas de riesgo con el fin de ser más conservadores, y por lo tanto cobrar Primas Técnicas más altas (ver Anexo 3). Es importante señalar de nuevo que las decisiones finales respecto a las primas en éste programa de seguros NDVI serán tomadas por las compañías de seguros y sus reaseguradoras locales e internacionales.

³⁰ Ver Cryer y Chan (2008), Capítulo 3, para diferenciar entre una tendencia “determinística” y una tendencia “estocástica” que puede surgir en una serie de datos.

Tabla 5.7. Parámetros de la Herramienta de Tarificación

Parámetros de La Herramienta de Tarificación	Valor
Frecuencia de Pagos Mes por Mes (N° Años)	10
Método (Histórico vs. Distribución Normal)	Normal
Desviación Promedio del Trigger	-1.282
Desviación desde Trigger al Exit Trigger (K)	1
Periodo de Cobertura (Base Año Calendario o Ciclo de Crecimiento de Pasturas)	Estación de Pasturas
Nivel de franquicia aplicada a Sección Policial y mes (% del PSTSI):	2%
Nivel de franquicia aplicada por Departamento (% de TSI por Departamento):	2%
Nivel de franquicia aplicada al Portafolio (% de TSI):	0.86%
Recargo de Seguridad (% desviación estándar de las Pérdidas):	15%

Fuente: los autores, Herramienta de Tarificación.

Tasas a nivel de Sección Policial

5.35. *Un ejemplo práctico para el cálculo de las tasas de pérdida pura la Sección Policial 3 (HRZ o conglomerado SP3_2), Departamento de Artigas se presenta en esta sección.* Para los fines de este ejemplo se han tomado los siguientes supuestos clave, a saber: El período de cobertura comprende siete meses (Septiembre a Diciembre año t y Enero a Febrero año t+1), la frecuencia de pagos se ha establecido de 1 en 10 años; el factor “k” o Exit Trigger se ha establecido en 1 y la franquicia en 2% del total de la suma asegurada por Sección Policial (parámetros en la Tabla 5.7). Bajo éstos supuestos, en la Tabla 5.8 se muestran los Triggers y Exit Triggers para cada uno de los siete meses comprendidos en el período de cobertura en la Sección Policial. La Tabla 5.9 muestra que bajo los mismos supuestos, la póliza NDVI hubiera generado pagos en 22 meses de los 210 meses. Esto equivale aproximadamente a una frecuencia de pagos de 10% de todos los meses. La póliza hubiera incurrido en pagos en 14 de los 30 años (47% de los 30 años), o casi 1 en cada 2 años. En este análisis, el pago máximo en la Sección Policial se hubiera registrado en 1988/89 con 33% de la Suma Total Asegurada para la Sección Policial, seguido por el 2010/11 (29% de pérdida), 2005-06 (26% de pérdida) y 1989-90 (20% de pérdida). En base a la serie histórica, la pérdida pura anual promedio en esta Sección Policial es de 6.98%. Las pérdidas se encuentran muy bien distribuidas sobre los siete meses del período de cobertura (Septiembre a Marzo).

5.36. *El análisis en la Sección Policial 3, Departamento de Artigas muestra que los resultados del modelo NDVI se aproximan a las pérdidas en pasturas naturales en el Uruguay provocadas por sequías de gran magnitud, tales como las registradas entre 1988 y 1990.* Al revisar todas las pérdidas en el modelo, las peores pérdidas fueron las registradas en 1988-1989 seguido por la del 2008-2009. Este es un factor muy importante que fue examinado de cerca en el diseño de la cobertura NDVI y al definir el Trigger y el Exit Trigger: los pagos modelados de mayor magnitud fueron verificados con representantes de la producción ganadera con el propósito de asegurar que estos años coincidirían con los años de sequías severas experimentadas en el Uruguay.

5.37. **La Herramienta de Tarificación también está programada para calcular las tasas técnicas.** El modelo se estableció con un recargo de seguridad del 15% del la desviación estándar (SD) de la pérdida pura promedio en cada Sección Policial; sin embargo, éste factor de recargo de seguridad se puede incrementar o disminuir por el usuario. El recargo de seguridad está diseñado para cubrir dos factores importantes: (i) incertidumbre con respecto al set de valores de los 30 años, y (ii) años de pérdida extrema (sequía) que aún no se han experimentado, y para establecer un

recargo de catástrofe para estos eventos en la tasa técnica para cada Sección Policial. Para la Sección Policial 3 (Conglomerado 2), Departamento de Artigas, el 15% del recargo de seguridad de la SD añade 1.43% puntos a la prima pura y la prima técnica se incrementa a 8.42% (ver Tabla 5.9).

Tabla 5.8. Cálculo de valores NDVI promedio mensuales, Trigger y Exit Trigger para la Sección Policial 3, Departamento de Artigas, frecuencia mensual de pagos de 1 en 10 años

Departamento: Artigas												
Sección Policial Nº 3												
Conglomerado Nº 2 (SP3-2)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
NDVI Promedio:	0,55227	0,58174	0,61607	0,62260	0,60393	0,57381	0,55108	0,53966	0,56864	0,61160	0,61285	0,57558
Desviación Estándar NDVI	0,10130	0,07849	0,07298	0,05218	0,05345	0,06849	0,05600	0,05611	0,04150	0,03858	0,04103	0,06301
Trigger:	0,42244	0,48115	0,52254	0,55572	0,53543	0,48603	0,47931	0,46775	0,51546	0,56215	0,56026	0,49483
Exit:	0,32113	0,40267	0,44957	0,50354	0,48197	0,41755	0,42331	0,41165	0,47396	0,52357	0,51923	0,43182
% del PSTSI Definido por cada Mes	14,29%	14,29%	14,29%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	14,29%	14,29%	14,29%	14,29%

Fuente: Los autores a partir de la Herramienta de Tarifación.

Tabla 5.9. Cálculo de la Tasa Pura para la Sección Policial 3 (Conglomerado 2), Departamento de Artigas, con un frecuencia de pagos por mes de 1 en 10 años.

Año/Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año ciclo pastura	Costo Total de Pérdida
1981								0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	81-82	0,0%
1982	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	82-83	0,0%
1983	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	83-84	14,3%
1984	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,1%	0,0%	0,0%	0,0%	84-85	5,1%
1985	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	85-86	0,0%
1986	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	86-87	0,0%
1987	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	87-88	0,0%
1988	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,1%	0,0%	0,0%	0,0%	88-89	32,8%
1989	2,1%	14,3%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	14,3%	6,0%	0,0%	89-90	20,3%
1990	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	90-91	0,0%
1991	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	8,4%	0,0%	0,0%	91-92	8,4%
1992	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	12,2%	0,0%	0,0%	0,0%	92-93	12,2%
1993	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	93-94	0,0%
1994	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	94-95	14,3%
1995	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	9,4%	0,0%	0,0%	0,0%	95-96	9,4%
1996	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	96-97	0,0%
1997	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	97-98	0,0%
1998	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	98-99	0,0%
1999	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	5,2%	99-00	5,2%
2000	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	00-01	0,0%
2001	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	01-02	0,0%
2002	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	02-03	0,0%
2003	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	03-04	0,0%
2004	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	04-05	8,2%
2005	0,0%	0,0%	8,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	05-06	25,6%
2006	0,0%	11,3%	14,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	06-07	0,0%
2007	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	07-08	13,8%
2008	0,0%	9,6%	4,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	4,4%	08-09	11,4%
2009	7,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	09-10	0,0%
2010	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	14,3%	14,3%	10-11	28,6%
2011	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	NC

Costo de Pérdida Pura (Burn Rate): 6,98%

Desviación Estándar (SD) del Costo de Pérdida Puro: 9,57%

Tasa Técnica con 15% de la SD como Recargo de Seguridad: 8,42%

Fuente: Los autores a partir de la Herramienta de Tarificación.

5.38. *Las tasas puras indicadas en el programa de seguros NDVI son muy sensibles a los períodos de retorno (frecuencia de pagos) seleccionados.* Este concepto se ilustra en la Tabla 5.10 para la Sección Policial 3, Conglomerado 2, Departamento de Artigas, al cambiar la frecuencia de pagos mensuales (por lo tanto, incrementando el umbral del Trigger NDVI) de 1 en 7 años a 1 en 10 años, 1 en 12 años, y finalmente 1 en 15 años. Con una frecuencia de pagos de 1 en 7 años, la póliza NDVI hubiera realizado pagos en 16 años (53% de todos los años), con un pago máximo en 1988-1989 de 39% de la Suma Total Asegurada (TSI), con una tasa pura promedio de 8.72% y una tasa técnica promedio de 10.34%. Al reducir la frecuencia de pagos de 1 en 10 años, el número de años en los que se hubieran registrado pagos se hubiera reducido de 16 a 14 años (se hubieran eliminado con esta opción los pagos pequeños de 1981-1982 y de 1985-1986 equivalentes en un 4.4% y 3.18% de la TSI, respectivamente); el pago máximo de 1988-1989 se hubiera reducido hasta 33.5% de la TSI, y la tasa pura se hubiera reducido a 6.98%. En el caso de una frecuencia de pagos de 1 en 15 años, el número de años con pagos se reduciría a 13 años y la tasa pura calculada se reduciría a 5.38% (con una tasa técnica promedio de 6.67%) y el pago máximo en 1988-1989 se hubiera reducido a 28% de la TSI. La Figura 5.9 muestra que el modelo NDVI continua siendo robusto aun cuando se reduce la frecuencia de pagos. En todas las opciones se continúan registrando pagos en los años con sequía severas, a saber: 1988-1989, 2008-2009 y 2005-2006.

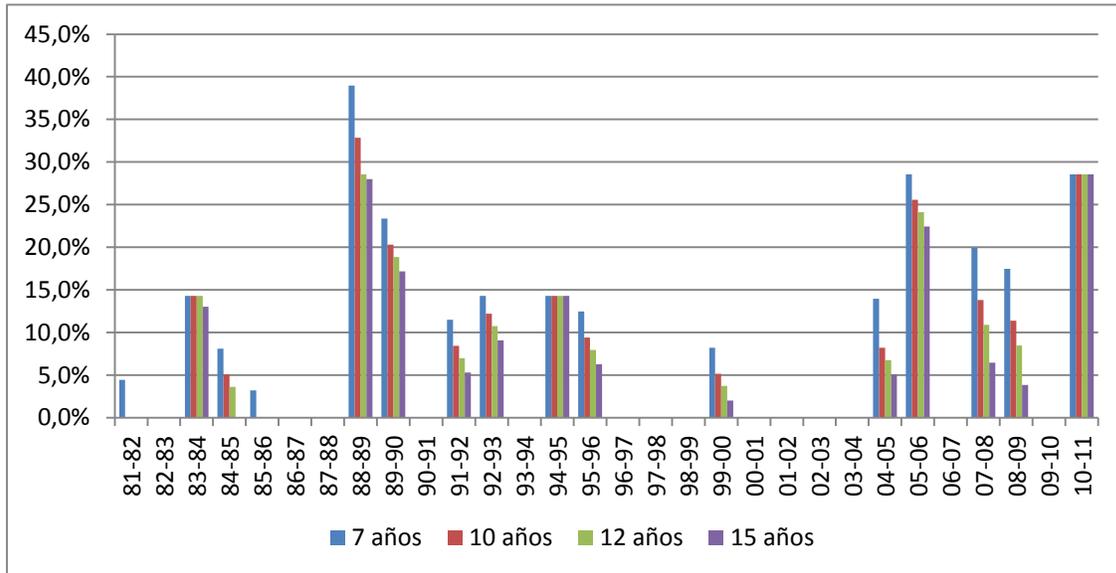
5.39. *El análisis anterior (Sección Policial 3, Grupo 2, Departamento de Artigas) muestra claramente los efectos en la tasa pura y tasa técnica de la póliza NDVI a partir de cambios introducidos en la frecuencia de pagos (períodos de retorno).* Existe la necesidad de balancear muy cuidadosamente el costo de la prima del programa de seguros NDVI y el nivel de protección que el producto pueda brindar contra sequías: una frecuencia de pagos de 1 en 7 años para cualquier mes en el periodo de cobertura de 7 meses conlleva a que la póliza genere con mayor frecuencia pagos pequeños; sin embargo, con una frecuencia de pagos de 1 en 15 años, la cobertura se mueve a una base puramente catastrófica y las pérdidas moderadas pueden ser excluidas o bien generar pagos pequeños. Sin embargo, se debe tener precaución para prevenir situaciones en las que con el fin de alcanzar las primas más bajas posibles se ajuste la frecuencia de pagos a 1 en 15 o incluso a 1 en 20 años (estructura catastrófica). Lo anterior puede causar situaciones en las que la póliza NDVI no genere pagos cuando en realidad los productores ganaderos en el Uruguay han incurrido en pérdidas de sequías. Este tema se examina con mayor profundidad en los Capítulos 6 y 7.

Tabla 5.10. Influencia de la selección de la frecuencia de pagos mensuales en las tasas de pérdida pura, Sección Policial 3, Conglomerado 2, Departamento de Artigas.

Frecuencia de Pagos (mensual)	Costo de Pérdida Pura (% del PSTSI)	Desviación del Costo de Pérdida	Tasa Técnica (% de la TSI)	Pagos (No. años)	Pagos (% años)	Pago Máximo Año (% de la TSI)
1 en 7 años	8,72%	10,79%	10,34%	16	53%	38,96%
1 en 10 años	6,98%	9,57%	8,42%	14	47%	32,85%
1 en 12 años	6,26%	8,89%	7,59%	14	47%	28,57%
1 en 15 años	5,38%	8,58%	6,67%	13	43%	28,57%

Fuente: Fuente: los autores, Herramienta de Tarificación.

Figura 5.9. Costos de pérdida anuales dados para una frecuencia de pagos mensuales de 1 en 7 años a 1 en 15 años, Sección Policial 3, Departamento de Artigas.



Fuente: los autores, Herramienta de Tarifación.

Tasas NDVI Nivel Departamental del Programa de Seguros NDVI

5.40. *La variación de las tasas por Sección Policial dentro de un mismo Departamento se ilustran para las 10 Secciones Policiales en el Departamento de Artigas.* Este análisis está basado en los mismos parámetros presentados para la Sección Policial 3, Conglomerado 2 (ver tabla 5.7). En Artigas, las tasas de pérdida pura para una frecuencia de pagos de 1 en 10 años (mes por mes) varían dentro de un rango de 6.10% en la Sección Policial 7 hasta un 7.05% en la Sección Policial 8, con una tasa de pérdida pura promedio para todo el Departamento de 6.64% que es calculada como el promedio ponderado por suma asegurada de las pérdidas puras de las Secciones Policiales. El correspondiente promedio simple (asumiendo que no se presentan beneficios de diversificación del portafolio) de las primas técnicas Departamentales es de 8.05% con un rango que va desde 7.44% (Sección Policial 7) hasta 8.52% (Sección Policial 8). El efecto de diversificación a nivel Departamental es la reducción de la desviación estándar de la pérdida pura calculada para las 10 Secciones Policiales, y por lo tanto el recargo de seguridad aplicado a la pérdida pura Departamental promedio reduce la tasa técnica promedio a 7.98%. Los detalles del número de animales asegurados, las sumas aseguradas, las pérdidas puras y las primas técnicas, también se muestra por Sección Policial para el Departamento de Artigas con una Suma Total Asegurada (TSI) de US\$ 21.7 millones (asumiendo no beneficios de diversificación de portafolio) y una prima técnica calculada de US\$ 1.73 millones (asumiendo beneficios de diversificación de portafolio). Ver Tabla 5.11.

Tabla 5.11. Departamento de Artigas: Tasas de pérdida pura promedio y tasas técnicas por Sección Policial, frecuencia mensual de pagos de 1 en 10 años

Sección Policial (SP)	HRZ Principal (Clúster)	Costo de Pérdida Promedio (%)	Desvío estándar Costo de Pérdida (%)	Tasa Técnica (%)	Nº Vacas de Cría Aseguradas	Suma Total Asegurada (US\$)	Prima Pura (US\$)	Prima Técnica (US\$)
1		Excl.	Excl.	Excl.	Excl.	Excl.	Excl.	Excl.
2		Excl.	Excl.	Excl.	Excl.	Excl.	Excl.	Excl.
3	SP3_2	6.98%	9.57%	8.42%	12,183	991,392	69,219	83,444
4	SP4_2	6.72%	8.63%	8.02%	24,636	2,004,755	134,736	160,685
5	SP5_1	6.51%	9.43%	7.92%	38,465	3,130,089	203,774	248,058
6	SP6_1	6.64%	9.96%	8.13%	19,707	1,603,657	106,419	130,366
7	SP7_2	6.10%	8.98%	7.44%	4,849	394,587	24,064	29,376
8	SP8_1	7.05%	9.75%	8.52%	43,436	3,534,605	249,340	301,026
9	SP9_1	6.53%	9.59%	7.97%	40,676	3,310,010	216,151	263,759
10	SP10_1	6.38%	8.47%	7.65%	33,156	2,698,070	172,032	206,331
11	SP11_1	6.51%	9.25%	7.90%	32,197	2,620,031	170,657	207,007
12	SP12_1	6.74%	10.15%	8.26%	17,361	1,412,751	95,211	116,729
Total Artigas (tasas como promedio ponderado por suma asegurada)		6.64%	9.38%	8.05%	266,666	21,699,946	1,441,605	1,746,781
Artigas con diversificación de Portafolio		6.64%	8.90%	7.98%	266,666	21,699,946	1,441,605	1,731,350

Fuente: los autores, Herramienta de Tarifación.

5.41. *Existe un efecto importante en la reducción de las tasas de pérdida pura y las tasas técnicas para las 10 Secciones Policiales de Artigas al cambiar la frecuencia de pagos mensuales a 1 en 15 años.* La Tabla 5.12 muestra que si la frecuencia de pagos mensual se reduce de 1 en 10 años a 1 en 15 años, el costo de pérdida promedio de las 10 Secciones Policiales baja de 6.64% a 5.00% (una reducción de un 25% aproximadamente), y la tasa técnica promedio baja de 6.24% (sin el efecto de la diversificación) hasta un 6.17% (si se incluye el efecto de diversificación).

Tabla 5.12. Departamento de Artigas: Tasas de pérdida pura promedio y tasas técnicas por Sección Policial, frecuencia de pagos mensual de 1 en 15 años

Sección Policial (SP)	HRZ Principal (Clúster)	Costo de Pérdida Promedio (%)	Desvío estándar. Costo de Pérdida (%)	Tasa Técnica (%)	Nº Vacas de Cría Aseguradas	Suma Total Asegurada (US\$)	Prima Pura (US\$)	Prima Técnica (US\$)
1		No Incl.	No Incl.	No Incl.	No Incl.	No Incl.	No Incl.	No Incl.
2		No Incl.	No Incl.	No Incl.	No Incl.	No Incl.	No Incl.	No Incl.
3	SP3_2	5.38%	8.58%	6.67%	12,183	991,392	53,352	66,116
4	SP4_2	4.49%	7.45%	5.61%	24,636	2,004,755	89,961	112,373
5	SP5_1	4.85%	8.51%	6.13%	38,465	3,130,089	151,861	191,822
6	SP6_1	5.24%	8.95%	6.58%	19,707	1,603,657	83,954	105,478
7	SP7_2	4.56%	7.92%	5.75%	4,849	394,587	17,988	22,675
8	SP8_1	5.31%	8.38%	6.56%	43,436	3,534,605	187,590	232,010
9	SP9_1	4.76%	8.11%	5.97%	40,676	3,310,010	157,446	197,717
10	SP10_1	4.90%	7.69%	6.05%	33,156	2,698,070	132,110	163,212
11	SP11_1	5.25%	8.54%	6.53%	32,197	2,620,031	137,458	171,011
12	SP12_1	5.13%	8.87%	6.46%	17,361	1,412,751	72,432	91,220
Total Artigas (tasas como promedio ponderado por suma asegurada)		5.00%	8.28%	6.24%	266,666	21,699,946	1,084,152	1,353,634
Artigas con diversificación de Portafolio		5.00%	7.81%	6.17%	266,666	21,699,946	1,084,152	1,338,204

Fuente: los autores, Herramienta de Tarificación.

Análisis de las tasas técnicas por Departamento para el Uruguay

5.42. *Esta sección presenta las tasas de riesgo puro y las tasas técnicas por Departamento y en total para el programa de seguros NDVI en el Uruguay.* En este análisis, las tasas puras y tasas técnicas se presentan para frecuencias de pagos mensuales de 1 en 10 años y de 1 en 15 años, considerando una franquicia Departamental de 2% de la Suma Asegurada por Departamento y una franquicia global de US\$ 2.7 millones (86% de la Suma Total Asegurada). Para frecuencias de pagos de 1 en 7 años, o menos, el costo del programa de seguros NDVI se convierte en una herramienta financiera muy costosa para el GoU; sin embargo, la forma en que la Herramienta de Tarificación ha sido programada, ésta puede ser modificada para seleccionar la frecuencia de pagos que se desee.

Frecuencia de Pagos Mensual de 1 en 10 años

5.43 *La Tabla 5.13 presenta el análisis total departamental y portafolio nacional asumiendo una frecuencia de pagos de 1 en 10 años en cualquier Sección Policial.* El análisis muestra que para asegurar el stock nacional de vacas de cría de 3.87 millones de animales con una TSI correspondiente de US\$ 315 millones (y asumiendo que no existen beneficios del efecto de diversificación de portafolio a través de agrupamiento de riesgo), la tasa nacional de pérdida pura calculada sería de 5.59%, con pagos promedio esperados en este programa de seguros de US\$ 17.61 millones al año, con una prima técnica agregada correspondiente de 6.84% y una prima técnica de US\$ 21.53 millones. Existe una variación considerable en las pérdidas puras promedio (y tasas

técnicas) entre Departamentos, que va desde 4.56% (5.75%) en el Departamento de Canelones hasta 6.55% (7.91%) en el Departamento de Artigas (Tabla 5.13).

Tabla 5.13. Programa NDVI por Departamento y Suma Total Asegurada Nacional, primas de riesgo puro y primas técnicas para frecuencias mensuales de pagos de 1 en 10 años

Departamento	Nº Animales Asegurados	Suma Asegurada US\$	Prima de Riesgo Puro		Prima Técnica [1]	
			Tasa %	US\$	Tasa %	US\$
	Vacas de Cría					
Artigas	266,666	21,699,946	6.55%	1,421,661	7.91%	1,715,686
Canelones	80,910	6,584,051	4.56%	300,076	5.75%	378,582
Cerro Largo	340,069	27,673,115	5.71%	1,579,972	7.17%	1,984,621
Colonia	90,002	7,323,913	4.93%	360,919	6.30%	461,664
Durazno	267,095	21,734,856	5.72%	1,243,597	7.33%	1,593,088
Flores	119,970	9,762,559	5.69%	555,478	7.21%	704,253
Florida	286,450	23,309,869	5.07%	1,181,821	6.57%	1,532,383
Lavalleja	248,028	20,183,279	4.75%	959,239	6.12%	1,235,193
Maldonado	104,088	8,470,161	4.90%	415,152	6.07%	513,875
Paysandú	265,954	21,642,007	6.04%	1,307,718	7.64%	1,652,784
Río Negro	126,326	10,279,778	5.90%	606,047	7.26%	746,228
Rivera	245,064	19,942,083	6.49%	1,293,554	8.05%	1,604,528
Rocha	270,835	22,039,198	5.22%	1,151,068	6.47%	1,426,457
Salto	316,916	25,789,040	6.28%	1,620,246	7.76%	1,999,941
San José	124,822	10,157,390	5.57%	565,560	7.09%	719,972
Soriano	98,166	7,988,258	5.81%	463,817	7.29%	582,706
Tacuarembó	364,594	29,668,837	6.21%	1,843,758	7.68%	2,279,426
Treinta y Tres	252,134	20,517,404	5.35%	1,098,023	6.80%	1,395,523
TOTAL con diversificación de portafolio	3,868,089	314,765,742	5.59%	17,605,714	6.84%	21,528,294

Fuente: los autores, Herramienta de Tarifación.

Notas:

[1] La prima técnica es calculada como Pérdida Pura + Recargo de Seguridad de 15% de la desviación estándar

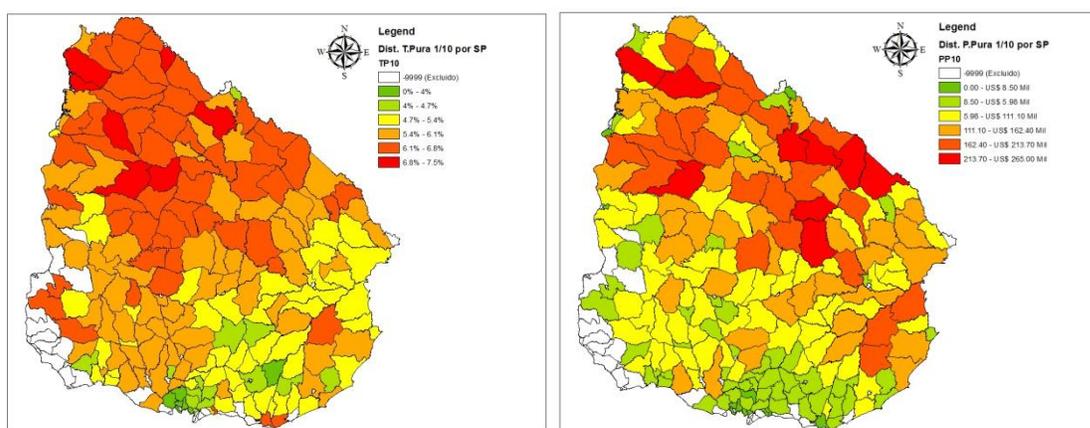
5.44. *Las tasas de riesgo puro para Secciones Policiales individuales con frecuencia de pagos de 1 en 10 años también se presentan para los 18 Departamentos* en los mapas de la Figura 5.10. Las tasas puras más altas por Sección Policial rondan entre 8.4% y 9.2% (mostradas en rojo) se encuentran en las Regiones Norte y Centrales de la región de Basalto en el Uruguay, y las Secciones Policiales con las tasas pura más bajas de menos de 5.9% (mostradas en verde claro y verde) se localizan en el Sur del país. Este patrón de exposición a pérdidas en pasturas está inversamente relacionado con las lluvias anuales promedio, las cuales son más bajas en el sur del Uruguay con un promedio de cerca de 1,100 mm por año comparadas con los más altos promedio en el norte del Uruguay de 1,500 mm por año. Las lluvias son el principal determinante de la calidad de las pasturas: sin embargo, existen otros factores que también son importantes como tipo de suelo, capacidad de retención de humedad, temperatura y evapotranspiración. En la Región de Basalto los suelos son muy pobres con baja capacidad de retención de humedad, y debido a que las temperaturas promedio son mucho más altas y con las altas tasas de evapotranspiración en

comparación con las zonas sureñas del país, las pasturas naturales se ven afectadas de una manera mucho más rápida y severa. También es importante notar que las tasas de pérdida pura serían mucho más altas si el equipo no hubiera elegido ajustar el Trigger y Exit Trigger en cada Unidad Asegurada (Sección Policial) con el fin de lograr tasas más balanceadas y suaves. Por lo tanto, en Secciones Policiales con valores NDVI más variables, y generalmente bajos, los Triggers se establecieron a niveles más bajos para reducir las tasas y, en Secciones Policiales con valores NDVI estables y muy altos, los Disparadores se establecieron más altos.

Figura 5.10. Tasas Promedio de Riesgo Puro por Sección Policial (%) y Pérdidas Promedio (US\$) para frecuencia de Pagos de 1 en 10 años

(a) Tasas de Riesgo Puro (% de SI)

(b) Pérdidas Promedio Anuales (US\$ '000)



Fuente: los autores, Herramienta de Tarifación.

Frecuencia de Pagos Mensual de 1 en 15 años

5.45. En el programa de seguros NDVI del Uruguay se pueden alcanzar reducciones significativas en las primas de riesgo puro y en las primas técnicas reduciendo la frecuencia de pagos hasta 1 en 15 años. En este caso, la prima de riesgo puro en totalidad se reduce a 4.1% con una prima de riesgo puro de US\$ 13.0 millones y la prima técnica calculada es de 5.1% con primas técnicas de US\$ 16.2 millones – bajo la suposición de diversificación de portafolio (Tabla 5.14). Las correspondientes tasas de riesgo puro y pérdidas anuales promedio calculadas por Sección Policial para una frecuencia de pagos mensual de 1 en 15 años se muestran en la Figura 5.11.

Tabla 5.14. Programa NDVI por Departamento y Suma Total Asegurada Nacional, prima de riesgo puro y prima técnica para frecuencia mensual de pagos de 1 en 15 años

Department	No. Insured Animals	Sum Insured	Pure Risk Premium		Technical Premium [1]	
	Breeding Cows	US\$	% rate	US\$	% rate	US\$
Artigas	266,666	21,699,946	4.93%	1,069,993	6.12%	1,327,974
Canelones	80,910	6,584,051	3.23%	212,719	4.15%	273,076
Cerro Largo	340,069	27,673,115	4.39%	1,214,708	5.54%	1,532,399
Colonia	90,002	7,323,913	3.38%	247,487	4.54%	332,148
Durazno	267,095	21,734,856	4.37%	950,404	5.73%	1,244,996
Flores	119,970	9,762,559	4.21%	410,900	5.55%	541,475
Florida	286,450	23,309,869	3.55%	826,515	4.83%	1,125,908
Lavalleja	248,028	20,183,279	3.59%	723,942	4.77%	963,748
Maldonado	104,088	8,470,161	3.18%	268,970	4.07%	344,948
Paysandú	265,954	21,642,007	4.67%	1,010,540	6.01%	1,301,633
Río Negro	126,326	10,279,778	4.34%	446,023	5.51%	566,057
Rivera	245,064	19,942,083	4.74%	945,972	5.95%	1,186,226
Rocha	270,835	22,039,198	3.77%	829,920	4.78%	1,054,484
Salto	316,916	25,789,040	4.87%	1,255,680	6.10%	1,574,265
San Jose	124,822	10,157,390	4.08%	414,409	5.38%	546,149
Soriano	98,166	7,988,258	4.24%	338,762	5.51%	440,364
Tacuarembó	364,594	29,668,837	4.32%	1,282,162	5.53%	1,641,728
Treinta y Tres	252,134	20,517,404	3.74%	767,941	4.86%	996,307
TOTAL with Portfolio Diversification	3,868,089	314,765,742	4.12%	12,974,799	5.13%	16,156,834

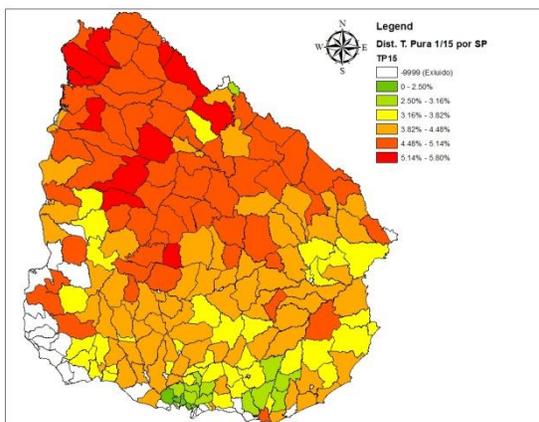
Fuente: los autores, Herramienta de Tarificación.

Notas:

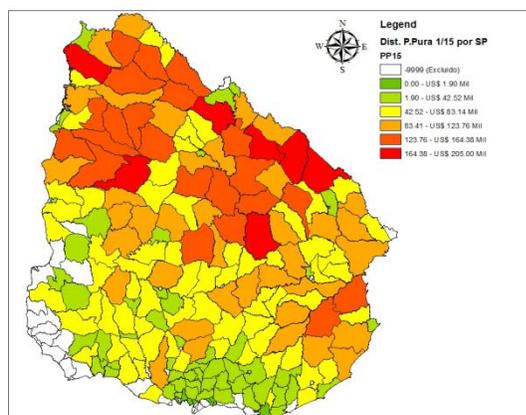
[1] La prima técnica es calculada como pérdida pura + recargo de seguridad del 15% de la desviación estándar

Figura 5.11. Tasas Promedio de Riesgo Puro por Sección Policial (%) y Pérdidas Promedio (US\$) para una frecuencia de Pagos de 1 en 15 años

(a) Tasas de Riesgo Puro (% de SI)



(b) Pérdidas Promedio Anuales (US\$ '000)



Fuente: los autores, Herramienta de Tarificación.

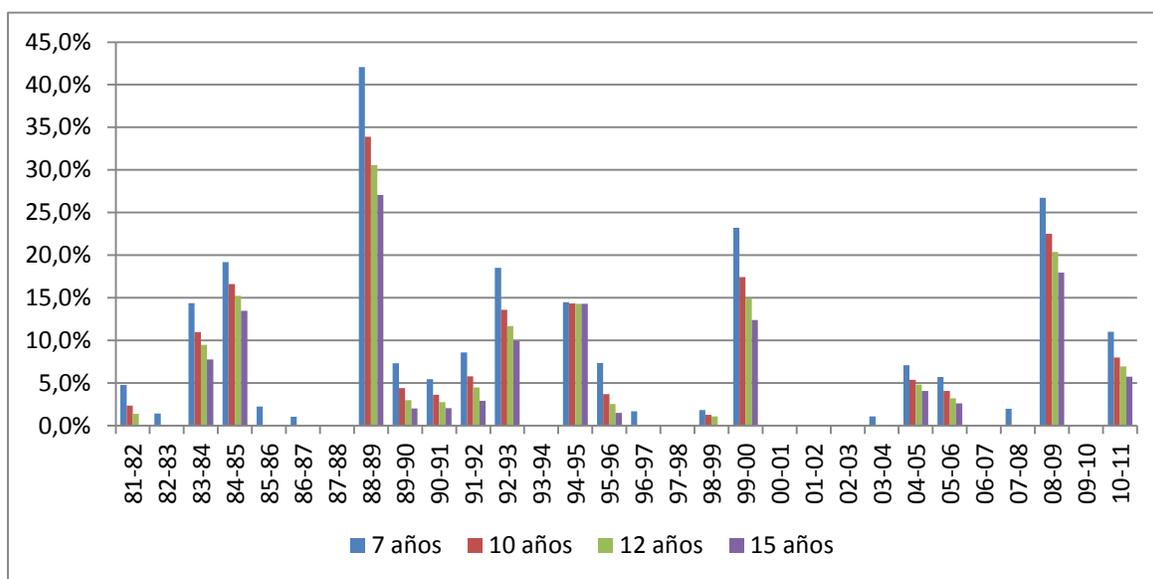
Validación de los pagos y de la Herramienta de Tarificación

5.46. *Esta sección presenta una comparación de los pagos modelados en el programa de seguros de índice NDVI para un período de 30 años (1981-1982 a 2010-2011) con los principales años de pérdidas por sequías reportados por la industria ganadera, el MGAP y otras fuentes de información consultadas durante la conducción del estudio de Factibilidad.* El análisis se benefició de dos sesiones de trabajo que se realizaron con especialistas del IPA (Instituto Plan Agropecuario), del MGAP y productores locales del Departamento de Salto, Región de Basalto (norte del Uruguay) y del Departamento de Lavalleja (centro-sur del país).

5.47. *A nivel nacional, la Herramienta de Tarificación genera grandes pagos para el período de cobertura de siete meses (Septiembre a Marzo) en 1988-1989, seguido en orden descendente en el 2008-2009, y en 1999-2000.* La Figura 5.12 muestra las pérdidas anuales modeladas del programa NDVI en general para frecuencias de pagos mensuales de 1 en 7, 1 en 10, 1 en 12 y 1 en 15 años. El año con la mayor pérdida modelada fue registrada en 1988-1989 con un 33.9% del TSI (US\$ 107 millones) para una frecuencia de pagos mensual establecida en 1 en 10 años. Seguido a ésta estuvo la del 2008-2009 (pérdida de 22.5%), 1999-2000 (pérdida de 17.4%), 1984-1985 (pérdida de 16.6%), 1994-1995 (14.3%) y la de 1992-1993 (pérdida de 13.6%) y pérdidas menores registradas en 1983-1984 y 2010-2011. Sobre el período de 30 años se hubieran realizado pagos en 16 años (53% de todos los años) para la frecuencia de pagos mensual de 1 en 10 años. El efecto de reducir la frecuencia de pagos se demuestra claramente en la Figura 5.12. Para la frecuencia de pagos de 1 en 7 años la pérdida pico es de 42.1% registrada en el año 1988-1989 y la pérdida promedio es de 7.6%; para la frecuencia de pagos de 1 en 10 años la pérdida promedio se reduce a 5.6% y una pérdida máxima de 33.9% (1988-1989); para la opción de 1 en 12 años, la pérdida promedio es 4.9% y la pérdida máxima alcanza un 30.6%; y finalmente para una frecuencia de pagos de 1 en 15 años, la pérdida promedio es 4.1% y una pérdida máxima de 27.1% registrada en 1988-1989. Con una frecuencia de pagos de 1 en 7 años, hubiera habido pagos NDVI en 22 años (73% de todos los años), pero con la frecuencia de pagos de 1 en 15 años, esto se reduce a 14 años con pagos (47% de todos los años).

5.48. *A nivel nacional, los pagos modelados de la Herramienta de Tarificación coincidieron con los años de secas severas registradas en el país. Esto fue validado por los productores ganaderos quienes señalaron los peores años de producción de pasturas.* Como se indica en el Capítulo 2, los peores años de déficit hídrico en el Uruguay analizados en la serie histórica de datos incluyen los años de 1989, 1999, 2004 y 2008 que fue cuando se registraron en varias estaciones meteorológicas reducciones en los niveles de precipitación con respecto a su media entre 20% y más de un 40%. Según los resultados de la Herramienta de Tarificación, los pagos modelados³¹ coinciden con años de sequía severa y cuando la calidad y cantidad de las pasturas se vio reducida severamente. De acuerdo a los productores ganaderos con los que se conversó en Salto, los años con peores sequías incluyeron 1988-1989 (dos años consecutivos), 2008 y luego 1999. Este patrón de años de pérdida severa fue también reportado por productores ganaderos de Lavalleja.

Figura 5.12. Uruguay: Resumen de las Pérdidas Anuales Promedio para Frecuencias de Pagos de 1 en 7, 1 en 10, 1 en 12 y 1 en 15 años.



Fuente: los autores, Herramienta de Tarificación.

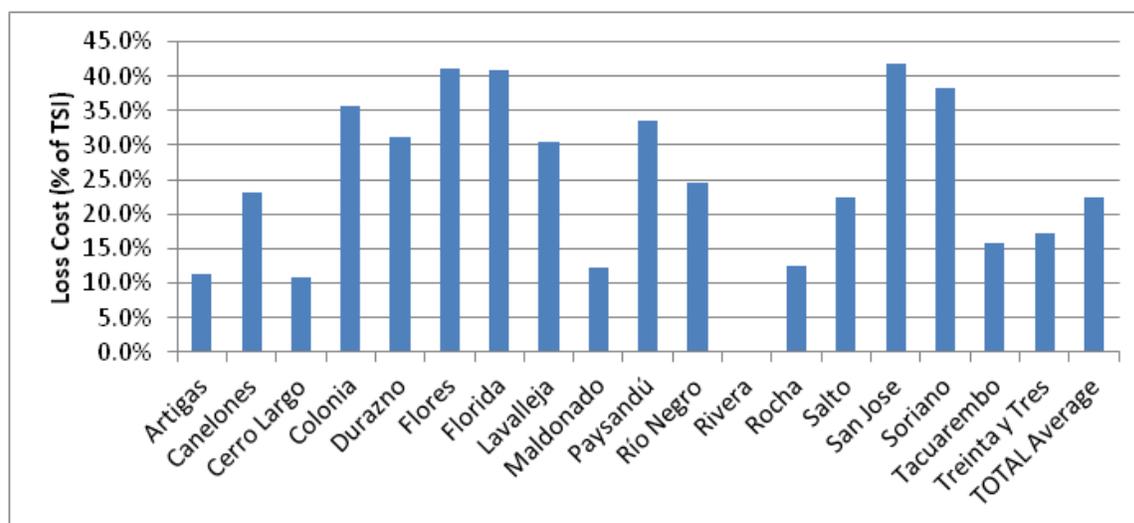
5.49. *Otra manera de verificar la validez de la Herramienta de Tarificación consistió en comparar los pagos modelados a nivel Departamental (y o nivel Sección Policial) para la sequía del 2008-2009 con las pérdidas en producción de pasturas y de ganado en ese mismo período según el conocimiento de expertos locales.* La Figura 5.13 muestra un resumen de los pagos Departamentales calculados o pérdidas puras (expresadas como porcentaje de la TSI) para 2008-2009 con una frecuencia (basada en mes por mes) de pagos de 1 en 10 años. Las pérdidas más grandes en 2008-2009 por encima de un 40% de la TSI departamental ocurrieron en los Departamentos de Flores, Florida y San José en el sur y sudoeste del Uruguay. También, pérdidas significativas fueron registradas en Colonia, Durazno y Soriano. Por el contrario, los departamentos ubicados al norte del país fueron relativamente menos afectados por la sequía. En general, las pérdidas a lo largo de todos los Departamentos fue de 22.5% de la TSI (US\$ 71 millones). A partir del análisis es de remarcar el hecho de que la Herramienta de Tarificación no refleja ninguna pérdida en el Departamento de Rivera (localizado en la frontera norte con el Estado brasileño de

³¹ El valor simple R² para las pérdidas calculadas NDVI nacional (Septiembre a Marzo) y la desviación del promedio de las lluvias mensuales promedio para el grupo de 15 estaciones meteorológicas es -0.45

Rio Grande do Sul) en 2008-2009, debido a que los valores NDVI estuvieron por encima de los Triggers para todas las Secciones Policiales en todos los 7 meses del período de cobertura. De acuerdo a lo expresado por los especialistas ganaderos locales del MGAP, Rivera fue el único departamento que recibió lluvias oportunas en la primavera/verano 2008-2009 lo que significó que la calidad de las pasturas fue mucho mejor que en el resto de los Departamentos del país. Estos hallazgos tienden a validar la precisión de la base de datos NDVI, y los parámetros de diseño de cobertura utilizados en la Herramienta de Tarificación.

5.50. *La Herramienta de Tarificación ha sido compartida con funcionarios de OPYPA-MGAP, la Superintendencia de Servicios Financieros y compañías aseguradoras interesadas;* con el fin de permitirles analizar los parámetros contractuales del modelo y de validar los resultados arrojados por la Herramienta a nivel de Sección Policial.

Figura 5.13. Análisis de Pérdidas Modeladas por Departamento en el 2008-09 por la Herramienta de Tarificación, utilizando una frecuencia de pagos de 1 en 10 años. Las pérdidas están expresadas como porcentaje de la TSI Departamental.



Fuente: los autores, Herramienta de Tarificación.

Primas Comerciales Indicativas

5.51. *La Herramienta de Tarificación está igualmente programada para que los usuarios estimen las primas comerciales indicativas.* El cálculo de las primas comerciales indicativas tiene la finalidad de brindar una referencia a los responsables de las políticas del país sobre los posibles costos financieros relacionados con la compra de una póliza de seguro de índices NDVI. **Sin embargo, es importante notar que las decisiones finales de tarificación están bajo la responsabilidad de las compañías aseguradoras y de sus reaseguradoras.** En términos generales, el cálculo de las primas comerciales debe contemplar los siguientes factores: (i) los gastos de adquisición o el costo de servicio normalmente brindado por los intermediarios de seguros; (ii) los gastos administrativos y operativos (A&O) de las compañías de seguros, incluyendo costos internos y costos operativos externos (ej. nombrar un tercer operador para gestionar el acceso y análisis de valores NDVI para los Cuarteles Asegurados); (iii) los márgenes de ganancia de las compañías de seguros; (iv) los gastos de reaseguro; y finalmente, (v) impuestos de sello locales e Impuesto al Valor Agregado (IVA) aplicado a las primas de seguros. Bajo el propuesto programa de seguros NDVI nivel macro, donde el Gobierno Federal o Provincial es el propuesto asegurado, no debería

existir la necesidad de incurrir en costos de adquisición de negocios y por lo tanto se pueden ahorrar los costos de los intermediarios. Los gastos Administrativos y Operativos (A&O) de las aseguradoras van a ser también reducidos en una póliza macro, en la cual se suscribe una única póliza al gobierno y donde no hay costos de Marketing. Los principales costos Administrativos y Operativos (A&O) iniciales de las aseguradoras incluyen: contratar a un tercer operador NDVI, establecer registros de los beneficiarios finales de las compensaciones y establecer procedimientos para realizar pagos a los beneficiarios. En el Uruguay, el Impuesto al Valor Agregado (IVA) que se añade al costo de las primas de seguros pueden ser muy altos con un promedio estándar de 22%. Algunas pólizas de seguros son exentas del IVA incluyendo muerte y vejez, discapacidad y cobertura por enfermedad. También, las primas de seguros agrícolas son exentas del IVA y esto va a resultar en grandes ahorros para el Asegurado (GoU).

5.52. *En este análisis ilustrativo, se ha aplicado un factor de recarga de 1.25 a las primas técnicas calculadas para generar primas comerciales ilustrativas.* Los resultados de éste análisis se resumen en la Tabla 5.15 para las frecuencias de pagos mensuales de 1 en 7, 1 en 10, 1 en 12 y 1 en 15 años, y considerando que se cubre la totalidad de vacas de cría existentes en el país que se estima es de 3.87 millones de cabezas aseguradas y de una TSI de US\$ 315 millones. Para la frecuencia de pagos mensuales de 1 en 7 años y asumiendo beneficios de diversificación de portafolio y de agrupación de riesgos, el promedio de la prima comercial indicativa es de 11.33% (prima comercial de US\$ 35.7 millones). Sin embargo, si la frecuencia de pagos mensuales se aumenta a 1 en 15 años y se mantienen los mismos supuestos que la opción anterior, la prima comercial indicativa promedio se reduciría a 6.42% (prima comercial de US\$ 20.1 millones). Mientras que la opción de 1 en 15 años podría resultar atractiva para el Gobierno desde un punto de vista fiscal debido al costo mucho menor de la prima, esta frecuencia de pagos no necesariamente va a igualar los requerimientos de transferencia de riesgos de este programa de seguros. Por lo tanto, existe un balance entre el costo de las primas en esta cobertura de seguros y el nivel de protección financiera contra las sequías para el sector ganadero del Uruguay. Como fue mencionado, las primas comerciales finales serán establecidas por las aseguradoras locales y sus reaseguradoras.

Tabla 5.16. Programa de seguros NDVI en el Uruguay: Tasas Comerciales Indicativas (Tasas Técnicas Calculadas más un recargo de seguridad del 25% para derivar Tasas Comerciales)

Frecuencia de Pagos (Años)	Tasas de Riesgo Puro (%)	Prima de Riesgo Puro (US\$)	Tasa Técnica (%) [1]	Prima Técnica (US\$) [1]	Tasa Comercial Indicativa (%) [2]	Prima Comercial Indicativa (US\$) [2]
1 in 7	7.59%	23,813,877	9.32%	28,525,588	11.33%	35,656,985
1 in 10	5.59%	17,605,714	6.84%	21,528,294	8.55%	26,910,367
1 in 12	4.89%	15,390,096	6.02%	18,947,976	7.52%	23,684,971
1 in 15	4.12%	12,974,799	5.13%	16,156,834	6.42%	20,196,042

Fuente: los autores, Herramienta de Tarifación

Notas:

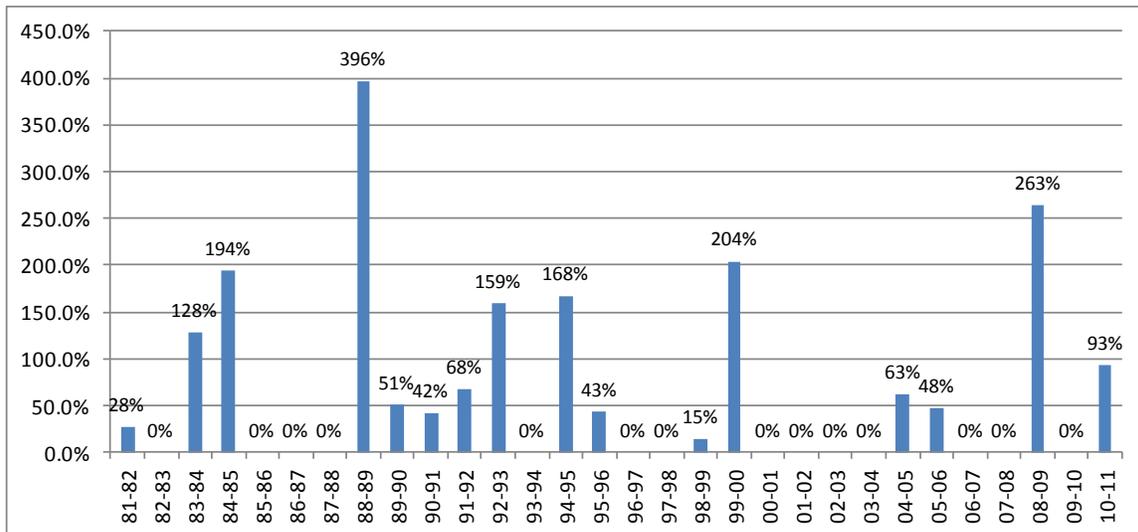
[1] Tasas Técnicas en cada Sección Policial calculadas como Pérdida Pura + Recargo de Incertidumbre del 15% de la desviación estándar de la pérdida pura

[2] Primas Comerciales Ilustrativas calculadas como Primas Técnicas + Recargo de Seguridad del 25%

5.53. *Un análisis sobre cómo hubiera sido la tasa de siniestralidad del programa de seguros NDVI fue conducido a partir de los 30 años de la serie de datos. La tasa de siniestralidad ha sido calculada al comparar los reclamos de pagos con primas comerciales indicativas.* Los resultados

de este análisis se muestran en la Figura 5.14 para la opción de frecuencia de pagos mensuales de pagos de 1 en 10 años. Severas pérdidas hubieran sido registradas en 1988-1989 (siniestralidad de 396%), en 2008-2009 (siniestralidad de 263%) y, finalmente en 1999-2000 (siniestralidad de 204%). Claramente, la siniestralidad promedio de estos eventos extremos supera en gran medida la siniestralidad histórica promedio estimada en un 65%. Las tasas de siniestralidad para las otras opciones de frecuencia de pagos mensuales son muy similares a las de este ejemplo (opción de 1 en 10 años). Las tasas de siniestralidad para las otras opciones son en el orden de un 67% (frecuencia de 1 en 7 años), 65% (frecuencia de 1 en 12 años) y 64% (frecuencia de 1 en 15 años).

Figura 5.14. Tasa de Siniestralidad: Programa NDVI para una Frecuencia de Pagos de 1 en 10 años



Fuente: los autores, Herramienta de Tarifación.

Estimación de la Pérdida Máxima Probable del Programa de Seguros NDVI del Uruguay

5.54. *El cálculo de la Pérdida Máxima Probable (PML) para determinado período de retorno es importante de realizar; ya que éste permite definir estrategias de estratificación de riesgos, estrategias de reaseguro/transferencia de riesgo y de retención de riesgo.* Considerando una frecuencia de pagos de 1 en 10 años, la peor pérdida experimentada sobre los 30 años de datos NDVI disponibles fue en 1988-1989, con una pérdida de 33.9%, equivalente a un pago asegurado de US\$ 107 millones sobre la TSI de US\$ 315 millones. Si bien las pérdidas estimadas por la Herramienta de Tarifación en 1988-1989 fueron muy severas, es posible que pérdidas considerablemente más altas puedan ocurrir en el futuro. Con el objetivo de poder calcular las pérdidas máximas esperadas del programa y de poder establecer las estrategias de riesgo arriba mencionadas es común que los suscriptores de seguros realicen cálculos de la PML que las aseguradoras podrían incurrir dado un período de retorno (ej. 1 en 100 años ó 1 en 250 años si fuera necesario ser más conservador en lo referente a las estimaciones de pérdida).

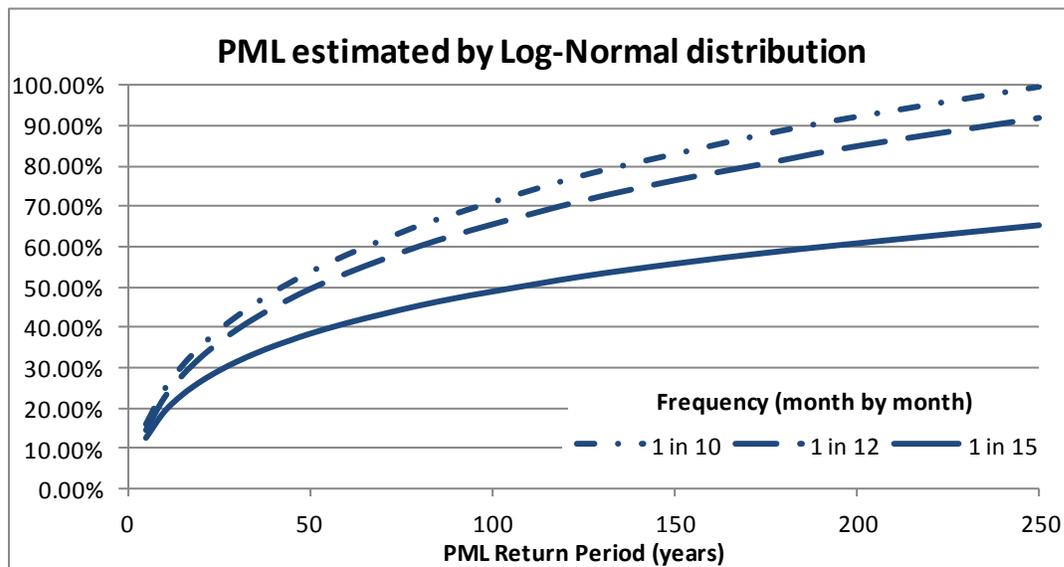
5.55. *Con la finalidad de poder estimar la PML, las peores pérdidas históricas se han ajustado para diferentes funciones de distribución de probabilidad paramétrica, a saber: Log-Normal, Log-Logística y Gaussiana Inversa. Luego, 10.000.000 simulaciones de pérdidas (años) han sido generados a partir de la distribución con mejor ajuste, y por último se calculó la PML a partir de*

los datos simulados. Aunque se ha propuesto una distribución Normal para estimar el índice de siniestralidad promedio (ver Anexo 3), esta distribución paramétrica no fue utilizada para estimar la PML. Lo anterior se debe a que la distribución Normal sub-estimaría los valores de pérdida extremos (ubicados en la cola de la distribución). Debido a que el objetivo es ajustar la cola de la distribución, se utilizó el 50% de los peores años de la serie para calibrar las funciones paramétricas. Los pasos que se siguieron para calcular el PML fueron: (i) calcular los pagos históricos; (ii) descartar los pagos pequeños, preservando únicamente los 15 años con pérdidas mayores; (iii) ajustar los datos seleccionados a las cuatro funciones de distribución paramétrica mencionadas anteriormente. El ajuste de los datos fue realizado a través del uso del software @Risk para la simulación Monte Carlo; (iv) correr 10,000 simulaciones (años) de pérdidas; y (v) estimar la PML de acuerdo al período de retorno seleccionado como un valor percentil de los datos de pérdida simulados. La función de distribución Log-Normal fue la que mejor se ajustó a los datos históricos, y por tanto, ésta fue la que se utilizó para simular las pérdidas y para estimar la PML.

5.56. **Tomando como base los supuestos de la Tabla 5.7 (ej. Frecuencia de pagos mensuales de 1 en 10 años), el cálculo de la PML para un período de retorno de 1 en 100 años es de US\$ 223 millones (71% de la Suma Total Asegurada).** Este alto valor de la PML muestra la alta exposición al riesgo que se enfrenta el programa de seguros NDVI.

5.57. **La PML es muy sensible a la frecuencia de pagos (mes por mes) seleccionada para el cálculo de los Triggers.** Una reducción en la frecuencia de pagos mensuales se traduce en un incremento en los Triggers, lo que a su vez genera una reducción en los pagos del seguro. Si los Triggers son calculados utilizando una frecuencia de pagos de 1 en 12 años y de 1 en 15 años, las PML estimadas equivalen a 66% (US\$ 206 millones) y a un 49% (US\$ 154 millones) de la TSI, respectivamente. La Figura 5.15 muestra la PML en función del período de retorno del evento, y de los umbrales calculados para los Triggers asumiendo diferentes frecuencias de pagos mensuales.

Figura 5.15. Pérdidas Máximas Probables (PML) estimadas para diferentes frecuencias de pagos mensuales, en función del período de retorno del evento (valor expresado como porcentaje de la TSI)



Fuente: los autores, Herramienta de Tarificación.

5.58. *La estimación de la PML ha sido realizada considerando que se cubre la totalidad de vacas de cría del país (3.9 millones de cabezas). Si todas las partes interesadas deciden suscribir un programa piloto en los departamentos seleccionados del Uruguay, la PML será más alta que los valores presentados para todo el portafolio.* Como se mencionó anteriormente, la agrupación de los riesgos permite gozar de los beneficios de la diversificación. Por el contrario, si cada Departamento es considerado independientemente, la PML de cada uno podría ser tan alto como un 100% de la TSI del departamento. Este aspecto es importante de considerar por parte de los actores clave, ya que si estuvieran interesados en suscribir un programa piloto en algunos departamentos seleccionados, las PML resultantes serían considerablemente mayores en comparación a los valores presentados anteriormente (ver Capítulo 7 para más detalles).

Conclusiones sobre el Diseño y Tarificación del Contrato de Seguros NDVI

5.59. *Sobre la base de este estudio se resaltan a continuación los aspectos más relevantes relacionados con el diseño y tarificación de un seguro de índice NDVI para pasturas:*

- Se ha diseñado, probado, y refinado un contrato prototipo de seguros NDVI con actores de la producción ganadera del Uruguay. La cobertura del contrato prototipo brinda una amplia protección para el ganado de cría para un período de 7 meses. La suma asegurada se ha relacionado cuidadosamente con los requerimientos nutricionales diarios y mensuales de vacas durante el periodo de cobertura. La suma asegurada ha sido valorada utilizando como alimento suplementario una ración mixta de harina de girasol y salvado de trigo.
- Se ha desarrollado una Herramienta de Tarificación en MS Excel. La Herramienta está programada para permitir al usuario un alto grado de flexibilidad en lo que respecta a la definición de los umbrales de los Triggers y Exit Triggers que activan los pagos de seguro en cada una de las 195 Unidades Aseguradas (Secciones Policiales). Esta Herramienta está diseñada para calcular las tasas de pérdida pura, tasas técnicas y tasas comerciales indicativas. También, el usuario puede modificar las sumas aseguradas y los tres niveles de franquicia.
- Se ha diseñado un Manual de Usuario que describe la metodología de tarificación aplicada al producto de seguro NDVI (ver Anexo 3). Este manual puede ser utilizado como base para la elaboración de la Nota Técnica, documento que las Aseguradoras puedan ser requeridas enviar a la Superintendencia de Seguros y a otros actores clave.
- Este ejercicio de tarificación muestra claramente la exposición muy alta de las pasturas a la sequía; esto se refleja en las relativamente elevadas tasas técnicas aquí presentadas. La manera principal de reducir (aumentar) las tasas puras y tasas técnicas es, por ejemplo, cambiando la frecuencia de pagos de 1 en 7 años, por 1 en 12 años o 1 en 15 años.
- Las Aseguradoras y el Gobierno (el Asegurado) necesitarán trabajar en conjunto con el sector ganadero para decidir cuál es la frecuencia óptima de pagos mensuales más idónea para este producto. Si la frecuencia de pagos se establece para un producto catastrófico (por ejemplo 1 en 15 años o mayor), el producto podría ser muy atractivo en término del costo, pero la cobertura podría incurrir en riesgo de base relacionado con el diseño del contrato (la póliza podría no activar pagos aunque los productores de ganado en el Uruguay hayan incurrido en pérdidas en sus pasturas debido a la sequía).
- Se realizó por separado un análisis de simulación Monte Carlo para analizar los valores esperados de la PML en el programa NDVI en 18 Departamentos del Uruguay. Este análisis

muestra que existe un beneficio considerable al agrupar el riesgo en el valor total de la PML de todo el país. El análisis PML está diseñado para asistir a las Aseguradoras locales en la evaluación de sus niveles más adecuados de retención, de reaseguro, de estratificación del riesgo en dicho programa de seguros. Los valores estimados de la PML son muy altos, situación que refleja el alto nivel de exposición de las pasturas en el Uruguay a las sequías.

- Los resultados del análisis de tarificación y de la PML facilitarán el trabajo a las compañías aseguradoras a diseñar una estrategia de retención y de reaseguro para este programa de seguros de índice NDVI. Sin embargo, se hace hincapié que las tasas comerciales presentadas en esta sección son puramente ilustrativas y que son las aseguradoras locales y sus reaseguradoras las que tendrán que tomar la última decisión sobre el valor de las tasas.

6. Consideraciones Legales, Institucionales, Operacionales y Financieras para el Seguro de Índice NDVI

6.1. *Este Capítulo trata sobre las opciones y requerimientos legales, institucionales, operacionales y financieras para la implementación del programa de seguros NDVI a nivel Macro en el Uruguay.* Durante los últimos dos años de la implementación de éste estudio, OPYPA-MGAP han indicado su interés en apoyar dicho programa, el que complementaría e incluso podría sustituir al existente Fondo Agropecuario de Emergencias (FAE) para cubrir el riesgo de sequía. A la fecha, sin embargo, ni el MGAP ni el GoU han confirmado formalmente su intención de compra de este producto puesto que han estado a la espera de la versión final del informe y sus recomendaciones para tomar alguna decisión. Obviamente, la eventual adquisición de una cobertura de seguros a nivel macro generaría implicaciones financieras para el GoU, ya que éste como Asegurado sería responsable por los pagos de las primas; por la definición de las reglas de pagos compensatorios a los productores ganaderos en las Unidades Aseguradas donde se active un pago. Este capítulo por lo tanto, tiene como objetivo establecer las opciones legales, institucionales, operacionales y financieras que tendrán que ser acordadas entre el Gobierno y las Compañías Aseguradoras, y que posteriormente deberán ser aprobadas por la Superintendencia de Seguros.

Consideraciones Legales para el Seguro de índice NDVI

6.2. *El seguro de Índice NDVI es una nueva clase de seguro que cubre contra riesgos climáticos y otras tipos de riesgos naturales, y hasta la fecha muy poca atención se ha prestado a los aspectos legales y regulatorios que le atañen.* Bajo este estudio de Factibilidad se ha contemplado analizar los aspectos técnicos de diseño y tarificación, así como también para cubrir aspectos legales y regulatorios.

Mercado de Seguros, Consideraciones Legales y Regulatorias para el Seguro de Índice NDVI

6.3. *El sistema legal civil del Uruguay tiene sus raíces en el sistema legal español (o sistema legal de la Europa Continental).* Aunque el Uruguay ha adoptado el sistema legal civil, sentencias dictadas por el sistema jurisdiccional son utilizadas únicamente como guía y no son obligatorias (no constituyen un precedente legal). Esta es una de las características distintivas de un sistema legal de Ley Común. La principal ley de seguros, que regula la actividad de seguros en el país data desde 1861 con la promulgación del Código de Comercio que autoriza tres clases de seguros incluyendo: incendio, agricultura (granizo) y seguros de vida. En 1911 se creó el Banco de Seguros del Estado (BSE) que en su momento monopolizó la actividad aseguradora en el país. No fue sino hasta en 1993 con la promulgación de la Ley de Seguros N° 16.426 que permitió la apertura del mercado a nuevos competidores (AXCO 2012). El mercado asegurador es regulado por la Superintendencia de Servicios Financieros (SFS) del Banco Central del Uruguay (BCU). La SFS es responsable por establecer el marco regulatorio y legal que rige la actividad de seguros, monitorear el cumplimiento de éstas por parte de las compañías aseguradoras y de los agentes de seguros; y de diseminar información del mercado. Existe también una asociación de compañías llamada Asociación Uruguaya de Empresas Aseguradoras (AUDEA), la que representa los intereses de las compañías privadas de seguros incluyendo las 12 compañías patrimoniales que operan en el país.

6.4. *El Uruguay, como la mayoría de países, no cuenta con una legislación específica de seguros agrícolas. Lo anterior incluye a los seguros tradicionales y a los seguros de índice.* Muy

pocos países con seguros agrícolas cuentan leyes específicas de seguros agrícolas y a pesar que en el Uruguay se han asegurado cultivos contra granizo por más de cien años, éste tampoco cuenta con una Ley específica. La Ley de Seguros N° 16,426 de 1993 y Leyes subsecuentes y Decretos no hacen ninguna referencia a (i) seguros agrícolas, que son tratados dentro del grupo de misceláneos o como Patrimonial; o (ii) seguros de Índice (incluyendo seguros de índice climático). Sin embargo, La Ley exige que todo aquel asegurador que desee introducir un nuevo producto o póliza de seguros presente previamente dicho producto a la SFS para su aprobación formal. En otras palabras, el seguro de índice sería aprobado bajo la legislación actual si éste es primero aprobado por la SFS, y si luego las aseguradoras y reaseguradoras estuvieran dispuestas a suscribir coberturas de índices bajo una póliza de seguro (en vez de tratar estas coberturas como productos derivados o como producto financiero de transferencia de riesgo). En el 2012, AXCO reporta que algunas compañías de seguros uruguayas se quejan por la falta de legislación adecuada, y especialmente por la necesidad de nuevas leyes y regulaciones sobre mediación puesto que la legislación existente da lugar a diferentes interpretaciones.

Consideraciones Legales para el Seguro NDVI

6.5 *Hay varias características de los seguros de índice NDVI que lo hacen diferente en comparación a los seguros tradicionales. Debido a esto, la implementación de dicho producto podría requerir cambios o enmiendas a la legislación de seguros en varios países.* Para comenzar, el objeto de aseguramiento que se aplica bajo una póliza de seguro tradicional, por ejemplo un lote de tierra con un área definida de un cultivo asegurado (que podría ser una pastura), es remplazado por un índice. El índice en este caso se refiere al NDVI que es medido por sensores remotos y que está diseñado para brindar mediciones lo más precisas posible sobre pérdidas en calidad y producción de pasturas en años con climas severos, especialmente durante eventos de sequías. En segundo lugar, una característica central en las pólizas de seguros tradicionales es que el bien asegurado (objeto asegurable) debe ser objeto de daño o pérdida física, y la pérdida debe ser medible y cuantificable. Por el contrario, bajo una cobertura de seguros de índice no se realiza una medición de la pérdida física real o daño sufrido por el Asegurado; sino que se realiza un pago de acuerdo a un procedimiento pre-acordado una vez que el umbral de los valores del índice han activado un pago. Dicho pago puede ser un pago único o pagos escalonados limitado por un valor de pago máximo. Una diferencia adicional entre el esquema tradicional y el de índice es que en éste último se podrían generar pagos al Asegurado aun cuando el Asegurado no haya incurrido en ningún daño o pérdida sobre el bien asegurado. Puesto que el principio básico de un contrato de seguros es de compensar al Asegurado por una pérdida únicamente, los reguladores han desafiado ocasionalmente el estatus legal de los esquemas indexados e incluso han impedido su establecimiento ya que no los consideran un tipo de seguro (GlobalAgRisk 2011)³².

6.6. *Bajo la propuesta de seguro que aquí se propone, resulta importante que las compañías Aseguradoras participantes confirmen los requerimientos y procedimientos legales a ser completados ante la Superintendencia de Servicios Financieros para suscribir dicho producto.* Bajo esta propuesta, el GoU o su representante, como el MGAP, podrían ser los Asegurados en nombre de los aproximadamente 38,000 “productores de ganado de cría” localizados en las 195 Secciones Policiales, en 18 de 19 Departamentos del país. Los productores, a fin de poder gozar automáticamente de los beneficios de la cobertura, deberán registrar ante sus respectivos representantes el número de animales que poseen dentro de cada Unidad Asegurada (bajo

³² En su Reporte sobre el Conocimiento del Arte, GlobalAgRisk presenta un resumen muy útil sobre las diferencias entre seguros agrícolas basados en indemnización tradicional y seguros de índice climático e identifica puntos clave en temas legales y regulatorios que deberían ser tomados en consideración en la planeación y diseño de cualquier nuevo programa de seguros de Índice.

verificación de la base de datos nacional de ganado de SNIG/DICOSE). Así, los productores serán registrados en la póliza de seguros como "beneficiarios" en el evento de que se active un pago. El Asegurado (GoU) recibirá una Póliza Master NDVI con condiciones especiales anexas, y será responsable por el pago de la prima sobre una Suma Total Asegurada acordada entre las partes.

6.7 ***En un esquema de aseguramiento a nivel macro donde el Gobierno es el Asegurado, éste también asume la responsabilidad por hacer efectivo el pago de la prima de seguro.*** Con la adopción de un esquema a nivel macro, los productores individuales no tendrán ningún interés asegurable ni tampoco contarán con derechos legales para hacer reclamaciones. Sin embargo, si se suscribiera la póliza a nombre de productores ganaderos individuales (o si éstos participaran en el pago de las primas), y en el evento de que alguno de ellos incurra pérdidas debido a sequías localizadas (o debido a la ocurrencia de otro riesgo), pero los Triggers de la póliza no activan un pago en la Unidad Asegurada (Sección Policial), el productor podría entonces reclamar el pago indemnizatorio ante la Corte de justicia en contra de la empresa Aseguradora. Es muy importante evitar este tipo de litigios en la fase inicial de un nuevo programa de seguros de índice. Finalmente, como se ha resaltado en este reporte, el equipo de trabajo a cargo del diseño de este producto no cree que la baja resolución espacial de los datos NDVI resultaría apropiada para comercializarlo a productores individuales debido al Riesgo de Base. Por el contrario, el Riesgo de Base es un aspecto que resulta menos problemático si se ofertara como una cobertura Macro emitida al GoU.

6.8. ***Durante la ejecución del diseño y tarificación del seguro de índice NDVI, el equipo del Banco Mundial y funcionarios de OPYPA informaron a la SFS en cada etapa de avance del estudio y la SFS ha expresado estar de acuerdo, en principio, a este nuevo programa de seguros.*** Durante el estudio, el equipo del Banco Mundial se reunió con funcionarios de la SFS para presentar el producto prototipo, la Herramienta de Tarificación y el Manual de Usuario. La SFS ha confirmado su acuerdo en principio con que el Asegurado sea el GoU; sobre las bases de la póliza y sobre el funcionamiento de los pagos utilizando la base de datos de ganado del SNIG-DICOSE para cada Sección Policial. La SFS también aprobó el concepto de un pool de coaseguro para el programa de seguros NDVI (tema que se discute más adelante). En su debido tiempo será responsabilidad de las aseguradoras, que operen individualmente o bajo un pool, presentar la Nota Técnica de este producto ante la SFS para su registro y aprobación.

6.9. ***El equipo Banco Mundial-OPYPA se comprometió en proveer asistencia técnica a la SFS y a las aseguradoras interesadas en la elaboración de: (1) una Herramienta de Tarificación en MS Excel y de un Modelo de estimación de la PML; (2) un Manual de Usuario de la Herramienta de Tarificación*** (ver Anexo 3). Durante la Misión de Noviembre-Diciembre, 2012, la Herramienta de Tarificación y el borrador final del Manual de Usuario fue presentado a OPYPA-MGAP, la SFS, las compañías Aseguradoras Agrícolas y otros actores clave. Se entregó una copia electrónica de la Herramienta de Tarificación a OPYPA para su distribución a las partes interesadas³³. El Manual del Usuario provee detalles sobre el diseño del producto NDVI, así como de los términos y condiciones de cobertura, e instrucciones para el uso de la Herramienta de Tarificación, la que está programada para proveer cálculos de las primas de riesgo puro, tasas técnicas y primas comerciales indicativas para todas la Unidades Aseguradas, en cada departamento y en total, para cualquier frecuencia de pagos y suma asegurada predefinida. Debido a esto, las Compañías Aseguradoras cuentan ahora con toda la información necesaria sobre la cobertura de seguros de índice NDVI para redactar un contrato, sus Notas Técnicas y para hacer el cálculo de sus primas técnicas y comerciales en cada Sección Policial y Departamento, para luego solicitar su aprobación ante la SFS.

³³ Copias actualizadas de la herramienta de tarificación se entregaron a OPYPA para distribuir a las partes interesadas en la Misión final de Mayo 2013 del Banco Mundial al Uruguay.

6.10. *De aprobarse el seguro de índice NDVI, será necesario analizar los alcances del Fondo Agropecuario de Emergencias (FAE) del Gobierno con el fin de evitar duplicaciones por pagos de compensaciones de los dos programas.* En el Capítulo 2 se observó que el FAE fue creado por el GoU luego de la sequía extrema del 2008-2009 como un instrumento para compensar a productores agrícolas y pecuarios y para permitirles salir adelante con sus empresas después de la ocurrencia de un desastre. Bajo el presente estudio de Factibilidad, OPYPA-MGAP acordaron que sería importante establecer las condiciones bajo las cuales el seguro NDVI y el plan de respuesta del FAE operarán en el futuro con el fin de evitar que estos programas se transpongan, y por ende, situaciones en las que se puedan generar pagos dobles por indemnización/compensación. Un principio clave de los seguros es que el Asegurado no debería ser sobre-compensado por la pérdida financiera incurrida. Por lo tanto, las condiciones legales y regulatorias para los dos programas deberían ser estudiadas cuidadosamente con la SFS y aquellas organizaciones responsables de la implementación del FAE.

Consideraciones Institucionales para los Seguros NDVI

6.11. *Desde el inicio de esta asistencia técnica se han realizado esfuerzos para involucrar a las aseguradoras agropecuarias más importantes del país para el desarrollo de este programa.* Durante cada una de las misiones que el equipo técnico del Banco Mundial realizó se sostuvieron reuniones con las siguientes aseguradoras Banco de Seguros del Estado (compañía estatal), Sancor Seguros S.A., Mapfre Uruguay Compañía de Seguros S.A., Cooperativa de Seguros Surco y Berkeley International Seguros S.A.

6.12 *Las compañías aseguradoras consultadas manifestaron su preferencia por un producto de índice NDVI a nivel macro en vez de ofrecer una cobertura de seguros nivel micro a productores ganaderos individuales.* Además de los prohibitivos costos de introducción de una cobertura NDVI voluntaria a agricultores individuales, las aseguradoras hicieron notar objeciones sobre aspectos de riesgo moral; por ejemplo: la posibilidad que productores individuales incidan en los valores NDVI al manejar densidades de carga animal elevadas en pequeñas Unidades Aseguradas (Secciones Policiales) y de este modo influencia los pagos indemnizatorios. Lo anterior sería posible ya que el valor del NDVI capturado en una situación de sobre carga animal es igual a la señal de sequías severas.

6.13. *Las compañías de seguros interesadas van a necesitar decidir si van a acordar que una sola compañía suscriba el programa NDVI para productores ganaderos en el Uruguay, o si éstas desean colaborar bajo un pool³⁴.* De elegirse a una sola compañía para suscribir el programa NDVI, se deberá tomar una decisión sobre si se realiza una licitación o no para este efecto. En lo que respecta a la conformación de un pool, estos son muy comunes en programas de seguros agrícolas de Asociaciones Público-Privadas nacionales o regionales incluyendo el Programa AGROSEGURO en España, programa Tarsim en Turquía, y otros más creados en China. Las potenciales ventajas de la conformación de un Pool de Coaseguro incluye: (i) compartir los costos de investigación y de desarrollo en las etapas iniciales ; (ii) ahorros en costos al establecer una única unidad suscriptora, personal y equipo, ya sea dentro del coasegurador líder o como una entidad suscriptora independiente; (iii) capacidad de cada compañía de seleccionar una cuota de acuerdo a su apetito por el riesgo; y (iv) ahorros de costos en la compra de cobertura de reaseguro (Mahul & Stutley 2010). Información adicional sobre las ventajas y desventajas del pool de coaseguro se presentan en el recuadro 6.1. La SFS ha expresado su consentimiento, en principio, en que el Programa NDVI del Uruguay sea operado bajo un acuerdo de Pool, si ésta es la estructura preferida por las

³⁴ Actualmente no existen Pools en el Uruguay (Axco 2012).

compañías aseguradoras. Sin embargo, es importante notar que hasta la fecha, ninguna de las compañías aseguradoras se ha comprometido formalmente en participar en un Pool coasegurador.

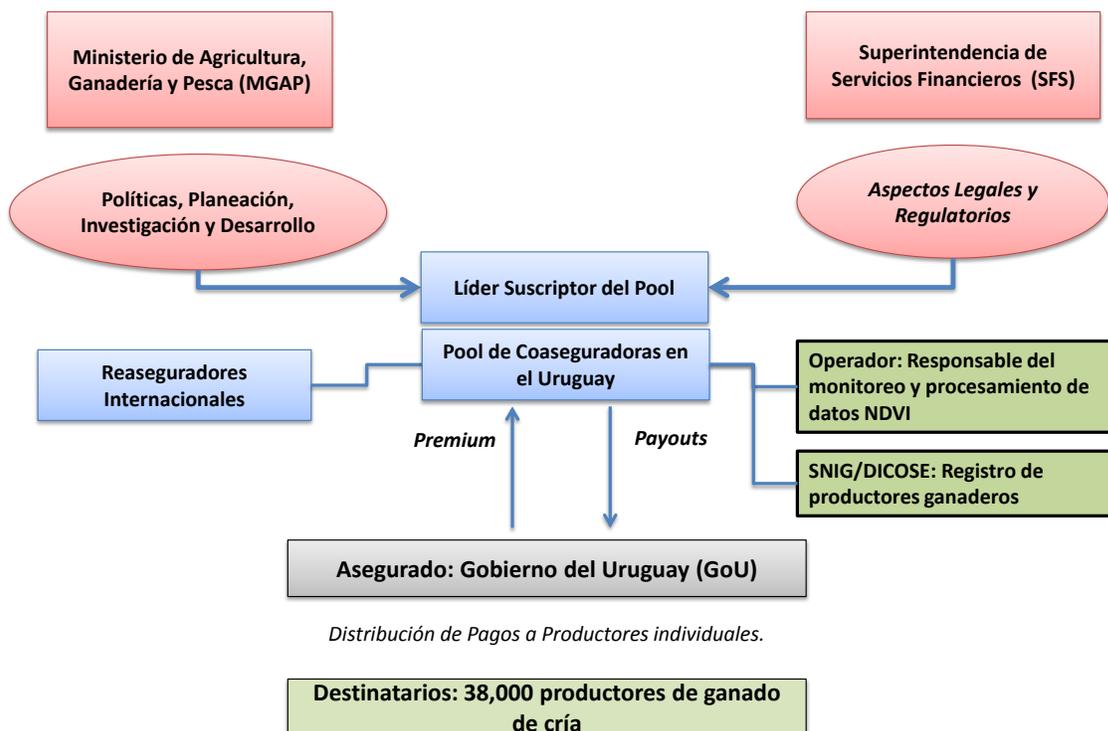
Recuadro 6.1 Beneficios y Limitaciones de Acuerdos de Pool de Coaseguros

<p>Beneficios</p> <p>Economía de escala a través de la operación de una entidad única con funciones operativas y de administración compartidas. Este esquema permite el ahorro de gastos debido a:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Menor requerimiento de personal (costos fijos)▪ Los costos en la investigación, desarrollo y tarificación del producto son compartidos.▪ Menor costo en actividades de suscripción, gestión de reclamos y ajuste de pérdidas. <p>Disminución de costos en la adquisición de reaseguro para una cuenta común (pool) en vez de que trate de establecer su propio programa de reaseguro. Ventajas debido a:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Mayor poder de negociación con las reaseguradoras.▪ Portafolio más grande, más balanceado, y mejor distribución de riesgo▪ Reducción en los costos de reaseguro debido al agrupamiento de la exposición del riesgo.▪ Menor costo de transacción (intermediarios de reaseguro, etc.) <p>Eliminación de la competencia de tasas en un mercado inmaduro y habilidad para mantener tasas técnicas establecidas. La mayoría de los pool operan como el único proveedor de seguro o monopolio (por ejemplo: Austria, Senegal, España, Turquía), por lo tanto, no hay competición en precios.</p> <p>Habilidad para mantener estándares en los procesos de suscripción y ajustes de pérdida. Bajo un acuerdo de monopolio de grupo, el director del grupo puede asegurar que se mantendrán altos estándares de suscripción en seguros de cultivos y de ganado, y en sus respectivos procedimientos de ajuste de pérdidas. En los casos en los que las compañías compiten entre ellas se presentan, por lo general, diferencias en los procedimientos aplicados al momento de realizar ajustes de pérdidas.</p> <p>Limitaciones</p> <p>Un Pool podría actuar como un único proveedor de seguros agrícolas, situación que resultaría en falta de competencia en el mercado en lo que respecta a los siguientes puntos:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Al rango de productos y servicios ofertados.▪ Restricciones en el rango de riesgos que son asegurados.▪ Restricciones en las regiones donde los seguros agrícolas son ofrecidos o el tipo de agricultor Asegurado▪ Falta de competitividad en tasas de primas cobradas por el pool. <p>Fuente: Mahul & Stutley 2010</p>

6.14. **La Figura 6.1 muestra un diagrama de la estructura institucional para el Pool de Coaseguro.** Bajo la opción de coaseguro se ha asumido que una de las compañías participantes actuará como líder del Pool; lo anterior con el propósito de suscribir una Póliza Máster para el Asegurado (el GoU, o su representante MGAP) y para asegurar que se anexe a la póliza un plan conteniendo para cada Departamento y Sección Policial (Unidad Asegurada), detalles de todo el ganado de cría asegurado y la suma asegurada por Sección policial. Sin embargo, como se notó anteriormente, desde un punto de vista legal el Programa no incluiría los nombres de ningún productor individual de ganado de cría (los beneficiarios destinados) o su stock de ganado y la correspondiente suma asegurada por productor, puesto que esto generaría un interés asegurable a cada productor ganadero individual. El GoU sería responsable de pagar la prima a la compañía líder de Pool. El Pool compraría una cobertura de reaseguro (internacional) bajo una misma cuenta. El Pool necesitará suscribir un acuerdo contractual con un Operador, quien proveerá servicios en teledetección para reportar regularmente los valores mensuales del índice NDVI en cada Unidad

Asegurada durante el período de cobertura. Los valores reales reportados por el Operador serán la base para determinar la activación o no de pagos según sea la definición de los Triggers.

Figura 6.1. Esquema del Marco Institucional para un Seguro de índice NDVI a nivel Macro.



Fuente: los autores

Vínculos con el Programa de Desastre o Emergencias para Ganado y Cultivos Agrícolas

6.15. *La eventual implementación del seguro de índice NDVI a nivel Macro requerirá analizar la existencia de posibles vínculos con el Fondo Agropecuario de Emergencias.* Esto es necesario para evitar una potencial duplicación de esfuerzos y situaciones donde productores ganaderos potencialmente puedan recibir dobles indemnizaciones de ambos programas. En este contexto, si el Gobierno eligiera adquirir una cobertura de seguro tipo catastrófica (ej. con una frecuencia de pagos de digamos 1 en 15 años), una opción que el Gobierno podría considerar es el de utilizar los fondos de emergencia para cubrirse contra eventos más pequeños y más frecuentes. Un programa de dos capas de riesgo que sea estructurado de esta manera reduciría el problema de riesgo de base asociado con el producto NDVI.

Consideraciones Operacionales para el Seguro NDVI

Registro y Asignación del Número de Animales en cada Sección Policial (Unidad Asegurada) con el fin de Establecer la Suma Asegurada y para Realizar Pagos

6.16. ***La implementación de un programa de seguros NDVI requerirá registrar a todos los dueños de ganado por Unidad Asegurada de acuerdo a la ubicación de sus animales en el Uruguay.*** Este requerimiento se explica por diversas razones, incluyendo: (i) la necesidad de calcular la suma asegurada para cada stock de ganado en cada Unidad Asegurada; (ii) la necesidad de pagar una prima con base en la suma asegurada y a la tasa de prima que se aplica para cada Unidad Asegurada; y (iii) la necesidad de definir los pagos de compensación en base a los productores ganaderos localizados en cada Unidad Asegurada y a la suma de rebaño individuales aseguradas (vacas de cría).

6.17. ***El Uruguay cuenta con un sistema comprensivo de base de datos de registro de ganado en el mundo. Esta base de datos es administrada el Servicio Nacional de Información Ganadera (SNIG) en colaboración con la División Controlador de Semovientes (DICOSE).*** Una vez al año, el SNIG-DICOSE actualiza las existencias de ganado como parte del Programa nacional de vacunación y prevención de la Fiebre Aftosa (FMD). El SNIG-DICOSE, muy amablemente, ha puesto a disposición la base de datos de existencias de ganado del 2011 para todos los Departamentos del país. Con el propósito de no acceder a información confidencial, no se entregó los códigos reales de registro en DICOSE de cada productor.. Esta información ha sido utilizada para localizar todos los 3.9 millones de cabezas de ganado de cría, pertenecientes a los cerca de 38,000 productores ganaderos en las 195 Secciones Policiales asegurables (Unidades Aseguradas), en 18 Departamentos. También, esta información permitió estimar la Suma Total Asegurada que ronda los US\$ 315 millones.

6.18. ***La base de datos del SNIG, donde se encuentra información sobre el stock de ganado por clase de animal asegurado, será utilizada para establecer las sumas aseguradas por Sección Policial, la Suma Total Asegurada para la póliza de seguros NDVI, y para distribuir los pagos en el caso que se active un pago.*** Al inicio de cada campaña de seguros, las Aseguradoras necesitarán tener acceso a la base de datos de ganado de SNIG-DICOSE para verificar los números de ganado existentes y la suma asegurada correspondiente a cada productor ganadero (beneficiario), y su ubicación por Unidad Asegurada (Sección Policial). En caso que se active un pago en cualquiera de las Unidades Aseguradas, los pagos serán estimados para cada uno de los beneficiarios dentro de la Sección Policial afectada.

6.19. ***Se prevé que las Aseguradoras necesitarán llegar a un acuerdo formal con SNIG-DICOSE para obtener la actualización de datos de stock de ganado en cada año.*** Esto permitirá a las aseguradoras actualizar la Suma Total Asegurada de manera anual así como también el número de animales de cada productor ganadero.

Operador de los Datos NDVI

6.20. ***Para la operación de esta póliza NDVI, y para asegurar pagos oportunos en el caso de que se active uno en cualquier Unidad Asegurada, las Compañías Aseguradoras necesitarán nombrar un Operador.*** El Operador será responsable de descargar y procesar imágenes MODIS cada 16 días durante el período de cobertura para cada pixel forrajero. También se recomienda que los valores y reportes NDVI mensuales se pongan a disposición del Asegurado (GoU). El tercer operador deberá ser capaz de demostrar completa independencia e imparcialidad en el procesamiento de los datos NDVI satelitales mensuales y de ser aceptado por todas las partes, incluyendo el Asegurado, las Compañías Aseguradoras y las Reaseguradoras. Para la efectiva operación de esta póliza, es muy importante que el procesamiento de los resultados NDVI sea conducido por el suscriptor del Pool dentro del menor tiempo posible, especialmente si los pagos de las reclamaciones han sido activados en el corriente mes. El Asegurador (o Pool de aseguradoras) y

sus reaseguradoras serán finalmente los responsables de revisar la procedencia o no de los pagos y de dar trámite a los reclamos del Asegurado.

6.21. ***El Tercer operador tendrá que ser un especialista en sensores remotos independiente que deberá ser contratado para proveer servicios de monitoreo, interpretación de imágenes y para presentar reportes de los datos NDVI para la correcta operación del programa de seguros de índice en el Uruguay.*** Una opción que se está considerando es que el LART-FAUBA en colaboración con el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) del Uruguay, actúe como el operador NDVI. Por solicitud del Banco Mundial-OPYPA, LART-FAUBA ha proporcionado costos indicativos por ofrecer este servicio a las compañías de seguros. Adicionalmente, dichos servicios incluirían acceso y empalme de los datos satelitales MODIS con SPOT y NOAA con el fin de proveer una base de datos que sirva de respaldo a los datos NDVI mensuales del satélite MODIS, en caso de que éste último no funcione o sea inhabilitado. De ser contratado, el LART-FAUBA actualizará mensualmente la base de datos NDVI para cada pixel y actualizará de manera periódica los mapas de uso de tierra: los honorarios estimados por ofrecer estos servicios tanto para el Proyecto en Uruguay como en el Sudeste de la Provincia de Buenos Aires rondan los US\$ 160,000. Alternativamente, este servicio podría ser llevado a cabo por un especialista internacional en teledetección fijado por el Asegurador y su Reasegurador principal. Los costos de este servicio de teledetección NDVI tendrán que ser incluidos en las primas comerciales finales que se cobren en el programa de seguros NDVI.

6.22. ***La operación del programa de seguros de índice NDVI depende en su totalidad del buen funcionamiento del satélite MODIS durante el periodo de cobertura, y se necesitará la implementación cuidadosa de sistemas de respaldo en el caso de que MODIS deje de funcionar. Los procedimientos de respaldo de la base de datos deberán estar especificados en el contrato de la póliza.*** En un contexto más general, se debe reconocer que MODIS ha estado operando considerablemente por más tiempo que el planeado en sus inicios; así, cuando deje de operar será necesario re-calibrar la base de datos NDVI para el Uruguay utilizando un sensor remoto más nuevo, moderno y con una mayor resolución (por ejemplo: SPOT 4, SPOT 5 o AVHRR). De resultar seleccionado el LART-FAUBA para prestar sus servicios, resultará muy relevante el trabajo que puedan llevar a cabo en lo concerniente a la calibración y empalme de datos NDVI provenientes del sensor SPOT con los datos MODIS. Lo anterior permitiría contar con una fuente alternativa de datos NDVI mensuales en tiempo real tan pronto como MODIS deje de operar.

Mecanismos de Activación de Pagos hacia los Beneficiarios (Productores Individuales)

6.23. ***El tercer requerimiento operativo más importante de este esquema es el de poder diseñar un sistema que permita la distribución oportuna de los pagos (en efectivo o en especie) a los productores ganaderos en aquellas Unidades Aseguradas donde se hayan activado pagos.*** Bajo la propuesta de aseguramiento a nivel Macro, existen potencialmente tres maneras en que los pagos de compensación se podrían realizar, a saber (i) pago en efectivo o, (ii) pago a través de cupones o comprobantes con el valor del pago para cada ganadero. Estos cupones serían canjeados en tiendas distribuidoras de productos veterinarios; y finalmente (iii) pago en especie dado en raciones alimenticias en valor equivalente.

6.24. ***En discusiones con productores ganaderos, algunos de ellos expresaron su preferencia por recibir pagos en efectivo o cheque consignados directamente en sus cuentas bancarias ya que esto les permitiría a ellos utilizar dichos recursos para comprar las raciones de alimentos que consideran más pertinentes.*** Estos productores consideraron que ésta forma sería un método de pago compensatorio rápido y transparente. Sin embargo, otros productores ganaderos notaron que los pagos en efectivo resultarían de poca utilidad en situaciones de secas graves que es cuando

resulta muy difícil conseguir acceso a raciones alimenticias. Por el contrario, manifestaron su preferencia en que las autoridades del MAGAP se hicieran cargo de la distribución de raciones en puntos específicos en cada Municipalidad o bien directamente a las propiedades de los productores.

6.25. ***El método de pagos a través de cupones ha sido adoptado en algunos programas de seguros agrícolas en el pasado.*** La idea de entregar cupones con un valor monetario en vez de pagos en efectivo es que el efectivo puede ser gastado en cualquier tipo de rubro, mientras que los cupones sólo se pueden cambiar por pagos en especie (ej. Raciones). En el caso que la póliza active un pago en un mes específico, los productores recibirían un cupón con un valor calculado a partir del número de vacas de cría registradas a su nombre, de modo que pueda acercarse al distribuidor de raciones más cercano para canjearlo.

6.26. ***MGAP también podría acceder a la compra al por mayor de raciones (tanto en el mercado interno como externo), y luego los distribuya a los productores en aquellas Secciones Policiales donde se han activado pagos.*** Se hace notar que MGAP ya cuenta con experiencia en el transporte, almacenamiento de raciones de alimentos para ganado y su distribución en tiempos de secas severas tales como la sufrida en el 2008-2009, y subsecuentemente bajo el programa FAE que funciona bajo su coordinación. Si MGAP va a asumir la responsabilidad de distribuir los pagos NDVI en especie, será necesario considerar cómo cubrir los costos de distribución (personal, transporte, combustible, etc). Se hace notar que, a la fecha los costos de distribuir los pagos en especie no se han considerado en la tarificación del producto NDVI. Durante el período de cobertura (7 meses) existe la posibilidad que MGAP se vea involucrado en la distribución de raciones, por lo que los costos de distribución de los pagos resultarían elevados y si estos se añadieran al cálculo de las primas comerciales se esperaría igualmente un incremento en el costo final. Además de los altos costos de distribución de los pagos en especie, esta forma de pago sería el mecanismo más lento de los métodos abordados anteriormente que podrían ser utilizados para distribuir pagos a los productores ganaderos afectados por sequía.

6.27. ***Las Compañías de Seguros han señalado que aunque posiblemente podrían implementar un sistema de pagos directos por cheque a los productores ganaderos en el evento que se active un Evento Asegurado, éstas no cuentan con la infraestructura operacional o la experiencia para participar en la distribución de las raciones de alimento animal.*** De ser requerido por el Asegurado (GoU), la Aseguradora (o Pool de Aseguradoras) podría realizar pagos automáticos en las cuentas de cada dueño de ganado en las Unidades Aseguradas donde se haya activado un pago. Sin embargo, las Aseguradoras han dejado claro que solo podrán operar liquidaciones financieras a cada destinatario puesto que ellas no cuentan con una red rural para realizar compras de raciones animales y luego distribuirlos a productores ganaderos individuales. Bajo esta opción, resultaría relevante para las Aseguradoras y para la SFS analizar cuál sería la implicación legal que el Asegurador realice pagos directos a los productores, y si este procedimiento equivaldría a asumir algún tipo de obligación de seguro entre las Aseguradoras y los destinatarios de los pagos..

6.28. ***De acuerdo a este estudio, aparentemente una manera más costo-efectiva de distribuir los pagos compensatorios a los productores sería que la Aseguradora realice un solo pago al GoU y que después el GoU, a través de su representante MGAP, adquiera raciones de alimento animal al por mayor y distribuya las raciones a los beneficiarios elegibles en cada Sección Policial afectada.*** Este método de compensación implicaría que el MGAP tenga que distribuir los montos de compensación a los productores ganaderos afectados luego de recibir el pago de parte de la Aseguradora. Esto requerirá que la(s) Aseguradora(s) proporcione a MGAP un listado detallado de los Departamentos y Secciones Policiales afectadas (con pagos activados), y un listado de cada ganadero con su suma asegurada individual y el monto de compensación que cada uno debería recibir.

6.29. *Se hace notar que existe una exposición al riesgo de precio en este producto de seguro NDVI.* A fin de poder calcular la suma asegurada se utilizan los precios de mercado antes del inicio de la póliza para estimar el costo de las raciones del suplemento compuestas por harina de girasol y afrechillo de trigo. En el caso que una sequía severa impacte tanto la producción de pasturas como la producción de cereales en el Uruguay, es probable que los precios del trigo, semilla de girasol o de cualquier otro grano alimenticio se incrementen significativamente. Esto significa que un productor ganadero que ha recibido un pago en efectivo o en especie y que quiere adquirir raciones de alimento animal no podrá adquirir la ración calculada originalmente debido al incremento de precios en la materia prima. El mismo problema podría ser aplicable también a la opción donde el gobierno compraría fuentes de alimentos al por mayor y luego los distribuiría como raciones a los beneficiarios. Cabe mencionar que la mayoría de programas de seguros agropecuarios no ofrecen protección contra riesgo de precio³⁵.

Consideraciones Financieras y de Reaseguro para el Seguro NDVI

Financiamiento las Primas

6.30. *En el capítulo 5 se presentaron los detalles sobre la metodología de tarificación, las estimaciones de las tasas técnicas y tasas comerciales indicativas para un programa de seguro de índice NDVI donde se aseguraría de manera automática a todos los productores ganaderos elegibles y a sus animales asegurados (vacas de cría) en el Uruguay.* Los resultados del análisis de tarificación se realizaron a partir de varios supuestos incluyendo la definición de la suma asegurada que se estableció como a un 50% de los requerimientos alimenticios de los animales, para un período de cobertura de 7 meses y bajo una serie de períodos de recurrencia de pagos mensuales que van desde 1 en 7 años hasta 1 en 15 años. En la Tabla 6.1 se presenta el resumen de las primas comerciales indicativas, que varían desde aproximadamente US\$ 20.2 millones, para una opción de pagos de 1 en 15 años, hasta US\$ 35.7 millones para la opción de pagos de 1 en 7 años.

Tabla 6.1. Tasas Comerciales Indicativas (Definida como Tasa Técnica más una recarga del 25%)

Frecuencia de Pagos mensuales	Tasa de Riesgo Puro (%)	Prima de Riesgo Puro (US\$)	Tasa Técnica (%) [1]	Prima Técnica (US\$) [1]	Tasa Comercial Indicativa (%) [2]	Prima Comercial Indicativa (US\$) [2]
1 en 7	7.59%	23,813,877	9.32%	28,525,588	11.33%	35,656,985
1 en 10	5.59%	17,605,714	6.84%	21,528,294	8.55%	26,910,367
1 en 12	4.89%	15,390,096	6.02%	18,947,976	7.52%	23,684,971
1 en 15	4.12%	12,974,799	5.13%	16,156,834	6.42%	20,196,042

Fuente: Herramienta de Tarificación

Notas:

[1] Tasas Técnicas en cada Sección Policial calculadas como Tasa de Pérdida Pura + Recargo de Incertidumbre del 15% de la desviación estándar de la Tasa de Pérdida Pura

[2] Tasa Comercial Indicativa calculada como la Tasa Técnica + Recargo Simple del 25%

³⁵ Una excepción es Malawi, donde el Gobierno compra una cobertura de índice de lluvia (WII) a nivel macro para cubrir el déficit de producción de maíz a nivel nacional. Con este instrumento, el Gobierno utilizaría el pago indemnizatorio para la compra e importación de maíz. Debido a que un evento de sequía implicaría un incremento en los precios del producto a lo largo de la región, este instrumento financiero coloca también una opción de compra/venta en el Mercado de Valores de Johannesburgo como una forma de protegerse contra la subida de precios en el maíz importado.

6.31. *Bajo el propuesto esquema de seguro nivel Macro, el GoU será responsable por el pago de las primas al Asegurador (o Pool Asegurador).* Como parte de este estudio de factibilidad se había intentado llevar a cabo un análisis costo-beneficio en donde el Gobierno pudiera comparar el costo por el pago de las primas y los pagos financieros que hubieran resultado en los últimos 10 años relacionados con los pagos compensatorios realizados por el FAE a productores ganaderos en el Uruguay. Si bien no ha sido posible acceder a los datos del FAE para realizar este análisis comparativo, se muestran algunas cifras en las secciones subsiguientes.

6.32. La Tabla 6.2 muestra un análisis comparativo entre las primas totales que hubieran sido pagadas por el Gobierno (Asegurado) *durante los últimos 30 años, y los beneficios que hubiera recibido en términos de pagos de reclamaciones del esquema durante el mismo período.* Este análisis se presenta para la opción de frecuencia de pagos de 1 en 12 años y con un pago de prima anual de cerca de US\$ 23.7 millones. Sobre un período de 30 años, el programa hubiera registrado un índice de siniestralidad de 65%, o en otras palabras por cada US\$ 1.0 gastado en primas el Gobierno hubiera recibido US\$ 0.65 en pagos. La diferencia entre el monto pagado de prima y el monto de pago recibido se utiliza para cubrir los gastos de las aseguradoras y la contratación del Operador y, para ofrecer un nivel razonable de beneficio financiero al Asegurador y sus Reaseguradoras. La utilidad de la cobertura se ve en años de sequías catastróficas. Por ejemplo: En 1988-1989, que fue el peor año de pago en los últimos 30 años, el GoU hubiera recibido un pago de US\$ 96.3 millones, que es 4.06 veces más que la prima total (US\$ 23.7 millones) que hubiera tenido que pagar. En el segundo peor año 2008-2009, el GoU hubiera recibido un pago de US\$ 64.2 millones para la compra de raciones alimenticias con el fin de distribuirlos a los productores de ganado de cría afectados. Es notable que este monto de pago modelado en ese año coincide con el monto reportado por Asociación Rural del Uruguay para la compra de raciones para ganado de carne y leche (ver el análisis de pérdidas de la sequía 2008-2009 en la Tabla 2.6).

6.33. *Se hace notar que bajo este estudio de factibilidad, no ha sido posible estimar los beneficios adicionales del programa de seguros NDVI en términos de la reducción en pérdidas debido a que la provisión oportuna de raciones alimenticias a las vacas de cría a lo largo del período de cobertura (7 meses).* De haber brindado raciones, los ganaderos hubieran podido evitar la descapitalización de sus sistemas productivos debido a la venta de sus vacas. Las raciones hubieran permitido mantener la condición corporal de las vacas, se hubieran reducido las tasas de mortandad animal y de aborto; igualmente, la posibilidad de lograr una mayor tasa de destete en los años siguientes hubiera permitido que el sector ganadero se recuperase más rápidamente luego de la ocurrencia de una sequía severa en comparación a una situación en donde no existiese un programa de seguros.

Tabla 6.2. Análisis hipotético de la Relación Costo-Beneficio del Programa de Seguro de Índice a nivel Macro (opción de frecuencia de pago mensual de 1 en 12 años)

Año	Primas (US\$) [1]	Pagos de Reclamaciones (US\$)	Siniestralidad (%)
1988/89	23,684,971	96,271,018	406%
2008/09	23,684,971	64,174,365	271%
1984/85	23,684,971	47,896,104	202%
1999/00	23,684,971	47,041,440	199%
94-95	23,684,971	45,021,861	190%
Todos los 30 años	710,549,119	461,702,870	65%

Fuente: los autores, Herramienta de Tarifación.

Nota: Primas asumiendo descuentos por el efecto de diversificación de riesgo

6.34. ***El Gobierno del Uruguay necesitará decidir si cubrirá por su cuenta el 100% de la prima comercial del programa***, o si buscará una fórmula para compartir los costos de la prima con actores de la industria ganadera (ej. asociaciones locales, productores, otros). Sin embargo, podría ser muy difícil de implementar este programa de seguro si a los productores se les pidiera contribuir con el pago de las primas. En esta situación, tendría que convertirse en un esquema de aseguramiento voluntario que resultaría muy difícil que sea financiera y operativamente viable, ni atractivo para las compañías aseguradoras uruguayas y sus reaseguradoras. Asimismo, si el esquema de seguro de índice se implementa bajo un esquema voluntario e individual, y con la escala espacial del pixel y de la suma asegurada actual es técnicamente improbable que el índice NDI subyacente muestre una correlación satisfactoria con las pérdidas reales individuales de los productores. Bajo esta circunstancia, por lo tanto, los productores ganaderos tendrán el derecho de demandar a las Aseguradoras en caso de que hayan incurrido en una pérdida y la póliza de seguros NDVI no haya activado ningún pago (ver Capítulo 3 para más detalles sobre aspectos relacionados con el riesgo de base).

Perdida Máxima Probable (PML)

6.35. ***En general, los suscriptores de seguros basan sus decisiones de retención y compra de reaseguro a partir de un análisis de Perdida Máxima Probable (PML)***. La PML se define como "el evento con el nivel de pérdida máxima que es probable que ocurra en el futuro". El análisis de la PML es invaluable al momento de estructurar programas de seguros y reaseguros, y para determinar cuánto capital se debe reservar para cubrir la PML. La metodología para calcular el PML se detalló en el Capítulo 5.

6.36. ***Las estimaciones PML en este esquema son elevadas, lo que es un reflejo de la exposición sistémica a sequías en el Uruguay y a la naturaleza de una cobertura de seguro de índice que está diseñado para realizar pagos de hasta 100% de la Suma Total Asegurada***. La Tabla 6.3 muestra los valores de la PML asociados con períodos de retorno de 1 en 100 años, 1 en 50 años y 1 en 25 años, y para las frecuencias de pagos de 1 en 7 años hasta de 1 en 15 años de cualquier mes del período de cobertura. La PML de 1 en 100 años es normalmente utilizada por las aseguradoras y reaseguradoras para establecer sus requerimientos de capital para cubrir un escenario de peor pérdida. Para la frecuencia de pagos de 1 en 7 años, y un período de retorno de 1 en 100 años, la PML esperada es equivalente a cerca de 96% de la Suma Total Asegurada (US\$ 302 millones): este nivel de pérdida equivaldría a una siniestralidad del 848%. Por otro lado, con una frecuencia de pagos mensuales de 1 en 15 años y un período de retorno de 1 en 100 años, la PML sería de un 49% de la Suma Total Asegurada (US\$ 154 millones). A pesar del monto de prima estimado para esta opción es más bajo, es de notar que la siniestralidad estimada es aproximadamente 762%.

6.37. ***Los elevados valores de PML en este programa de seguros de índice NDVI, y por consiguiente los requerimientos de capital, indican que el sector asegurador local tendrá que involucrar activamente a reaseguradoras agrícolas especialistas internacionales en este programa***. En la siguiente sección se discuten temas relacionados con opciones de reaseguro y estructuración.

Tabla 6.3. Estimaciones de la PML del Pool, considerando diferentes Frecuencias de Pagos

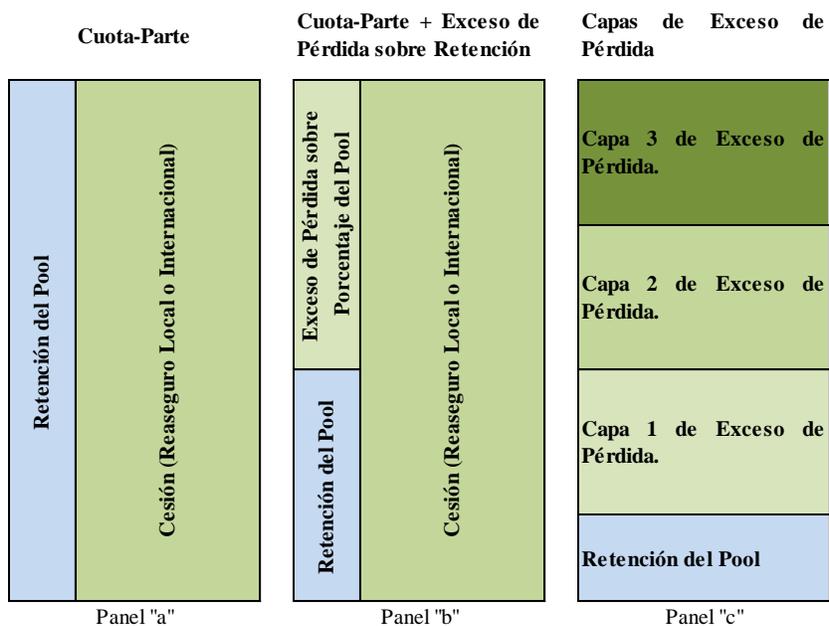
Opción de Pago	Suma Total Asegurada (US\$)	Prima Total (US\$)	PML 1 en 100 Años		Siniestralidad PML (%)
			% de TSI	US\$	
1 en 7 años	314,765,742	35,656,985	96.1%	302,366,647	848%
1 en 10 años		26,910,367	71.0%	223,518,041	831%
1 en 12 años		23,684,971	65.5%	206,210,487	871%
1 en 15 años		20,196,042	48.9%	153,812,321	762%
Opción de Pagos	Suma Total Asegurada (US\$)	Prima Total (US\$)	PML 1 en 50 Años		Siniestralidad PML (%)
			% de TSI	US\$	
1 en 7 años	314,765,742	35,656,985	70.5%	222,022,049	623%
1 en 10 años		26,910,367	53.7%	168,954,968	628%
1 en 12 años		23,684,971	49.4%	155,566,665	657%
1 en 15 años		20,196,042	38.5%	121,050,792	599%
Opción de Pagos	Suma Total Asegurada (US\$)	Prima Total (US\$)	PML 1 en 25 Años		Radio de Pérdida PML (%)
			% de TSI	US\$	
1 en 7 años	314,765,742	35,656,985	50.4%	158,491,240	444%
1 en 10 años		26,910,367	39.3%	123,651,236	459%
1 en 12 años		23,684,971	36.1%	113,782,688	480%
1 en 15 años		20,196,042	29.3%	92,252,787	457%

Fuente: los autores, basado en la Herramienta de Tarificación.

Estratificación de Riesgo y Reaseguro

6.38. *Con el objetivo de reasegurar el programa de seguro de índice NDVI, existen varias opciones a considerar para el Pool de coaseguro.* La primera opción sería de comprar un contrato de reaseguro cuota-parte o facultativo, bajo el cual los miembros del Pool decidirán sobre la base que cada una retendrá. Por ejemplo 10% del riesgo (equivalente a US\$ 31.5 millones de la Suma Total Asegurada), y un 90% del riesgo (US\$ 283.3 millones) se destinaría para la búsqueda de cesión del riesgo a reaseguradoras internacionales (Figura 6.1, Panel a). El Asegurador (Pool) puede también decidir la compra un contrato facultativo de Exceso de Pérdida (XOL) sobre su retención. Por ejemplo: para pérdidas en exceso de hasta un 100% del Ingreso de Prima Neta Cobrada (GNPI). Ver Figura 6.2, Panel b. La tercera opción podría ser que el Pool comprase un contrato de Exceso de Pérdida estratificado nuevamente para aquellas pérdidas que excedan, por ejemplo, 100% del GNPI (Figura 6.2, Panel c). En esta etapa, no es posible predecir si las reaseguradoras internacionales estarán de acuerdo en proveer capacidad ilimitada al Pool en cualquier programa XOL, o si ellas solamente proveerán cobertura de hasta un límite acordado más allá del cual la responsabilidad revertiría al Pool.

Figura 6.2. Ejemplos de Contratos de Cuota-Parte y de Exceso de Pérdida No-proporcional Disponibles para el Pool de Aseguradoras.



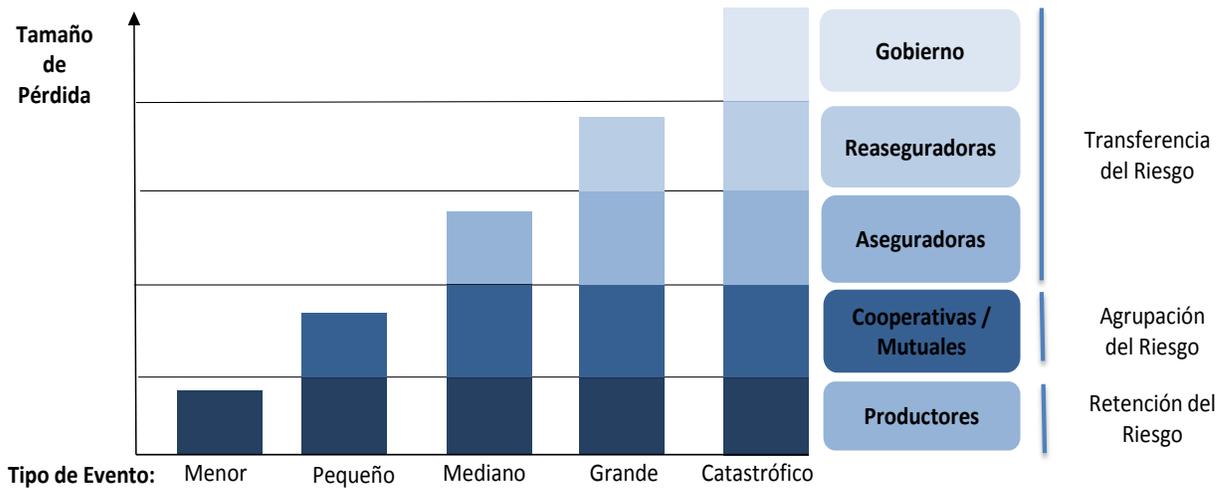
Fuente: los autores.

6.39. *En muchos países en donde existen programas de seguros agrícolas basados en acuerdos público-privados, los Gobiernos actúan como un reasegurador para niveles catastróficos* (ver Figura 6.3). Grandes programas en que los gobiernos participan en la financiación de reaseguro agrícola incluyen: los EEUU, Canadá, España, Portugal, India, China y América Latina, Brasil y México. En el Uruguay existe un mercado de seguros agrícolas muy competitivo, el cual es apoyado por compañías reaseguradoras. En esta etapa se estima que el 100% del reaseguro para este programa de seguro de índice NDVI será cedido a las reaseguradoras internacionales y que el GoU no participará como reasegurador de catástrofe de último recurso.

6.40. *Resultará necesario involucrar a las reaseguradoras en una etapa inicial en las negociaciones sobre el diseño y tarificación de la cobertura final y de las sumas aseguradas para este programa de seguros.* Las reaseguradoras³⁶ internacionales especialistas en el ramo agrícola están familiarizadas con el seguro, y el apoyo que éstas puedan brindar será crítico en la implementación de este nuevo programa en el Uruguay. Este informe ha presentado una Herramienta de Tarificación que permite calcular las tasas de pérdida pura y tasas técnicas. Igualmente, las tasas comerciales indicativas se incluyen en este informe. Es importante recalcar; sin embargo, que las estimaciones de las tasas finales del programa deberán ser calculadas por las aseguradoras locales y por las reaseguradoras internacionales.

³⁶ En el Uruguay, un asegurador es libre de colocar su negocio con cualquier reasegurador siempre y cuando éste tenga una calificación crediticia de "A-" o mejor (AXCO 2012). Las reaseguradoras principales que trabajan en el país incluyen Swiss Re, Munich Re, MAPFRE RE, Transatlantic Re, Hannover Re, SCOR y Lloyd's.

Figura 6.3. Ejemplo de Estratificación de Riesgo Agrícola



Fuente: Mahul y Stutley, 2010.

7. Conclusiones, Recomendaciones y Pasos a Seguir para el Programa de Seguros NDVI en el Uruguay

Pasos a Seguir

7.1. *El Gobierno de Uruguay deberá decidir en una etapa inicial si desean comprar un contrato de seguro de índice NDVI a nivel macro.* Este informe ha indicado claramente que debido a las limitaciones de la resolución espacial satelital usadas por el equipo Banco Mundial-OPYPA para el diseño de este programa de seguros, la cobertura NDVI no es adecuada para ser ofertada a productores individuales (nivel micro); tampoco las compañías aseguradoras están actualmente interesadas en suscribir un esquema de seguro voluntario a nivel micro. Por lo tanto, el programa NDVI propuesto está diseñado como un producto de contingencia financiera ex-ante para que el gobierno lo utilice con el fin de proveer pagos oportunos a pequeños y medianos productores ganaderos del país en años de sequía extrema u otros eventos mayores que afecten la producción de pasturas naturales.

7.2. *El programa de seguros de índice NDVI a nivel macro deberá verse como parte de la estrategia de la administración de riesgo de desastres naturales del Gobierno, y como tal, su eventual implementación tendrá que ser cuidadosamente coordinada con el Fondo Agrícola de Emergencias (FAE) administrado por el MGAP.* Si el Gobierno decide introducir el seguro de índice NDVI para proteger a productores ganaderos en el Uruguay, será necesario decidir en el futuro rol del Fondo Agrícola de Emergencias, puesto que no sería lógico continuar operando dos programas de compensación de desastres con objetivos sobre-puestos. Sin embargo, si el Gobierno decide adquirir una cobertura catastrófica únicamente, podría ser posible y deseable estructurar los dos programas juntos, en donde la póliza NDVI aseguraría pérdidas catastróficas ocasionadas por sequías y el FAE continuaría compensando pérdidas frecuentes y pequeñas o cualquier otro tipo de riesgo que tenga impacto en la producción ganadera en el Uruguay (por ejemplo, una enfermedad que resulte en la muerte de ganado).

7.3. *La implementación de un programa NDVI piloto en departamentos seleccionados del Uruguay puede resultar atractivo para las partes interesadas. Lo anterior, permitiría probar y validar el producto antes de pasar a la implementación a una escala mayor o total.* Sobre la base del cálculo de la suma asegurada y de tarificación presentadas en el Capítulo 5, un programa a escala total para todas las 3.9 millones de vacas de cría asegurables en los 18 Departamentos elegibles del Uruguay totalizarían una Suma Total Asegurada de US\$ 315 millones, una PML equivalente de US\$ 206 millones con un período de retorno de 1 en 100 años y con una frecuencia de pagos de 1 en 12 años. Para este monto asegurable, los requerimientos de capacidad de seguro y de reaseguro son significativos. Además, la implementación de este programa de seguros implicaría que el Asegurado (el GoU) asuma el pago de las primas cuyo monto rondan los US\$ 23.7 millones para la opción de frecuencia de pagos de 1 en 12 años y asumiendo beneficios por la diversificación de riesgo (Tabla 7.1).

7.4. *Si el GoU aprueba la implementación de un programa de seguros NDVI a nivel macro, OPYPA-MGAP ha indicado su plan de iniciar con un programa Piloto en algunas Secciones Policiales seleccionadas de siete Departamentos localizados en dos regiones: cuatro departamentos en la región de Basalto en el norte del Uruguay y tres más en el sudeste del Uruguay.* Este programa piloto estaría vinculado con el Fondo para la Adaptación al Cambio

Climático bajo el Protocolo de Kyoto³⁷ y estaría siendo implementado en 30 Secciones Policiales seleccionadas localizadas en los Departamentos de Artigas, Salto, Paysandú y Tacuarembó en la región de Basalto, y en los Departamentos de Lavalleja, Rocha y Maldonado en el sudeste del Uruguay. OPYPA recomienda que el proyecto piloto se ofrezca a pequeños y medianos productores de ganado de cría que propiedades inferiores a las 750 hectáreas de tierra. Bajo este criterio, se aseguraría un total de 326,427 animales de ganado de cría (8.4% del stock nacional) con una TSI de US\$ 26.6 millones y primas comerciales indicativas de US\$ 2.2 millones (opción con una frecuencia de pagos mensuales de 1 en 10 años). El Departamento de Lavalleja tendría la suma asegurada más elevada con US\$ 7.3 millones y con un 23% de las primas, seguido por el Departamento de Rocha con una suma asegurada de US\$ 5.7 millones y con un 21% de las primas (Tabla 7.1 y Figura 7.1).

7.5. *El equipo del Banco Mundial respalda por completo este enfoque prudente de comenzar con un programa piloto* ya que esto (i) reducirá a niveles sostenibles los requerimientos de capacidad de seguro y reaseguro; (ii) reducirá los costos al GoU de las primas a un nivel más financiable; (iii) permitirá a todas las partes poner a prueba los parámetros de diseño de la cobertura del producto NDVI, incluyendo los sistemas operativos y procedimientos, y reforzarlos si se requiere con el tiempo; y (iv) permitirá a todas las partes ganar experiencia con el producto NDVI, evaluar la relación costo-beneficio y tomarlo como referencia para decidir si éste programa deberá expandirse con el tiempo. El único inconveniente de comenzar con un programa piloto es que habrá menos beneficio de dispersión del riesgo y la PML como porcentaje del TSI será más elevada.

Tabla 7.1. Programa piloto NDVI para Propiedades de Ganado de Cría < 750 Ha, localizadas en Secciones Policiales ubicados en los 7 Departamentos Seleccionados (N° de Vacas de Cría Aseguradas, Suma Asegurada y Primas)

Departamen to	N° Secciones Policiales	N° Vacas de Cría Aseguradas	Suma Asegurada (US\$)	Primas de Riesgo Puro		Primas Técnicas	
				Tasa %	US\$	Tasa %	US\$
Artigas	7	56,429	4,591,910	6.53%	299,700	7.86%	360,716
Lavalleja	6	90,001	7,323,831	4.52%	331,138	5.85%	428,557
Maldonado	2	30,177	2,455,653	5.08%	124,727	6.38%	156,715
Paysandú	1	5,274	429,172	6.82%	29,249	8.65%	37,116
Rocha	5	70,415	5,730,021	5.24%	300,431	6.52%	373,749
Salto	7	51,042	4,153,543	6.28%	260,660	7.71%	320,392
Tacuarembó	2	23,089	1,878,867	6.21%	116,657	7.85%	147,498
TOTAL	30	326,427	26,562,997	5.47%	1,453,160	6.67%	1,771,041
Primas Comerciales Indicativas (Primas Técnicas con recargo de 25% para cubrir gastos A&O, beneficio de reaseguro, etc)						8.33%	2,213,802

Fuente: Análisis realizado por los autores a partir de datos de la Herramienta de Tarifación.

7.6. *Al inicio de la implementación de este programa, las aseguradoras deberán decidir si desean suscribir este programa y si la opción de formar un Pool de coaseguro ha sido identificada como la estrategia a seguir.* Bajo la opción nivel macro propuesta existen dos opciones institucionales de seguros: (i) que el GoU (junto con SFS) abra una licitación donde las

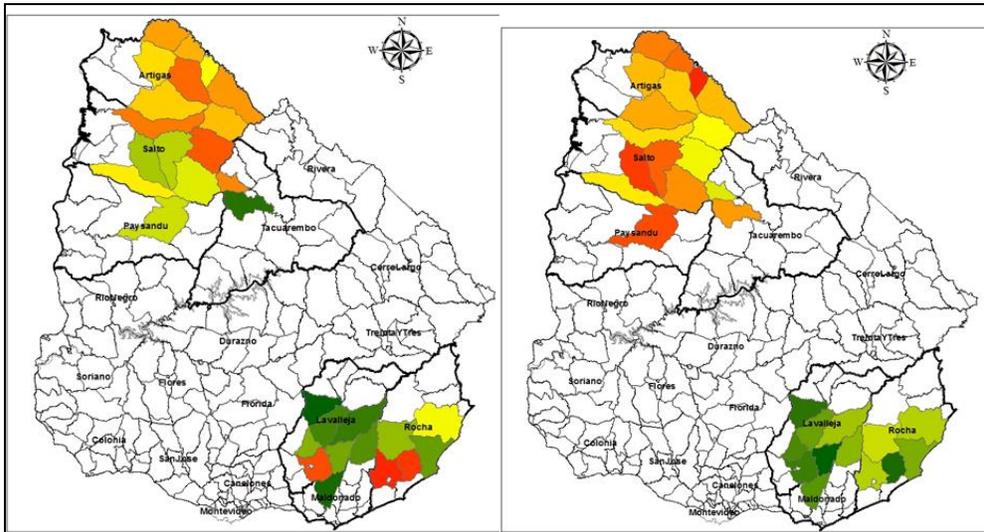
³⁷ Fondo de Adaptación del Protocolo de Kyoto (Proyecto del GoU)

compañías interesadas en participar enviarán sus propuestas para suscribir y administrar el programa NDVI y la compañía ganadora asumirá responsabilidad única por suscribir el programa de seguros NDVI; o (ii) que las compañías de seguros agrícolas interesadas elijan establecer alguna forma de coaseguro o Pool y compartan los costos de implementación de este programa. En ambos casos, el programa necesitará ser respaldado por el reaseguro internacional.

Figura 7.1. Departamentos y Secciones Policiales bajo un Programa Piloto NDVI

(a) Suma Asegurada (US\$)

(b) Primas de Riesgo Puro



Fuente: Autores

7.7. *Desde un punto de vista técnico, se recomienda que el Pool de Aseguradoras contrate a una firma especializada en sensores remotos para actualizar la base de datos NDVI para los períodos del 2011-2012 y 2012-2013.* La Base de Datos NDVI fue elaborada en 2011-2012 y ésta contiene datos mensuales de 30 años (1981-1982 hasta 2010-2011). Si el proyecto piloto NDVI es aprobado, se recomienda que las Aseguradoras o el Pool contraten los servicios de una firma especializada para la incluir como parte de la serie los datos de los años 2011-2012 y 2012-2013. Posterior a esta actividad, deberá contemplarse la actualización de la Herramienta de Tarificación con los dos años de datos NDVI y recalculando las tasas puras, las tasas técnicas y las primas comerciales.

7.8. *Para implementar el seguro NDVI, las aseguradoras tendrán que obtener la aprobación formal de parte de la SFS.* Durante la ejecución de este estudio de factibilidad, el equipo del Banco Mundial ha informado de manera regular a la SFS sobre las características del diseño técnico y sobre el diseño de una Herramienta de Tarificación para el propuesto de seguros NDVI. Ahora que el estudio de factibilidad, el Manual de Usuario y la Herramienta de Tarificación han sido finalizados, las aseguradoras están ahora en posición de preparar sus Notas Técnicas y solicitar la aprobación del producto ante SFS.

7.9. *Será necesario el involucramiento de los reaseguradores internacionales en una etapa inicial de las negociaciones sobre el diseño final de la cobertura, la tarificación y estimación de las sumas aseguradas en este programa.* Los requerimientos de capacidad para este programa son muy grandes; por lo tanto, las aseguradoras tendrán que buscar el apoyo de reaseguradoras internacionales especializadas en seguros de índice. A fin de poder concretar su disposición por

brindar su capacidad, las reaseguradoras tendrán que tener acceso a la base de datos NDVI, al diseño de cobertura y a la Herramienta de Tarificación. Lo anterior tiene como objetivo que estas instituciones realicen sus propios análisis, y definan sus propios Triggers y Exit Triggers, el escalonamiento de los pagos, y validar las tasas técnicas y las tasas comerciales.

7.10. ***La participación de un Operador va a ser necesaria en la fase de planeación e implementación.*** Es esencial que el Operador actúe de manera independiente en el monitoreo de los valores NDVI para cada pixel y Unidad Asegurada durante el Periodo de Cobertura, y en la provisión mensual de los datos a las partes interesadas (incluyendo al Asegurado, las aseguradoras y sus reaseguradoras). En el 2012, el Banco Mundial solicitó a LART-FAUBA brindar especificaciones técnicas y un presupuesto financiero que deberá contemplar el Operador para la operación de este programa de seguros en el Uruguay y en Argentina. Los detalles de la propuesta han sido compartidos con OPYPA-MGAP y en una siguiente etapa necesitarán ser compartidos con las aseguradoras y sus reaseguradoras. Sin embargo, no existe un compromiso para que las aseguradoras locales utilicen los servicios de LART-FAUBA. Si las aseguradoras lo prefieren, pueden contratar otra institución especializada de su preferencia.

7.11. ***El aspecto operacional más crítico del programa consiste en asegurar que, en el caso que se generen pagos, los productores ganaderos en las Unidades Aseguradas (Secciones Policiales) afectadas reciban a tiempo sus pagos compensatorios.*** Este informe ha mostrado que el SNIG-DICOSE puede brindar información precisa sobre cada uno de los productores ganaderos y sus animales por Sección Policial y por Departamento. Esta información sería utilizada para (i) registrar a éstos productores como beneficiarios del programa de seguros a nivel macro, y para (ii) establecer las sumas aseguradas por beneficiario, por Sección Policial, por Departamento y en total. De las opciones para realizar pagos en efectivo o en especie (raciones alimenticias), la opción más práctica es que el GoU, a través de MGAP, realice compras de raciones alimenticias al por mayor y que luego las distribuya a través de los procedimientos e infraestructura existente del MGAP dentro del programa FAE.

7.12. ***El Gobierno, junto con las aseguradoras necesitarán decidir el nivel de conocimiento y promoción que este programa de seguros desea proveer en una fase inicial de implementación.*** Bajo este programa, uno de los tópicos de entrenamiento más importantes que necesitará ser atendido incluye explicar a los productores ubicados en las Secciones Policiales y Departamentos asegurados el principio del funcionamiento de los pagos compensatorios. Lo anterior tiene como objetivo que ellos comprendan que el tipo de cobertura brindado no es a nivel de lo que ocurre en sus propiedades a nivel individual; sino que cubre la medición del índice NDVI al nivel de nivel Sección Policial. También, el entrenamiento deberá enfatizar que la cobertura se ofrece de acuerdo a los requerimientos nutricionales estimados solamente para vacas de cría, y que el monto de compensación por cabeza de ganado es un monto fijo por mes. Además, se deberá explicar que este producto no cubre la totalidad de los costos que incurriría el productor en suplir los requerimientos nutricionales de los animales asegurados durante los períodos de sequías severas que es cuando los recursos de pasturas son bajos.

7.13. ***Se recomienda que las partes interesadas en programa de seguros conformen un Grupo de Trabajo que se reúna regularmente para revisar las tareas claves de planeación e implementación a fin de que se pueda lanzar el plan Piloto.*** La composición del Grupo de Trabajo debería incluir la participación de OPYPA-MGAP, el Ministerio de Economía, INIA, la Superintendencia de Servicios Financieros y representantes de las asociaciones ganaderas.

Bibliografía

- AFSC 2010. Satellite Pasture Insurance in Alberta. Paper presented at 2nd Remote Sensing Index Based Crop Insurance Working Group, August 10-11, 2010, San Francisco, CA
- AFSC 2012. Satellite Yield Insurance. [On line] Available from: www.afsc.ca/doc.aspx?id=5335
- Agroasemex 2006. La experiencia Mexicana en el Desarrollo y Operacion de Seguros Paramétricos Orientados a la Ganadería. Agroasemex S.A. Santiago de Queretaro, ISBN 968-9098-00-4, Agosto 2006.
- Agroasemex 2010a. Seguro paramétrico en ganadería. Junio 2010.
- Agroseguro 2010b. Condiciones del Seguro para la Cobertura de Daños por Sequia en Pastos. LINEAS 133/2010 pag. 1-28.
- Agroseguro 2012. Seguro para la cobertura de daños por falta de pastos, Temporada 2010/2012. [www. Agroseguro.es](http://www.agroseguro.es).
- Agroseguro 2012. Informe Annual 2011. <http://www.agroseguro.es/memoria2011/Informes.html>
- Asociación Rural de Uruguay (2009). Cuantificación de pérdidas ocasionadas por la sequía 2008/09. Abril de 2009
- AXCO (2012). Uruguay – Non-Life (P&C)
- Bavera, G. 2002. Epocas de Servicio y Paricion. Curso de Produccion Bovia de Carne, FAV UNRC. www.produccion-animal.com.ar
- Bavera, G.A., O.A. Bocco, H.A. Beguet y C. Penafort (2006). Raciones de Suplementos y Pasturas y Presupuestion Forrajera. Cursos de Produccion Bovina de Carne, FAV UNRC. www.produccion-animal.com.ar
- Bavera, G.A. (2006). Equivalencias Ganadera. Recopilacion para el Curso de Produccion Bovina de Carne, FAV UNRC. www.produccion-animal.com.ar
- Carillo, J. (2001). Carga animal y equivalente vaca (E.V.). Octubre 2001.
- Cryer, J. D. and Chan, K. (2008). Time Series Analysis. With Applications in R. Second Edition. Springer, New York, USA.
- Glave, A. (2006). Influencia Climática en el Sudoeste Bonaerense y Sudeste de la Pampa. Acaecer, 31(360): 18-23. www.produccion-animal.com.ar
- GlobalAgRisk (2011). State of Knowledge Report Legal Considerations for the Design of Weather Index Insurance. Innovation in Catastrophic Weather Insurance to Improve the Livelihoods of Rural Households. GlobalAgRisk, Inc., Lexington, Kentucky, USA, October 2011
- Grime, S.W.S. (undated). Normalized Difference Vegetation Index (NDVI). <http://www.met.rdg.ac.uk/~swsgrime/artmeis/ch3/ndvi/ndvi.html>
- Guerschman, J.P., J.M. Paruelo and I.C. Burke (2003). Land Use Impacts on the Normalized Difference Vegetation Index in Temperate Argentina. Ecological Applications, Volume 13(3), 2003, pp 616-628.
- Holben, B.N., 1986. Characteristics of maximum-value composite images from temporal AVHRR data, International Journal of Remote Sensing, 7:1417–1434.

Lardy, G., and C. Stoltenow. 1999. Livestock and Water. NDSU AS-954. [On Line]. Available from: www.ag.ndsu.edu/pubs/ansci/livestoc/as954w.htm

LART-FAUBA (2012). Evaluación y análisis de satélites alternativos para mantener la base de datos de índices de vegetación utilizada en seguros ganaderos de Uruguay, Septiembre de 2012

Mahul, O., and C.J. Stutley 2010. Government Support for Agricultural Insurance. Challenges and Opportunities for Developing Countries. Volume 1, Main Report and Volume 2, Annex E, International Experiences with Agricultural Insurance: Findings from a World Bank Survey of 65 countries. The World Bank, Washington DC.

Marengo, J.; Baez, J. and Ronchail, J. 2008. Regional Climates [In "State of the Climate in 2008"]. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **90**, p.123-170 [On Line]. Available from: <http://www.ncdc.noaa.gov/bams-state-of-the-climate/2008.php>.

Paolino, C., Methol, M. and Quintans, D. (2010) *Estimación del impacto de una eventual sequia en la ganadería nacional y bases para el diseño de políticas de seguros*, OPYPA-MGAP [Online] Available at: <http://www.mgap.gub.uy/opypa/ANUARIOS/Anuario2010/material/pdf/23.pdf>

RMA 2011. Vegetation Index. Insurance Standards Handbook, 2011 and Succeeding Crop Years. Product Administration and Standards Division, Risk Management Agency, Federal Crop Insurance Corporation FCIC-18140 (06-2010)

Texeira, M., G.C. Accinelli, and M. Oyarzabal. 2011a. Generación de una base de datos para la implementación de seguros ganaderos. Sudoeste de Buenos Aires, Rio Negro, Chubut. LART, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

Texeira, M., M. Oyarzabal and D. Arocena. 2011b. Patrones especiales y temporales en el funcionamiento de la vegetación del sudoeste de Buenos Aires y el norte de la Patagonia: generación de una base de datos de aplicación en la implementación de seguros agropecuarios. LART, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires

Anexo 1. Sistemas de Producción Ganadera en el Uruguay

Este anexo tiene por objeto proporcionar una descripción general del sector ganadero en el Uruguay. El anexo inicia con la descripción de las principales actividades agropecuarias (cultivos y pecuaria) en Uruguay. Luego, se brinda una breve descripción de los sistemas predominantes de producción de ganado. El anexo también contiene una descripción de los principales sistemas de producción ganadera en el país y principales abastecedores de forrajes. Por último, pero no menos importante, el anexo presenta un análisis económico de los sistemas de producción ganadera en cada región del país.

Descripción del Sector Agropecuario en el Uruguay

Uruguay se caracteriza por contar con una amplia gama de actividades productivas agropecuarias de clima templado. En términos de superficie, el ganado de carne, leche y lana, ocupa más del 80% de la superficie país, seguido por la agricultura extensiva (cultivos de secano y arroz de riego) que en la actualidad cuenta con más de un millón de hectáreas; luego se encuentran las áreas forestales con 950,000 hectáreas y, finalmente, la producción de cultivos intensivos (frutales de hoja caduca, cítricos, viñedos y la horticultura protegida en el campo) con más de 40,000 hectáreas. La Tabla A1.1 resume las principales cifras de la distribución de las actividades agropecuarias en el país.

Tabla A1.1. Caracterización general de la producción agropecuaria

Tipo de producto	Nº de	Superficie (miles de ha.)
Ganado(vacuno y ovino)	41,136	12,256
Lácteos	4,507	800
Agricultura Extensiva	7,567	3,293
Trigo		553
Cebada malteada		141
Maíz		96
Girasol		35
Sorgo		35
Arroz	523	162
Soya		863
Arboles de fruta perenne		7,6
Viñedos		8,1
Cítricos		16,2
Horticultura de campo	2,34	9,5
Horticultura protegida (1)	690	0,6
Silvicultura		951

Fuente: Anuario Estadístico Agrícola 2010. DIEA - MGAP

Caracterización de las principales regiones productivas en el Uruguay

Las regiones de producción agrícola en Uruguay se agrupan en zonas agroecológicas de acuerdo a los recursos naturales disponibles y la tecnología aplicada, entre otros. Basándose en estos criterios y siguiendo la clasificación establecida por Ferreira (2001) el país puede ser dividido en siete regiones agro-ecológicas, como se describe a continuación, y se muestra en el mapa A.1.1.

Zona 1-Basalto

La zona de Basalto es el área de producción ganadera más importante de Uruguay. La zona cuenta con 5,100 establecimientos que ocupan 3.3 millones de hectáreas. El área se caracteriza por extensos sistemas de producción ganadera, con bajos niveles de productividad inversión y niveles de inversión, donde el ganado y las ovejas andan juntos durante todo el año. El pastizal natural representa el 93% de la superficie total y los pastos anuales ocupan un 4.1%. El sistema de producción extensivo en esta zona es altamente dependiente de las condiciones climáticas. Los niveles de tecnología en la región son, en general, muy bajos y la mayoría de los ganaderos de la zona suelen ser muy adversos al riesgo.

Zona 2-Sierra del Este

La zona oriental de la sierra tiene un área de 1,555 millones de hectáreas con 5,000 establecimientos. Los pastizales naturales representan el 87% de la zona y el cultivo y los pastizales mejorados representan el 8.3%. La zona se caracteriza por la presencia de suelos de profundidad media a alta con alta presencia de rocas. La capacidad de retención de agua de los suelos de la región de la sierra es baja.

Zona 3- Llanura del Este.

Las llanuras del Este se extienden aproximadamente en 850,000 hectáreas de las cuales alrededor del 30% de la superficie (130,000 hectáreas) es el único cultivo importante. Sistemas productivos de cría de ganado son comunes en las zonas de la producción de arroz, donde debido principalmente a problemas de drenaje y de riego, este no es factible de ser realizado. En los últimos años las tierras de pastoreo en esta zona se han mejorado mediante el uso de la siembra aérea de pasturas. Esta práctica permite el desarrollo de sistemas productivos de ganado más intensivos, como el engorde de ganado con ganancias diarias de 400 a 600 gramos por animal por día.

Zona 4- Cristalino (4A) y Sierras del Este (4B).

La zona 4 se divide en dos sub-zonas: (i) Cristalino, y (ii) Sierras del Este. Hay 6,900 establecimientos que ocupan una superficie de 2.47 millones de hectáreas en los suelos graníticos del centro de Cristalino. Los suelos medios en Cristalino son aptos para la agricultura. Las tierras de pastoreo representan el 69% del área y las pasturas implantadas el 22% de la zona. La sub-zona Sierras del Este cuenta con 4,700 establecimientos distribuidas en 1.3 millones de hectáreas. El paisaje se caracteriza por cerros con pendientes entre el 2 y el 12%, donde las áreas rocosas (en parches) son raras. Los pastizales naturales cuentan con el 80% del área; mientras que los pastizales mejorados e implantados representan el 14%.

Zona 5 - Suelos Arenosos (5A) y Nordeste (5B)

La zona 5 se divide en dos sub-zonas: (i) Los suelos de arena, y (ii) Nordeste. En los suelos arenosos se encuentran cerca de 3,210 establecimientos las que ocupan una superficie de 1.3 millones de hectáreas. El paisaje en esta área se caracteriza por colinas, con suelos profundos de baja fertilidad. Las fuentes de forraje para el ganado son los pastos (que representan el 79% de la zona) y las pasturas implantadas (8% de la superficie total). La producción de pastos si bien en términos de materia seca es alta, sobre todo durante la primavera y el verano, es de baja calidad. El rendimiento de la productividad del rodeo en esta sub-zona es muy pobre. La sub-zona Nordeste

cuenta con 3,500 establecimientos distribuidas en 1.5 millones de hectáreas. La zona se caracteriza por contar con suelos heterogéneos y un paisaje montañoso. La principal fuente de forraje para la producción ganadera se basa principalmente en los pastizales naturales (87% de la superficie de la zona) y las pasturas implantadas (10% del área).

Zona 6 - Los suelos profundos, cultivos, ganadería intensiva y producción de leche.

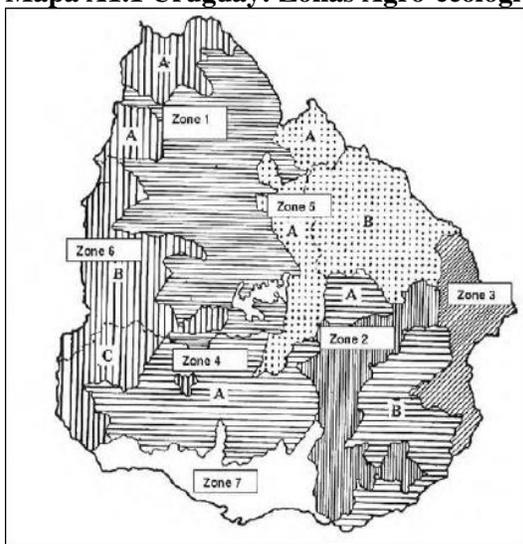
Esta zona ha sido dividida en tres sub-zonas: (i) Sub-zona 6A está en el norte del país y cuenta con 1,460 establecimientos que ocupan 846,000 hectáreas dedicadas a la ganadería extensiva. Los pastizales naturales el 90% de la zona y las pasturas implantadas, mejoradas y anuales el 6% de la superficie total. La producción ganadera en la zona está muy vinculada con la producción de arroz. Las tecnologías actuales mejoran la eficacia de la rotación de arroz con pasturas. La tierra que no es adecuada para la rotación se utiliza para la ganadería extensiva. Las sub-zonas 6 B y 6C cuentan con los sistemas de la producción ganadera y sistemas de agricultura más intensivos del país y utilizan una alta proporción de las pasturas implantadas para ensilaje y producción de heno. La sub-zona B cuenta con 2,861 establecimientos y cubre 1.3 millones de hectáreas y 2,861 establecimientos. Los pastos cultivados representan el 24% de la zona. Los cultivos y los pastizales ocupan el 8% y 58%, respectivamente. Las pasturas implantadas ocupan el 38% de la superficie total, cultivos de cobertura ocupan el 21% de la zona, y sólo el 40% corresponde a los pastos naturales. En esta zona, la población del ganado de carne y leche está conformado por 558,000 animales, la población de ovejas por 221,000 y la de equinos por 14,500.

Zona 7 - Suelos Profundos.

Los sistemas principales de producción en la Zona 7 son dedicadas a la producción de leche intensiva y a la producción de frutas y vegetales. Hay 10,500 establecimientos distribuidas en 886,000 hectáreas. Los pastizales naturales representan el 48% de la superficie total, mientras que las pasturas implantadas, mejoradas y pasturas anuales abarcan el 40% de la superficie total. En 2001, la zona contaba con 792,000 cabezas de ganado de carne y de leche, las ovejas por 161,000 cabezas, y los equinos por 21,600 cabezas.

El mapa A.1.1. muestra la distribución de las siete zonas agroecológicas en Uruguay y luego el mapa A.1.2 muestra la distribución de la tierra en Uruguay de acuerdo a su aptitud para el pastoreo de ganado (clasificado de muy bueno a malo), de acuerdo con la información obtenida por el Censo General Agropecuario, 2000. La distribución de la producción de ganado está relacionada con la capacidad de pastoreo de la tierra, que se puede observar en el mapa A.1.2.

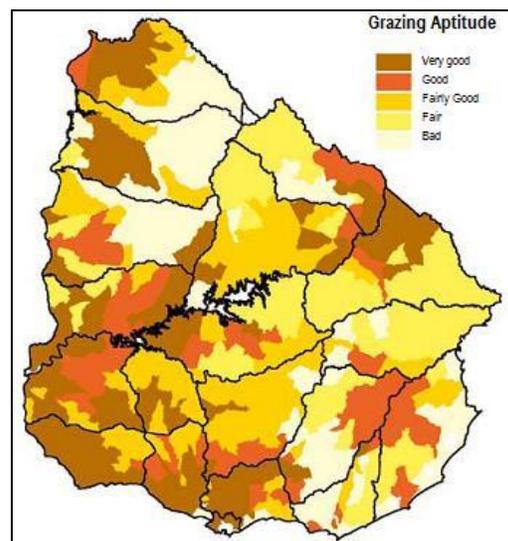
Mapa A1.1 Uruguay: Zonas Agro-ecológicas



(Ferreira, 2001)

Fuente:

Mapa A1.2 Capacidad de Pastoreo



Fuente: Censo Agrícola General, 2000

Caracterización de los sistemas de producción de ganado vacuno en Uruguay

La población de ganado vacuno en Uruguay es relativamente estable, se ha mantenido casi constante en 11.1 millones de cabezas durante el período entre 2002 hasta 2010. Las cifras indican una estabilidad relativa en el número de cabezas, cuyo promedio para el período es de 11 millones de cabezas, con un coeficiente de variación de sólo 2.6%. Lo mismo se aplica a la dotación expresada en unidades ganaderas, con un promedio de 9,000 millones de UG³⁸, con un coeficiente de variación de 1.6%. La tabla A.1.2 presenta la información de población para las distintas categorías de ganado y su evolución desde el período del 2002 hasta el 2010, inclusive), de acuerdo a la información proporcionada por la Dirección Contralor Semovientes (DICOSE), basado en declaraciones juradas.

³⁸ Unidades ganaderas: Se define la unidad ganadera (UG) como una vaca que pesa 380 kg y gesta y desteta un ternero. Se considera que tanto las vacas como los novillos de más de 380 kg de peso vivo, equivalen a 1 UG. Se asume un consumo aproximado de 3800 a 2,770 kg de materia seca /año (Berretta (200, Martínez, 2006).

Tabla A1.2. Evolución de la población de ganado y de las unidades ganaderas, por año agrícola (1), y por categoría (miles de cabezas).

AÑO	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Stock Total	11,268	11,708	11,958	11,950	11,709	11,625	11,913	11,750	11,092
Toros	166	173	177	179	172	171	170	163	154
Vacas de cría	4,159	4,149	4,130	4,143	4,044	4,132	4,231	3,903	3,874
Vacas de engorde	457	524	473	432	441	389	373	483	361
Novillos de más de 3 años	664	640	598	577	531	498	478	516	509
Novillos de 2 a 3 años	856	833	911	968	892	845	865	854	897
Novillos de 1 a 2 años	979	1,135	1,213	1,197	1,172	1,171	1,176	1,216	1,178
Vaquillas de más de 2 años	427	438	559	615	584	527	535	591	576
Vaquillas de 1 a 2 años	1,015	1,187	1,283	1,254	1,215	1,218	1,246	1,273	1,232
Novillos / Terneros	2,545	2,629	2,615	2,584	2,658	2,674	2,838	2,750	2,306
Unidades Animales	8,964	9,132	9,381	9,377	9,147	9,081	9,267	9,108	N/A

Fuente: MGAP-DICOSE (1) La producción ganadera en el Uruguay se lleva a cabo en tres sistemas de producción diferentes: (i) el sistema de cría de ganado (cría) (relación novillos de 2 años de edad o más³⁹ a vacas mayor / menor a 0.4); (ii) sistema de ciclo completo (relación novillos de 2 años o más⁴⁰ a vacas entre 0.4 y 1.2), y (iii) los sistemas de engorde (relación de novillos de 2 años de edad o más⁴¹ a vacas que 1.2). De acuerdo con estos sistemas de producción, tres regiones se pueden distinguir en Uruguay. **La primera región** es la región de cría. La región de cría ocupa 6.44 millones de hectáreas y cuenta con 1.44 millones vacas, lo que representa 47% del total de vacas de cría no-lecheras en el país. El factor de carga de vacas es de 0.24 cabezas por hectárea. Los novillos de más de dos años ascienden a 370,000 cabezas, representando un 26% del número total de novillos en el país. **La segunda región** en cuanto a la producción ganadera en Uruguay es la región de "ciclo completo". La región de "ciclo completo" ocupa 8.58 millones de hectáreas y cuenta con 1,55 millones de vacas (50% del total), es decir, 0.2 cabezas/hectárea. Esto demuestra que la reproducción, en términos de cabezas, esta regionalmente relacionada con la recria. La población de novillos en la región asciende a 900,000 cabezas (64% del total). **La tercera región** es la región de engorde. La región de "engorde" ocupa 0.78 millones de hectáreas y cuenta con 130,000 novillos de más de 2 años (9% del total), por lo que al nivel espacial, no hay una gran especialización en el engorde. Por lo tanto, la región de engorde por lo general aparece estar rodeada por los valores más altos de la relación novillos-vacas de cría que corresponde al grupo de ciclo completo, que también tiende a ser deficiente en terneros.

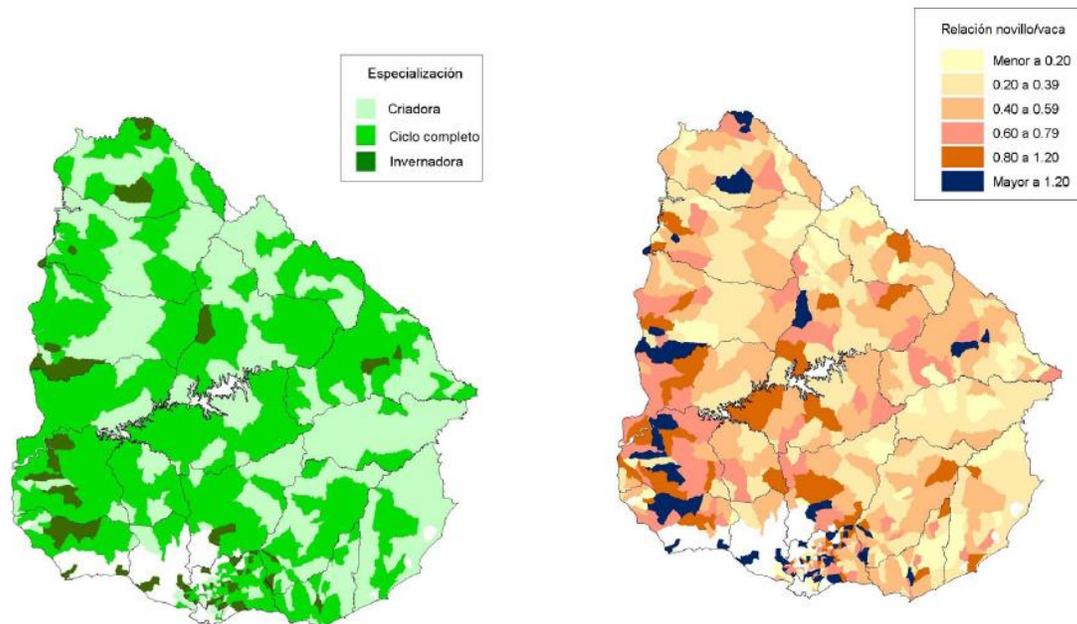
³⁹ Extraído por Pereyra et al. 2004,

⁴⁰ Ibid²

⁴¹ Ibid³

Los Mapas A1.3 y A1.4 muestran la distribución de los sistemas de producción ganadera en el Uruguay y la distribución del coeficiente novillo/vaca en el Uruguay.

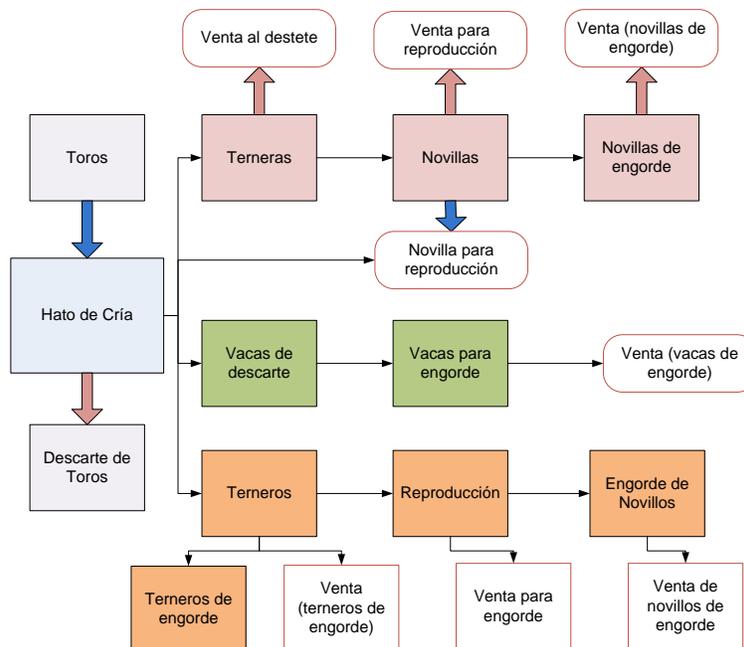
Mapa A1.3. Sistemas de Producción de Ganado Vacuno **Mapa A1.4. Relación Novillos (>2 años)/ vacas**



Fuente: Pereira et al. 2004, basado en el Censo General Agrícola MGAP-DIEA, 2000

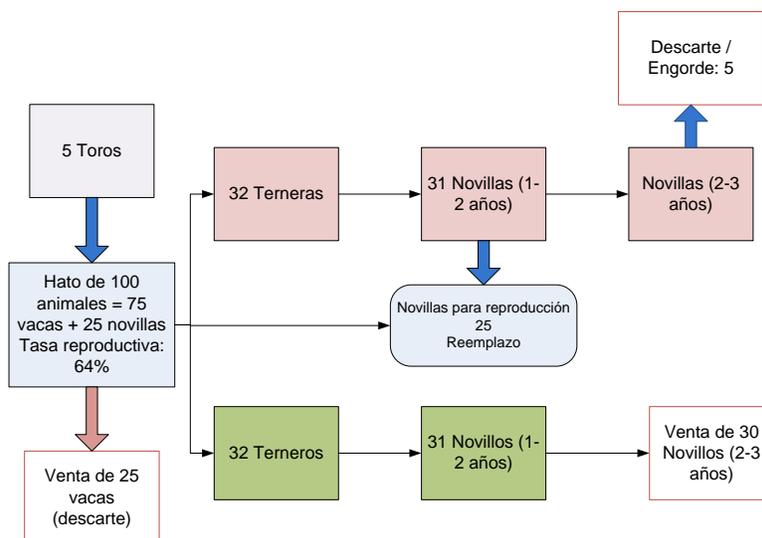
Los diagramas A.1.1 y A.1.2 resumen las características principales de los sistemas de producción de crianza y de ciclo completo en términos de estructura y administración del stock.

Diagrama A1.1 Administración y Estructura del stock de ganado vacuno



Fuente: Rivera et. al. 2005.

Diagrama A1.2. Estructura y Manejo de Ciclo Completo de un Rebaño



Fuente: Rivera et. al. 2005.

El stock ganadero en Uruguay no está distribuido uniformemente. Casi el 93% de los establecimientos tienen menos de 1.000 hectáreas, lo que representa solamente el 50% de la superficie ganadera. La superficie de la zona ganadera restante (50%) está en manos del 7% de los ganaderos. La tabla A.1.3 muestra el perfil de los establecimientos de ganado en Uruguay

Tabla A1.3 Número de establecimientos ganaderos, superficie total y superficie con mejoras (miles de ha)

Estrato de superficie (ha)	Número de establecimientos	Área (*000 hectáreas)		Área de mejoras (Hectáreas)	
		Hectáreas (*000)	%	Hectáreas (*000)	%
Total	41,136	12,256	100	1,362	14%
< 50	17,570	316	3	44	13%
50-100	5,359	393	3	53	11%
100-200	5,474	798	7	90	10%
200-500	6,397	2,072	17	212	11%
500-1,000	3,440	2,444	20	266	11%
1,000-3,000	2,400	3,795	31	435	10%
3,000-5,000	354	1,350	11	131	12%
> 5,000	142	1,088	9	130	14%

Fuente: MGAP-DIEA basado en declaraciones juradas de DICOSE, Año de cultivo 2008/09.

Disponibilidad de Forrajes y mejoras de pastizales

Las praderas naturales usadas como sistemas extensivos de ganadería, con un grado bajo de alteración corresponden a los tipos de suelo principales de cada región y a la zonificación agro-ecológica previamente definida (Ferreira, 2001). La caracterización florística depende del tipo de suelo, sus propiedades físicas y químicas, y en menor medida, de la topografía y la exposición a la radiación solar. Existen cuatro diferentes tipos de pastos: (i) pastos permanentes o praderas naturales, (ii) pastizales naturales fertilizados, (iii) pastizales mejorados, y (iv) los pastos de implantados o los perennes.

La producción de pasturas naturales sigue un patrón estacional que depende además del tipo de suelo, pero en términos generales durante el invierno se registran los menores valores de materia seca mientras que en la primavera y parte del verano se registra la mayor producción.

Los sistemas de producción de ganado y ovejas son más intensos en la región occidental, donde los suelos son muy fértiles. Debido a su alto potencial de producción, esta zona tiene una larga tradición de producción intensiva de cultivos; lo que resultó en la sustitución de las mejores especies de pastos nativos y por malezas que invadieron (principalmente gramilla, *Cynodon dactylon*) y que afectaron a las propiedades físicas y químicas de los suelos. En la década de 1970 comenzó la adopción de la rotación de cultivos y siembra de pastos (sistemas de producción con pastizales). Debido a que la siembra de pasturas tuvo un gran potencial productivo, fue posible superar las dificultades en los niveles de producción anual e invierno y la calidad del forraje de la vegetación natural degradada, resultando en mejoras en la eficiencia de los procesos de cría y engorde de ganado vacuno y ovino. Desde la introducción de pasturas implantadas ha habido una intensificación de los procesos de cría y engorde en un contexto que garantiza la sostenibilidad bio-económica de los sistemas de producción predominantes (Carámbula, 1991, citado por Berretta 2003).

La Tabla A.1.4 presenta la productividad de los diferentes tipos de pastizales, medida en la tasa de crecimiento diario (DGR, en inglés) (kg de materia seca / ha / día) con su desviación estándar y la distribución estacional (SD, en inglés) en las zonas agro-ecológicas principales en país.

Tabla A1.4 Productividad de Pasturas de acuerdo a Zona Agro-ecológica, tipo de suelo y estación

Zona Agro-Ecológica	Tipo de Suelo	Variable	Estación			
			Verano	Otoño	Invierno	Primavera
Basalto (Zona 1)	SBR(1)	DGR	10.1 +/- 4.9	6.8 +/- 2.9	4.9 +/- 2.5	9.9 +/- 3.9
		SD	31.4	21.2	15.7	31.7
	SB(2)	DGR	13.6 +/- 5.9	8.8 +/- 3.9	6.1 +/-2.4	13.0 +/-4.3
		SD	32.1	21.0	14.9	32.0
	Profundo (3)	DGR	17.2 +/- 7.8	10.9 +/- 4.2	7.3 +/- 3.1	14.8 +/-4.4
		SD	33.3	21.5	15.1	30.1
Sierras del Este (Zona 2)		DGR	9.6 +/- 6.7	6.3 +/- 3.1	1.1 +/- 1.0	6.0 +/- 2.4
		SD	41.5	27.6	5.0	25.9
Granito del Centro (Zona 4A)	Profundo	DGR	13.1 +/- 7.3	8.6 +/- 3.3	6.5 +/- 3.2	17.0 +/- 6.8
		SD	28.6	19.3	14.5	37.6
Lomadas del Este(Zona 4B)		DGR	15.3	9.2	3.8	11.5
		SD	38.0	23.4	9.7	28.9
Suelos Arenosos (Zona 5A)	Ladera alta	DGR	27.2 +/- 5.6	7.3 +/- 4.2	4.1 +/- 2.3	17.6 +/- 3.3
		SD	48.5	13.1	7.3	31.1
	Ladera baja	DGR	27,3 +/- 8.4	7.5 +/- 4.4	3.7 +/- 1.5	22.2 +/- 4.1
		SD	44.5	13.6	6.1	36.8
Noreste (Zona 5B)		DGR	5.1	6.9	4.7	11.0
		SD	18.3	25.0	17.1	39.6

Fuente: Berreta, 2003. (1) Suelo superficial de color rojo parduzco; (2) suelos superficiales de color negro, (3) suelos profundos.

Las pasturas naturales tienen limitaciones que impiden la producción animal adecuada durante todo el año debido a la estacionalidad de las pasturas que presentan un crecimiento muy bajo en la temporada de invierno debido a las bajas temperaturas y en algunos tipos de suelos, a la predominancia de especies de verano. Esta situación da lugar a la pérdida de peso de los animales que los productores tratan de aliviar con diferentes formas de conservación de forrajes (heno, silo de pasturas implantadas, pasturas fertilizadas, forrajes anuales y grano de maíz o sorgo). Otra limitación importante son los bajos valores nutritivos de los pastos naturales con valores variables de proteína cruda que van entre un 5% y un 15%, dependiendo de la temporada. Los valores más altos se registran en invierno y primavera, con independencia del ciclo de crecimiento de las plantas, y los más bajos en el verano. La deficiencia generalizada de nutrientes tales como el fósforo también provoca una reducción en el rendimiento de la pradera.

El uso de especies forrajeras anuales (llamados “verdeos”) es muy común en el Uruguay para complementar el déficit de suministro de forraje durante el invierno y el otoño. Los sistemas de producción de ganadería intensivos y semi-intensivos de carne y leche han adoptado las especies anuales de forraje (raigrass, avena, trigo, moha, maíz y sorgo para ensilaje, entre otros) con el fin de amortiguar el efecto de la estacionalidad de la producción de los pastizales naturales. En la actualidad el área de pasturas implantadas es de 760 mil hectáreas y con campo mejorado (fertilización y/o agregado de semillas) es de 820 mil hectáreas (DIEA, 2010).

Muchos ganaderos han implementado mejores prácticas de manejo de los recursos forrajeros de sus establecimientos como el aumento del número de potreros y la alternancia de la carga animal en función de la temporada, tipo de vegetación y categoría de animales, lo cual les permite aumentar los niveles de productividad..

Debido a que las estimaciones disponibles de la oferta forrajera son puntuales basadas en ensayos experimentales, el equipo está complementando esa información con indicadores indirectos, tales como las tasas de cría y de preñez durante eventos extremos (ejemplo, la sequía) debido a que éstos ocasionan un efecto adverso sobre la oferta forrajera.

Indicadores Técnicos de la población de ganado en Uruguay

En Uruguay, los ganaderos han destetado históricamente un promedio de 64 terneros por cada 100 vacas. No obstante, es importante tener en cuenta que los indicadores de eficiencia productiva varían año con año en la mayoría de los establecimientos ganaderos debido a las condiciones climáticas particulares de cada año y a la relación de precios novillo flaco/novillo gordo que incide en la cantidad de vacas “entoradas”. El proceso de reproducción (cría) en pastizales naturales está condicionado por el nivel de producción total; pero sobre todo, por la baja producción invernal de forraje que es el momento en el que las vacas están terminando la gestación o entrando al período de lactancia. La baja tasa de destete se debe a la mala situación nutricional de las vacas durante el parto y al comienzo del período de “entore” (apareamiento) dando como resultado un largo período de posparto y una probabilidad de preñez baja. Los indicadores de preñez que se presentan en este informe se basan en encuestas realizadas por DIEA a veterinarios de todo el país.

El nivel de preñez del ganado y los indicadores de reproducción se ven particularmente afectados cada vez que hay un acontecimiento que afecta la producción de pastizales. En los últimos 3 años, el país ha sido afectado por sequías severas en tres ocasiones. En 2000 / 01, las tasas de preñez se redujo de un 73% a 67% (casi un 10% de reducción). En 2004 / 05, las tasas de preñez bajaron de 71.6 % a 69.8% (casi un 5% de reducción). En 2009/10, las tasas de preñez se redujeron en más de un 15% (de 77% a un 65%). La tabla A.1.5 muestra la evolución histórica de la tasa de preñez y la tasa de reproducción para el período 1998-2010 ilustrando los años en los cuales la producción de pastos ha sido afectada por la sequía.

Tabla A1.5. Evolución histórica de la tasa de preñez y la tasa de reproducción

Año	Tasa de preñez ⁴²		Tasa de cría ⁴³	
	%	Base 98/99=100	%	Base 98/99=100
98/99	73.7	100	57.9	100
99/00	73.4	100	60.9	105
00/01	67.0	91	61.2	106
01/02	81.2	110	59.6	103
02/03	83.1	113	65.9	114
03/04	71.6	97	64.1	111
04/05	69.8	95	63.0	109
05/06	73.9	100	62.6	108
06/07	79.0	107	62.7	108
07/08	76.1	103	66.0	114
08/09	77.7	105	68.7	119
09/10 (*)	64.3	87	No datos	No datos

Fuente: DIEA-MGAP (*) Datos preliminares

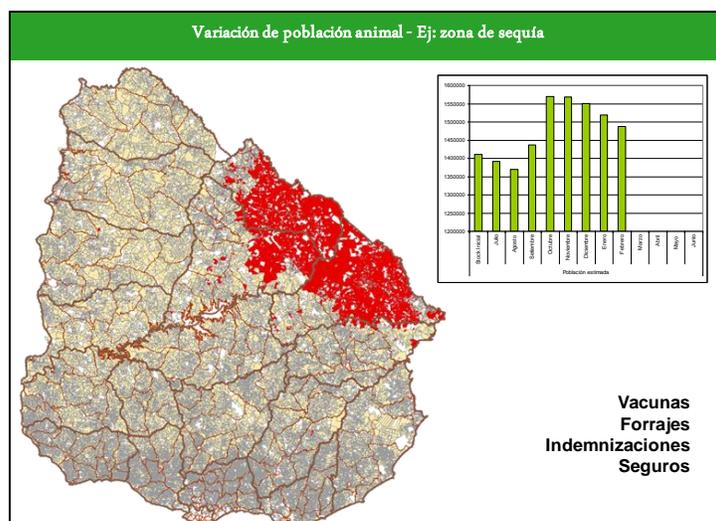
El Sistema Nacional de Información Ganadera (SNIG) del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) permite obtener información de las existencias anuales y de los movimientos de compra / venta de los animales a lo largo del territorio en tiempo real. Además a partir de 2011 el ganado está totalmente trazado a través de dispositivos electrónicos. Basado en la declaración jurada (DICOSE) de los productores, el SNIG permite, entre otras cosas, la identificación de la población de animales por establecimiento, tipo de negocio principal e información sobre la población que conforma el rodeo ganadero. Un ejemplo de la utilidad práctica de este sistema consiste en la posibilidad de evaluar el impacto de los eventos adversos de gran magnitud, como la sequía, a través de la identificación de las áreas y el número de cabezas por categoría que fueron vendidos o transferidos a otras regiones debido a la escasez de forraje. El mapa A.1.5 muestra las tendencias del transporte de ganado en un área geográfica durante la sequía del 2008-2009.

⁴² La tasa de cría de cada año se asocia con la tasa de preñez del año anterior. Esta información viene de Declaraciones Juradas de DICOSE-MGAP.

⁴³ Información del Estudio con los Veterinarios de DIEA-MGAP.

Tasa de Preñez = Vacas preñadas / vacas apareadas

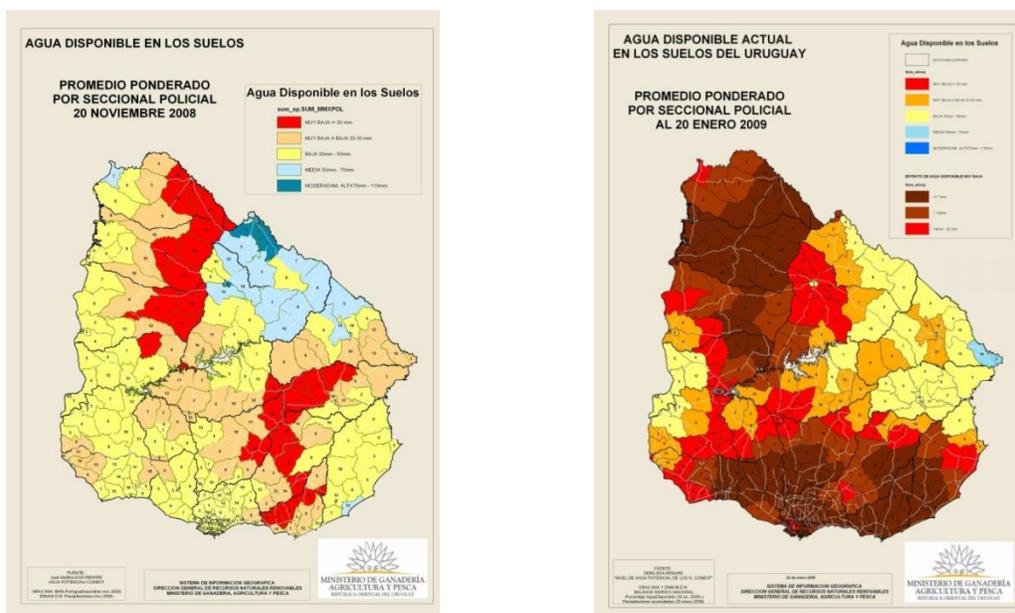
Mapa A1.5. Área con transporte de Ganado durante la sequía de 2008/09.



Fuente: Sistema Nacional de Información Ganadera - SNIG

Por lo descrito en las secciones anteriores, se puede resumir que el Censo Agrícola y Ganadero recoge los datos asociados a las "Áreas de Enumeración", la unidad geográfica mínima del censo, y el Sistema Nacional de Información Ganadera publica los datos utilizando la "Sección Policial" como unidad geográfica. La Sección Policial agrupa a un conjunto de Áreas de Enumeración, por lo que es posible que toda la información recolectada en el Censo pueda ser agregada a escalas espaciales mayores. Ver la disponibilidad de humedad del suelo por Sección Policial en el Mapa A.1.6.

Figura A1.6. La humedad del suelo disponible en los suelos durante la sequía de 2008/09, en dos fechas



Fuente: MGAP

Anexo 2. Desarrollo de una Base de Datos NDVI/fPAR para el Uruguay

Este anexo presenta la metodología utilizada por el equipo técnico del Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, Argentina (LART-FAUBA) para (i) la generación de un mapa de cobertura de la vegetación y (ii) la construcción de una base de datos NDVI/fPAR para el Uruguay para el período que va desde 1982 al 2011. La metodología descrita en este Anexo debería ser seguida por las partes interesadas del Uruguay para actualizar las series y, en el caso de que se suscriba alguna póliza de seguros NDVI por las (re) aseguradores, monitorear y operar el programa de seguros. Vale la pena mencionar, sin embargo, que se espera en un futuro que nuevas tecnologías de teledetección estarán disponibles para realizar mejores estimaciones del tipo de cobertura vegetal en el suelo y / o para mejorar las resoluciones espacial y espectral de las imágenes satelitales. En el caso de que las partes interesadas decidan utilizar tales metodologías mejoradas, se debería realizar un nuevo análisis de riesgo y de tarificación con el fin de garantizar la consistencia en los datos.

Introducción

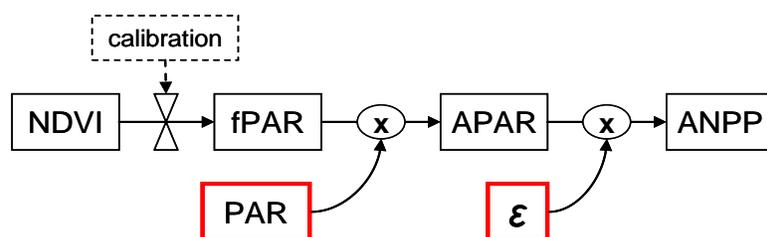
La estimación de la productividad de la vegetación se hace necesaria para cuantificar y determinar la frecuencia de anomalías en la producción de forraje. La productividad de forraje (un indicador del rendimiento de la producción de ganado en pastizales) a escala de paisaje y regional es controlada principalmente por factores ambientales (precipitaciones, temperatura, topografía, tipo de suelo, las características estructurales de la vegetación dominante, etc.) en lugar de las decisiones de manejo de cada agricultor particular. Por esta razón, las estimaciones de productividad de la vegetación permiten cuantificar la frecuencia de anomalías asociadas a los fenómenos meteorológicos extremos en un contexto histórico y establecer de la probabilidad de ocurrencia de estos eventos.

Hoy en día, la tecnología satelital permite hacer estimaciones indirectas de productividad de la vegetación en tiempo real en áreas grandes a bajo costo. La luz reflejada por la superficie de la tierra medida por los sensores a bordo de los satélites está estrechamente relacionada con la actividad fotosintética y por lo tanto, con el crecimiento de la producción o planta. Gracias a esta relación y a la disponibilidad de datos satelitales desde los años 80 a la fecha, ya se pueden generar series de tiempo largas sobre la producción regional de forraje y series de tiempo con información de producción de forraje a nivel de productor ganadero desde el año 2000 hasta la actualidad. A pesar de que los varios índices espectrales han sido diseñados para estimar la productividad forrajera, el NDVI (Índice de Vegetación Normalizado) es el más utilizado. Este índice incluye dos aspectos clave del espectro de los tejidos fotosintéticos: su baja reflectancia en la longitud de onda roja y una alta reflectancia en el infrarrojo cercano. El NDVI se ha relacionado con la productividad primaria neta aérea de la vegetación (ANPP), así como el índice de área foliar (LAI) y por lo tanto, la fracción de radiación fotosintéticamente activa interceptada por la vegetación (fPAR). Una fuerte relación empírica y teórica existe entre el NDVI y el fPAR que permite la estimación de la radiación absorbida fotosintéticamente activa (APAR) multiplicando el fPAR (derivado del NDVI) por la radiación fotosintéticamente activa incidente (PAR). Finalmente, la producción de forraje, también llamado productividad primaria neta aérea de la vegetación (ANPP) se puede obtener mediante la aplicación del modelo de Monteith, el cual establece que:

$$ANPP = fPAR \cdot PAR \cdot \varepsilon \quad (2)$$

donde ε representa la eficiencia en el uso de radiación de las plantas. Aunque las series de tiempo del NDVI (y otros índices de vegetación) provienen de diferentes sensores a bordo de los satélites desde 1980, una completa y unificada serie de tiempo hasta la actualidad sigue siendo deficiente, principalmente como consecuencia de las diferentes resoluciones espaciales, temporales y espectrales.

Figura A1. Representación esquemática del algoritmo general que se aplica para obtener la productividad primaria neta aérea de la vegetación (ANPP) de la información espectral (NDVI), la radiación fotosintéticamente activa incidente (PAR) y la eficiencia de uso de radiación (ε). Las cajas en negro representan la información derivada por satélite, mientras que las cajas rojas representan información medida / estimada en el campo.



Aunque existen las series de tiempo NDVI (y otros índices vegetativos) con información espectral de sensores a bordo de diferentes plataformas satelitales desde 1980, aún falta una serie de tiempo unificada y completa, debido principalmente como consecuencia de diferencias en las resoluciones espectrales, temporales y espaciales. El empalme de las series NDVI obtenidas de diferentes sensores no está exento de problemas físicos y metodológicos, pero se pueden resolver utilizando información satelital detallada y algoritmos computacionales desarrollados recientemente. Aparte de las series de tiempo NDVI, y debido a que la eficiencia del uso de la radiación (ε) varía entre tipos de vegetación, un mapa detallado de la cobertura de vegetación fue una aportación clave para desarrollar una base de datos ANPP para el Uruguay (ver Figura A2.9). El mapa de cobertura de vegetación del Uruguay se construyó combinando imágenes satelitales de alta resolución espacial con información medida en el campo.

Colección de datos por teledetección, procesamiento, empalme de imágenes y calibración de la relación NDVI-fPAR

Debido a la falta de registros continuos y unificados de los índices de vegetación (como NDVI) en términos de resolución temporal, espacial y espectral, se necesitó empalmar la información espectral desde dos plataformas satelitales con diferentes características (Tabla A2.1) con el fin de obtener una serie continua de fPAR (y a continuación ANPP).

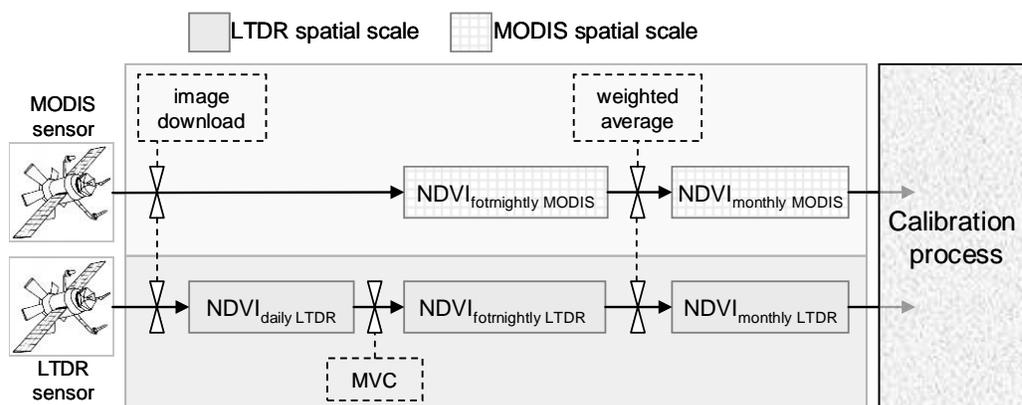
Tabla A2.1. Plataformas satelitales utilizadas para obtener series NDVI y sus características más importantes

Plataforma	Resolución Espacial	Resolución Temporal	Período de Operación
LTDR series 2	≈2500 has	Diaria	1981 - 1999
MODIS	5 has	16 Días	2000 - presente

La plataforma LTDR ("Registro de Datos a Largo Plazo") combina una alta resolución temporal con una moderada resolución espacial. Esta plataforma también provee información de calidad que permite la estimación de la utilidad de los índices de vegetación asociados. La plataforma MODIS ("Espectro-radiómetro de Imágenes de Resolución Moderada") a bordo del sistema de observación espacial de la NASA (EOS-NASA) combina una alta resolución espacial con una moderada resolución temporal y, como la plataforma LTDR, provee información adicional de calidad.

Con el fin de obtener series de índices vegetativos con una resolución temporal mensual se aplicó el algoritmo presentado en la Figura A2.2. En el caso de LTDR, dado que esta plataforma provee imágenes diarias de cobertura global, primero se cortó la imagen del área de estudio, y después se aplicó la técnica de máximo valor compuesto de 15 días (MVC). Esta técnica selecciona como representativo de la quincena, el valor diario NDVI máximo del período. Después el valor mensual se obtuvo como un promedio ponderado de los valores quincenales. Por otro lado, la plataforma MODIS provee una imagen cada 16 días, para una grilla de celdas que abarca la superficie completa de la tierra. De esta grilla, la celda ("tile", en terminología MODIS) que cubre al Uruguay fue seleccionada. Con el fin de obtener valores mensuales NDVI desde MODIS, se aplicó el promedio ponderado a los valores NDVI quincenales. Una vez que se obtuvieron las series de tiempo de NDVI de cada plataforma satelital, el segundo paso consistió en degradar los valores mensuales MODIS a la resolución espacial LTDR. Esto se hizo promediando los 400 pixeles MODIS abarcados por cada pixel LTDR. Las series NDVI así obtenidas son congruentes en términos de las resoluciones temporal (un mes) y espacial (2500 ha).

Figura A2.2 Representación esquemática de la obtención de los valores mensuales de NDVI derivado de MODIS y plataformas de satélite LTDR. MVC significa máximo valor compuesto.



Dadas las diferencias en resolución espectral temporal y espacial, se espera que ocurran diferencias de escala entre los valores NDVI mensuales del MODIS y del LTDR (por ejemplo: diferencias en la media y en el rango de variación entre los valores NDVI del MODIS y del LTDR para una

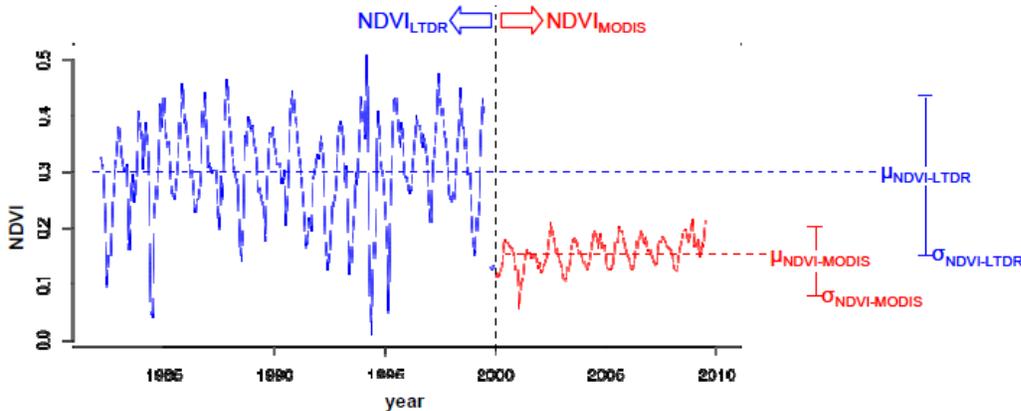
localización espacial dada). Con el fin de establecer la existencia de estas inconsistencias entre las series NDVI, se compararon la media y la desviación estándar de los índices de vegetación derivados de LTDR y MODIS correspondientes a cada pixel LTDR (2500 Ha). Como cada pixel LTDR consiste de aproximadamente 400 pixeles MODIS, un valor mensual de NDVI derivado desde MODIS corresponde al promedio de los 400 valores que caen dentro del área correspondiente al pixel LTDR. Con este proceso de degradación espacial se obtuvo una serie espacialmente congruente de valores NDVI para una localización dada. Con esta información a mano, la media y la desviación estándar de los NDVI MODIS y NDVI LTDR se calcularon y compararon (Figura A2.3). Con el fin de comparar las medias de las series, su diferencia se calculó así:

$$diff_{MODIS-LTDR} = \mu_{NDVI-MODIS} - \mu_{NDVI-LTDR}$$

Para comparar la variabilidad, el cociente entre las desviaciones estándar de las series se calculó así:

$$\sigma_{NDVI-MODIS} / \sigma_{NDVI-LTDR}$$

Figura A.2.3. Ilustración del proceso de cálculo del promedio y de la desviación estándar de la serie NDVI de cada pixel LTDR y de los pixeles MODIS degradados



Estas medidas se calcularon para los pixeles LTDR que abarcan al Uruguay, a continuación se categorizaron sus valores para generar unas series de mapas y estadísticas que resumen los patrones espaciales del ajuste (desajuste) entre NDVIs desde MODIS y LTDR, medidos en escala [0- 1]. En el caso de **diferencias entre las medias**, los valores mínimos y máximos fueron -0.501 ($\mu_{NDVI-LTDR} > \mu_{NDVI-MODIS}$) a 0.313 ($\mu_{NDVI-LTDR} < \mu_{NDVI-MODIS}$) respectivamente. Noventa y uno punto nueve por ciento (91.9%) de las diferencias mostradas estuvieron en el rango [-0.1, 0.1], mientras que un 3.2% mostraron diferencias por debajo de -0.1 y 4.9% mostraron diferencias por encima de 0.1. Las diferencias en las medias como porcentaje de la media para índices de las dos plataformas satelitales se puede expresar como:

$$diff_{MODIS-LTDR} \% = 100 \cdot ((\mu_{NDVI-MODIS} - \mu_{NDVI-LTDR}) / \mu_{NDVI-MODIS-LTDR})$$

Aproximadamente 97.2% de los pixeles mostraron diferencias en el rango de (-5%, 5%) de la media general, mientras que 97.7% de los pixeles mostraron diferencias en el rango (-10%, 10%). La conducción de este análisis indica que las diferencias más grandes se encuentran en áreas asociadas con caminos acuáticos, líneas costeras y áreas urbanas.

Para el caso del **cociente entre desviaciones estándar**, los valores extremos fueron 0.002 (lo que implica que la desviación estándar de las series NDVI desde LTDR es más de 450 veces más grande que la desviación estándar de las series NDVI desde MODIS) y 1.66 (lo que implica que la desviación estándar de las series NDVI desde MODIS es más que una vez y media más grande que la desviación estándar de las series NDVI desde LTDR). El cociente entre las desviaciones estándar se categorizó en ocho intervalos, desde cocientes ≤ 0.25 (desviación estándar de NDVI desde LTDR por lo menos cuatro veces más grande que las desviaciones estándar de NDVI desde MODIS) a cocientes ≤ 4 (desviación estándar de NDVI desde MODIS por lo menos cuatro veces más grande que la desviación estándar de NDVI desde LTDR) para facilitar el mapeo y el análisis. Se estimó que 64.5% de los píxeles están en la clase “ $0.67 \leq \sigma_{NDVI-MODIS} / \sigma_{NDVI-LTDR} \leq 1$ ” ($\sigma_{NDVI-MODIS}$ es por lo menos una vez y medio más grande que $\sigma_{NDVI-LTDR}$), mientras que 21.7% de los píxeles están en la clase “ $1 \leq \sigma_{NDVI-MODIS} / \sigma_{NDVI-LTDR} \leq 1.5$ ” ($\sigma_{NDVI-LTDR}$ es por lo menos una vez y medio más grande que $\sigma_{NDVI-MODIS}$). Como en el caso de las diferencias entre medias, las diferencias más grandes en desviación estándar (el 13.8% restante) se encuentran alrededor de ciudades, líneas costeras y caminos acuáticos. Sin embargo, estas diferencias no son tan evidentes como en el caso de las diferencias en las medias. Este resultado sugiere que las principales diferencias entre NDVI-MODIS y NDVI-LTDR están relacionadas con variabilidad temporal en funcionamiento vegetal más que con valores promedios.

Aunque la congruencia de las series NDVI desde las plataformas LTDR y MODIS parece buena, el NDVI LTDR se reclasificó para que su variabilidad y media fueran idénticos a los NDVI MODIS, dada la calidad de las valoraciones que son dados por ésta plataforma, y para hacerlos más confiables. Las series NDVI derivadas del LTDR se reclasificaron con la desviación estándar del NDVI MODIS de todos los valores NDVI y píxeles que cubre al Uruguay (excluyendo aquellos píxeles de áreas urbanas, líneas costeras y cuerpos de agua), $\sigma_{NDVI-MODIS-ALL}$, de acuerdo a:

$$NDVI_{LTDR}^M = z_{LTDR} \cdot \sigma_{NDVI_{MODIS-ALL}} + \mu_{NDVI_{LTDR-ALL}}$$

Donde $NDVI_{LTDR}^M$ es el valor del NDVI desde LTDR reclasificado de acuerdo a la desviación estándar del NDVI desde la plataforma MODIS y z_{LTDR} es el valor estandarizado de NDVI derivado de la plataforma LTDR (considerando la media y la desviación estándar de los valores NDVI LTDR de todos los meses y píxeles del Uruguay, excluyendo aquellos píxeles de áreas urbanas, líneas de costa y cuerpos de agua):

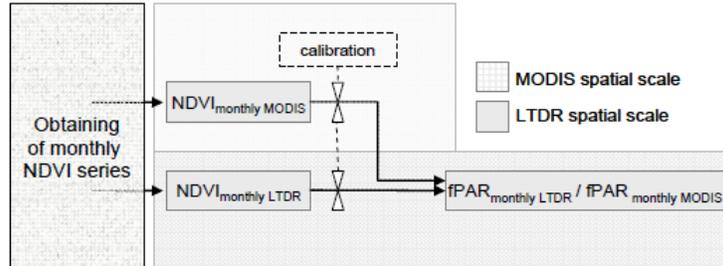
$$z_{LTDR} = \frac{NDVI_{LTDR} - \mu_{NDVI_{LTDR-ALL}}}{\sigma_{NDVI_{LTDR-ALL}}}$$

Con los valores $NDVI_{LTDR}^M$ y NDVI MODIS (ambas series en escala MODIS de variación) la relación entre NDVI y fPAR se calibró con los parámetros estimados por Frigera et al (2007, ver más adelante). El proceso de reclasificación se realizó de esta manera (con la media y desviación estándar de todos los valores NDVI mensuales de todos los píxeles) y no pixel a pixel (con la media y desviación estándar de todos los valores NDVI mensuales de cada pixel), con el fin de eliminar las diferencias en índices que hubieran podido surgir como un artefacto de diferencias en sensores y, al mismo tiempo no perder la capacidad de detectar el efecto en los NDVI de posibles cambios en el uso de suelo de píxeles entre 1999-2000 (el último año del LTDR y el primer año del MODIS). En versiones anteriores de la base de datos generada, la estandarización se realizó pixel a pixel. La versión actual de la base de datos representa una mejora, dado que puede detectar cambios en la dinámica de NDVI y fPAR asociados con cambios reales en uso de suelo. La estandarización pixel a pixel elimina el efecto de cambios en uso de suelo en la dinámica de NDVI y fPAR.

Calibración de la relación entre NDVI y fPAR y Desarrollo de la Base de Datos

Las entradas y productos de la calibración de la relación entre NDVI y fPAR se describen en la Figura A2.4.

Figura A2.4. Representación esquemática de la obtención de valores fPAR mensuales desde los NDVI mensuales



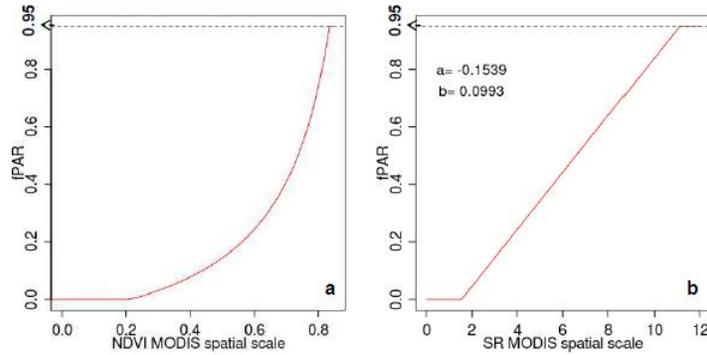
Para estimar fPAR basada en NDVI, se utilizó una aproximación empírica que asume una relación no-lineal entre NDVI-MODIS y fPAR⁴⁴. La relación no-lineal entre NDVI y fPAR resulta por la saturación descrita ampliamente de NDVI a un alto Índice de Área de Hoja (LAI) >3, lo que implica una relación lineal entre el índice de radio simple ($SR = (1 + NDVI)/(1 - NDVI) = IR / NIR$) y fPAR. La relación entre SR/NDVI y fPAR se parametrizó con datos locales asignando no absorción (fPAR = 0) a valores NDVI correspondientes a píxeles que no tenía vegetación verde (suelo pelado o residuos senescentes debido a la labranza) y fPAR máximo (fPAR = 0.95) a valores NDVI correspondientes a píxeles con alta cantidad de biomasa verde (pasturas sembradas con LAI > 3 y cultivos de trigo de alto rendimiento, Grigera et al. 2007). La ecuación resultante fue:

$$fPAR = \min \left[\frac{SR - SR_{\min}}{(SR_{\max} - SR_{\min})}, 0.95 \right]$$

Donde los valores extremos de SR fueron extraídos de Grigera et al. (2007): $SR_{\min} = 0.155$ Y $SR_{\max} = 11.62$. Las relaciones correspondientes se muestran en la Figura A2.5.

Figura A2.5. Funciones derivadas de la calibración de la relación entre NDVI y fPAR (a) y SR y fPAR (b). Los números en la parte superior izquierda de la sub-figura (b), representa la intercepción (a=-0.1539) y pendiente (b=0.0993) de la relación lineal a trozos definida por la ecuación 8.

⁴⁴ Los et. al 2000; Piñeiro et. al 2006; Grigera et. al 2007

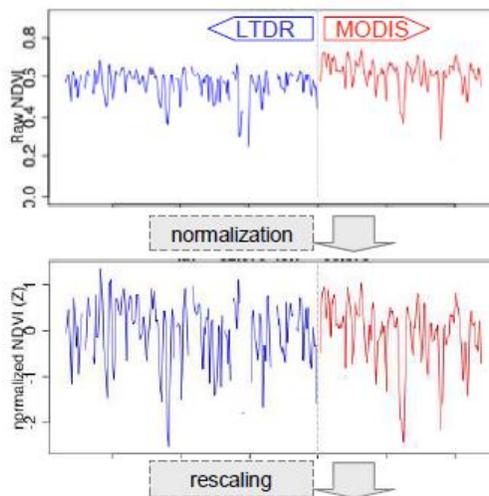


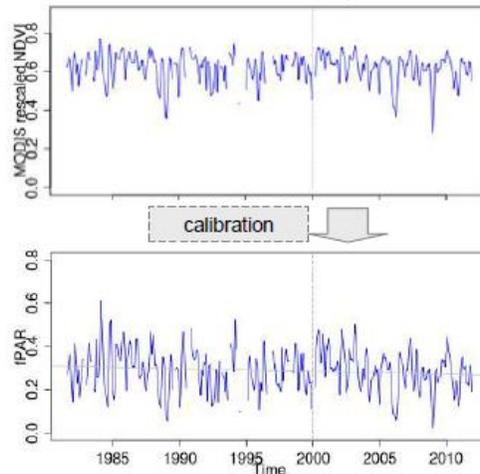
Un resumen gráfico de todo el proceso de empalme NDVI y la generación de fPAR sobre su base se muestra en la Figura A2.6. La base de datos NDVI/fPAR para todo el país fue luego exportada a un archivo de texto con el fin de facilitar el análisis de datos (“NDVI-fPAR database URUGUAY MAYO 2012.csv”).

Resultados en los sitios de ensayos

En esta sección se muestran algunos resultados de cuatro sitios de prueba. Estos sitios fueron extraídos de una red de estaciones meteorológicas. En particular, los cuatro sitios seleccionados (Queguay Chico, Melo, Trinidad y Cerro Colorado) tienen un registro de precipitación extensa (desde 1948 hasta la actualidad), que permite el estudio de la relación entre la dinámica de las ganancias de carbono (estimado por fPAR) y la precipitación.

Figura A2.6. Resumen gráfico del proceso de empalme NDVI y generación fPAR

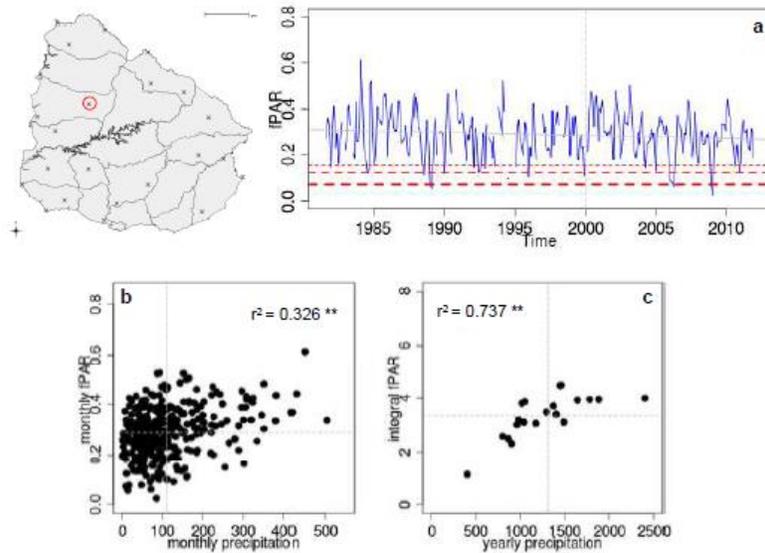




La Figura A2.7 ilustra algunas de las preguntas que pueden ser respondidas con la base de datos FPAR para Queguay. Uno de los análisis más importante que permite la base de datos es el estudio de la incidencia y frecuencia de las anomalías negativas extremas en las ganancias de carbono, según las estimaciones de los percentiles 10%, 5% y 1% de la distribución empírica fPAR (sub-gráfico “a” en la Figura A2.7), o la existencia de tendencias temporales de la fPAR.

Por otro lado, la débil relación entre fPAR mensual y la precipitación (sub-gráfico “b” en la Figura A2.7) muestra una respuesta “instantánea” de la vegetación a la precipitación. Esta relación es más fuerte cuando consideramos la fPAR integrada anual y la precipitación anual (sub-gráfico “c” en la figura A2.7). El tipo de análisis realizado aquí se puede repetir de forma trimestral o semestral, y teniendo en cuenta los retrasos temporales en los resultados de la fPAR a la precipitación. Por otra parte, la existencia de una plataforma satelital que calcula las tasas de precipitación que se pueden convertir fácilmente en la precipitación mensual desde 1998 hasta el presente (TRMM, <http://trmm.gsfc.nasa.gov/>) y validados para las estaciones meteorológicas antes mencionadas para el Uruguay, podría permitir repetir los análisis ejemplificados y otros por todo el país.

Figura A2.7. (a) Series de tiempo fPAR para la localidad de Queguay Chico. Las líneas de puntos rojas horizontales progresivamente más gruesas, representan los percentiles 10%, 5% y 1% de la distribución empírica fPAR. La línea gris representa la tendencia negativa significativa ($\alpha = 0,05$) en la fPAR. (b) La relación entre fPAR mensual y la precipitación mensual. (c) La relación entre la integral anual de fPAR y la precipitación anual. Los valores de correlación son ambos significativos en $\alpha = 0,01$. Las líneas grises punteadas en los sub-gráficos (b) y (c) representan los valores promedios de fPAR (eje y) y la precipitación (eje x).



Caracterización de la cobertura del suelo en el Uruguay a partir de datos de teledetección y excursiones en campo

Una caracterización de la cobertura vegetal se generó en todo el país utilizando imágenes LANDSAT de alta resolución espacial y observaciones de campo, siguiendo la metodología propuesta por Baeza et al (2011) (Figura A2.8). A partir de esta caracterización, para cada uno de los píxeles LTDR que abarcan todo el país, se estimó la proporción de píxeles que ocupan las siguientes seis clases de cobertura de suelo: cultivos de verano, cultivos de invierno-verano, bosques plantados y nativos, forraje, cuerpos de agua y zonas urbanas (Figura A2.9). El producto MODIS MOD13Q1 se utilizó para caracterizar los diferentes tipos de cobertura de suelo. Este producto ofrece dos índices espectrales: (i) Índice de Vegetación Normalizado (NDVI) y (ii) Índice de Vegetación Mejorado (EVI), ambos asociados positivamente con la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa por los tejidos verdes. El comportamiento del NDVI y EVI para un píxel dado sobre una estación de crecimiento se denomina “huella fenológica”, ya que describe la dinámica temporal de la vegetación. En este caso, cada huella describe la dinámica de intercepción de luz fotosintética por cada tipo de cobertura terrestre. Para lograr esto, fue necesario observar la cobertura de tierra durante los viajes de campo debido a que se necesitaban puntos de apoyo para generar “huellas fenológicas” y también para validar la precisión de la clasificación de la cobertura vegetal. Entonces, conociendo la “huella” de cada cobertura observada en campo (forraje, cultivos, forestación, etc.), fue posible determinar qué cubierta puede estar asociada con esa huella espectral, y por lo tanto identificar la cobertura para todo el territorio. Dado que existe cierta variabilidad espacial y temporal, como resultado de las diferentes prácticas de manejo, clima, topografía, etc., la huella fenológica de la misma cobertura tiende a variar en el espacio y el tiempo. Por lo tanto, es fundamental contar con gran número de huellas para satisfacer la variabilidad fenológica dentro de cada tipo de cobertura y entre diferentes suelos. Se construyó una “biblioteca espectral” a partir de diferentes “huellas fenológicas”. El mapa generado mostró los patrones conocidos de los principales tipos de cobertura de tierra en el Uruguay, donde las áreas forestales se encuentran en prácticamente todo el país, excepto en la región de Basalto, áreas de cultivo que dominan las regiones del oriente y occidente y el resto del país dominado por recursos forrajeros (Figura A2.9). El mapa tiene una precisión global del 91%.

Figura A2.8: Trabajos de campo llevados a cabo durante 2011 y 2012 para la construcción de huellas fenológicas utilizadas en la caracterización de la cobertura vegetal para el Uruguay. En cada punto se registró la cobertura vegetal y luego se utilizó para la clasificación de todo el país a partir de datos de sensores remotos (ver Métodos).

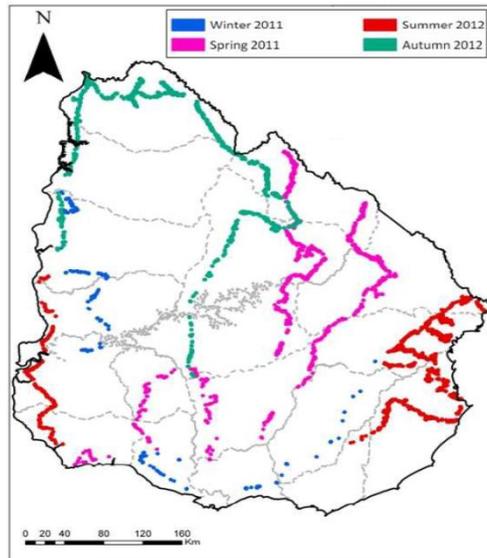
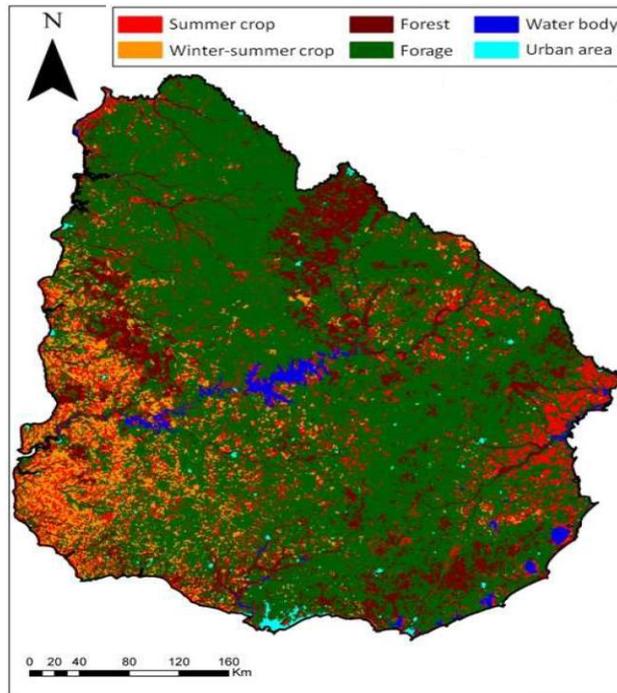


Figura A2.9: Caracterización de la cobertura terrestre del Uruguay con base en los datos de teledetección y las observaciones sobre el terreno, según lo propuesto por Baeza et al. (2011).



Desarrollo de estimaciones ANPP para áreas forrajeras

El ANPP se calculó de acuerdo con el modelo de Monteith (Figura A2.1). Como se explicó, este modelo afirma que la productividad primaria neta aérea de una cobertura vegetal en particular es proporcional a la cantidad de radiación incidente fotosintéticamente activa (PAR), a la fracción de radiación fotosintéticamente activa interceptada por la vegetación (fPAR) y a la eficiencia del uso de la radiación (ϵ) (Monteith 1972):

$$ANPP(g \cdot m^2 \cdot month^{-1}) = fPAR \cdot PAR(MJ \cdot m^2 \cdot month^{-1}) \cdot \epsilon(g \cdot MJ^{-1})$$

Los valores mensuales de fPAR para el período comprendido entre mediados de 1981 a 2011 se estimaron como se describe en la primera parte del presente Anexo, mientras que los valores mensuales del PAR se estimaron como los valores medios mensuales de unas series PAR para el período 1975-2000, registrados por la estación meteorológica del INTA Concepción del Uruguay, Argentina (32°48' S, 58°23' W). Las estimaciones PAR pueden aplicarse a partir de esta estación meteorológica, dado que se encuentra localizada en una posición latitudinal similar respecto a la latitud media del Uruguay y presentan una altura comparable por encima del nivel del mar respecto al Uruguay (como fPAR varía de una región relacionada con la latitud y la altitud y la pendiente). Como la eficiencia del uso de la radiación depende de la cobertura vegetal específica⁴⁵, y porque las regiones dedicadas principalmente a la producción de forraje son el principal interés de este estudio, para estimar este parámetro la caracterización de cobertura de tierra de la sección anterior se filtró por aquellos **píxeles LTDR con >80% de área cubierta por recursos forrajeros**. Para obtener las estimaciones ANPP para estos píxeles, se aplicó una estimación de la eficiencia de uso de la radiación (RUE), que viene de un promedio de RUE a partir de diferentes pasturas de la región

⁴⁵ Piñeiro et al. 2006; Grigera et al. 2007; Baeza et al. 2011b

(Oyarzabal et. al 2011). Como resultado de todo este estudio, se desarrolló una base de datos de NDVI/fPAR para todo el país, con una período temporal desde 1982 hasta 2011 (“Base Final NDVI-PPNA Uruguay JUNIO 2012.txt”).

Anexo 3. Opciones de Contrato y Manual de Uso de la Herramienta de Tarificación.

1. Introducción

En este anexo se describe la metodología para el diseño del “Seguro de Índice Vegetativo Normalizado (NDVI)” para los productores ganaderos del Uruguay y el funcionamiento del programa desarrollado por el equipo del Banco Mundial para realizar la tarificación y el cálculo de la pérdida máxima probable (PML, por sus siglas en inglés). El Tarificador está compuesto por 19 archivos conectados entre sí. El archivo principal desde el cual se maneja el programa es NDVI IndexInsurance_Uruguay_MasterFile, y los restantes 18 archivos corresponden a cada uno de los departamentos del Uruguay que fueron analizados (ver Tabla 1).

	Nombre del Archivo	Departamento
	Dpto02_Artigas	Artigas
	Dpto03_Canelones	Canelones
	Dpto04_CerroLargo	Cerro Largo
	Dpto05_Colonia	Colonia
	Dpto06_Durazno	Durazno
	Dpto07_Flores	Flores
	Dpto08_Florida	Florida
	Dpto09_Lavalleja	Lavalleja
	Dpto10_Maldonado	Maldonado
	Dpto11_Paysandú	Paysandú
	Dpto12_RioNegro	Rio Negro
	Dpto13_Rivera	Rivera
	Dpto14_Rocha	Rocha
	Dpto15_Salto	Salto
	Dpto16_SanJose	San José
	Dpto17_Soriano	Soriano
	Dpto18_Tacuarembó	Tacuarembó
	Dpto19_TreintaYTres	Treinta y Tres

	<i>NDVI_IndexInsurance_Uruguay_MasterFile</i>	NA*
Tabla 1: Archivos componentes del Tarificador		
* NA: No Aplica		

El Tarificador permite calcular los principales parámetros del Seguro Indexado (Trigger y Exit), calcular la Suma Asegurada, estimar las primas en base a la metodología de costos históricos (*burn analysis*), calcular los pagos históricos en base los parámetros seleccionados, y realizar una primera aproximación a estimación de la Pérdida Máxima Probable (PML, por sus siglas en inglés)⁴⁶.

El archivo principal, *NDVI_IndexInsurance_Uruguay_MasterFile*, además de permitir la modificación de los parámetros del producto, resume los resultados de Suma Asegurada, Prima, y pagos históricos, a nivel agregado, por Departamento y por Sección Policial para cada uno de los 18 departamentos. Finalmente, en los archivos correspondientes a los departamentos hay una hoja por cada Clúster (Zona de Riesgo Homogénea)⁴⁷ analizado, en la cual se pueden encontrar los parámetros que determinan la activación o no de la cobertura (“Trigger Index” y “Exit Index”) en cada uno de ellos.

1. Versión de Excel y configuración

El programa de tarificación ha sido desarrollado íntegramente en Microsoft Excel® 2007, por lo cual sus diseñadores no garantizan el funcionamiento del mismo en otra versión de Excel u en otro software de planilla de cálculo.

Para una funcionalidad adecuada del programa desarrollado en Excel, es necesario que todos los archivos mencionados en la introducción (*NDVI_IndexInsurance_Uruguay_MasterFile* y los 18 archivos correspondientes a cada uno de los departamentos analizados) se encuentren en la misma carpeta de la computadora. En caso que los archivos no se encuentren en la misma carpeta, podrían romperse algunos vínculos y el Tarificador podría no funcionar adecuadamente.

El programa contiene código desarrollado en *Visual Basic for Applications* (VBA), por lo cual resulta necesario que los usuarios habiliten las “Macros” para un correcto funcionamiento del programa.

Configurar Macros

Para habilitar las macros, se debe acceder al “Centro de Confianza” de Excel.

En la Figura 1 de la página siguiente se ilustra el procedimiento:

- (a) Presionar el Botón de Office,
- (b) Ir a Opciones de Excel,
- (c) Abrir el Centro de Confianza e ir a la Configuración del Centro de Confianza.
- (d) Una vez en el Centro de Confianza, ir a Configuración de Macros y seleccionar “Deshabilitar todas las macros con notificación”.

⁴⁶ Ver la Sección 3 para los detalles del diseño del producto.

⁴⁷ Ver Sección 3.

Estos pasos indican a Excel que deshabilite las macros de cualquier archivo, pero que realice una notificación de que se han deshabilitado, de manera que el usuario pueda optar por habilitarlas si el creador del archivo es de su confianza.

2. Descripción del producto y características del modelo de tarificación

Base de datos

Para realizar el diseño del producto, desarrollar la metodología de tarificación y cálculo de la Pérdida Máxima Probable (PML) se utilizaron datos mensuales de NDVI desde Agosto de 1981 hasta diciembre de 2011. Los datos corresponden a los 18 departamentos mencionados en el Tabla 1 y están divididos en píxeles con una resolución espacial de 2,500 has cada uno. Estos datos son propiedad del Banco Mundial y del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca del Uruguay, y fueron construidos por el Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires (LART-FAUBA) a solicitud del Banco Mundial.

Píxeles considerados

Cabe señalar que hubo zonas del Uruguay que se descartaron por no poseer una cobertura de forraje suficiente. Se analizaron solamente los píxeles con porcentaje de forraje mayor o igual al 60%, de acuerdo a la clasificación realizada por el LART-FAUBA. Asimismo, a través de una inspección visual de las zonas de análisis, se descartaron algunos píxeles más, por encontrarse en zonas forestales y/o urbanas y/o caños, ríos, lagunas, etc.

Relleno de datos faltantes

Es importante señalar que en la Base de Datos hay un 6.6% de datos faltantes, los cuales corresponden a los meses indicados en la Tabla 2.

Año	1982	1982	1983	1983	1989	1990	1990	1990	1993	1993	1993	1994	1994	1994	1994	1996	1996	1996	1996	1996	1998	1998	2000	2000
Mes	11	12	6	7	8	8	9	10	2	9	10	9	10	11	12	8	9	10	11	12	4	5	1	2

Tabla 2: Meses con datos faltantes en la Base de Datos.

Debido a la existencia de datos faltantes en la base, se utilizaron técnicas de interpolación para realizar el relleno. El relleno se realizó *a nivel píxel*. Para ello, se completó la serie utilizando el promedio histórico *correspondiente al mes* en el cual se observó un dato faltante. Por ejemplo, los datos faltantes del mes de noviembre en los años 1982, 1994 y 1996 se completaron utilizando el promedio de los valores de NDVI del píxel analizado correspondientes al mes de noviembre en los restantes 28 años de la muestra. Es decir que en los tres años mencionados el valor del mes de noviembre será el mismo.

Debido a las implicancias que tiene el relleno de datos en los resultados, las técnicas de relleno deberán ser validadas por las compañías aseguradoras, o incluso podría considerarse excluir del análisis a los años en los cuales hay datos faltantes en el período de cobertura.

Zonas de Riesgo Homogéneas (ZRH), Unidades Aseguradas e Índice subyacente

Para realizar el cálculo de los principales parámetros del modelo y realizar la tarificación y cálculo de PML, se realizó un agrupamiento de zonas de acuerdo a la homogeneidad que presenta el comportamiento del NDVI en el tiempo. Para ello se utilizó la técnica estadística de Análisis de Conglomerados, en particular los procedimientos de agrupación jerárquica o análisis jerárquico de conglomerados. Para implementar la técnica, se analizó la homogeneidad de los píxeles dentro de cada Sección Policial de los 18 Departamentos (Ver Tabla 1). Como resultado del análisis, se observó cierta heterogeneidad en el comportamiento del NDVI en los píxeles de una misma Sección Policial, por lo cual cada una de las Secciones Policiales fue dividida en Zonas de Riesgo Homogéneas (ZRH) o Conglomerados.

Si bien mediante el análisis de ZRH se halló heterogeneidad dentro de cada Sección Policial, **las Unidades Aseguradas son las Secciones Policiales** (unidades administrativas), ya que se consideró que para un esquema de seguro a nivel Macro *resulta operativamente más viable realizar pagos compensatorios utilizando divisiones políticas-administrativas*, en lugar de divisiones realizadas mediante técnicas estadísticas.

Para cada Sección Policial, el **Índice** que se utilizó para realizar el diseño y tarificación del producto es el *NDVI promedio de los píxeles incluidos en el Clúster (ZRH) más representativo de cada Sección Policial*. Por ejemplo, si en una Sección Policial hay dos ZRH, una con 5 píxeles y otra con 2 píxeles, a los efectos del diseño y valuación del producto se utilizó el NDVI promedio de los 5 píxeles del primer grupo.

Período de cobertura y distribución de la suma asegurada

La Herramienta de Tarificación está programada de modo tal que el usuario pueda seleccionar como período de cobertura hasta un máximo de 12 meses del año. No obstante, el presente documento utiliza los períodos más críticos en la producción de pasturas definidos por el MGAP en base a las consultas realizadas a las instituciones de investigación, técnicos extensionistas y productores. Dicho periodo comprende los meses de Septiembre hasta Marzo.

La Suma Asegurada Total (SAT) anual se calcula a partir de (i) el costo de alimentación necesario para una Unidad Ganadera (UG), (ii) el período de cobertura y (iii) porcentaje de requerimientos nutricionales que se desea cubrir. La distribución de la SAT entre los meses de cobertura se realiza de acuerdo a los requerimientos alimenticios del ganado. En este documento se utiliza el supuesto de requerimientos homogéneos en todo el año, pero podrían considerarse distintos requerimientos en distintos meses del año (por ejemplo, los requerimientos de una Vaca de Cría bajan luego del destete). A su vez, se considera como unidad de referencia a una Vaca de Cría que equivale a una UG. Las necesidades de otras categorías de animales se expresan en relación a la UG. Por ejemplo, si una vaquillona necesita el 80% de los requerimientos nutricionales de una UG, por cada vaquillona incluida en el seguro se adicionarán 0.8 UG.

De acuerdo a los Requerimientos Nutricionales, a la cantidad de animales de cada categoría que haya en un Sección Policial (Unidad Asegurada) y al porcentaje de cobertura que se desea brindar, se calculará la Suma Asegurada Total y su distribución en cada mes de cobertura.

En la Sección 3.8 se detalla la metodología del cálculo de la SAT. En la Sección 5.3 se ilustra un ejemplo del cálculo de la SAT y su distribución en los meses de cobertura.

Esquema de pagos del producto, Trigger Index y Exit Index

Los pagos que brinda el producto para cada Sección Policial se “activan” cuando el Índice (NDVI promedio del Clúster más representativo de la Sección Policial) de un mes particular dentro del período de cobertura, I_{mes} , cae por debajo de un valor pre-establecido para dicho mes llamado *Trigger Index* (TI_{mes}). Si el Índice es inferior a un valor fijado para dicho mes llamado *Exit Index* (EI_{mes}), se paga la Suma Asegurada de ese mes (SA_{mes}). Si el Índice está entre el *Trigger Index* y el *Exit Index*, se produce un pago proporcional. Para evitar pagos irrisorios, se establece una Franquicia (no Deducible) en el producto.

La Pérdida para un mes particular es⁴⁸:

$$Pérdida_{mes} = \begin{cases} 0 & \text{si } I_{mes} > TI_{mes} \\ \frac{TI_{mes} - I_{mes}}{TI_{mes} - EI_{mes}} \times SA_{mes} & \text{si } EI_{mes} < I_{mes} \leq TI_{mes} \\ SA_{mes} & \text{si } I_{mes} \leq EI_{mes} \end{cases}$$

El pago real, considerando la Franquicia, es:

$$Pago_{mes} = \begin{cases} 0 & \text{si } Pérdida_{mes} < Franquicia \\ Pérdida_{mes} & \text{si } Pérdida_{mes} \geq Franquicia \end{cases}$$

Notar que la Franquicia no es Deducible: si la “Pérdida” supera a la Franquicia, se paga el total que corresponda.

En la Figura 2 se ilustra el diseño. En la Sección 5.4 se presenta un ejemplo.

⁴⁸ Notar que al tratarse de un Seguro Indexado, la “Pérdida” se mide indirectamente a través del índice, y podría diferir de los daños que efectivamente sufra un productor o una zona particular por deterioros en las pasturas.

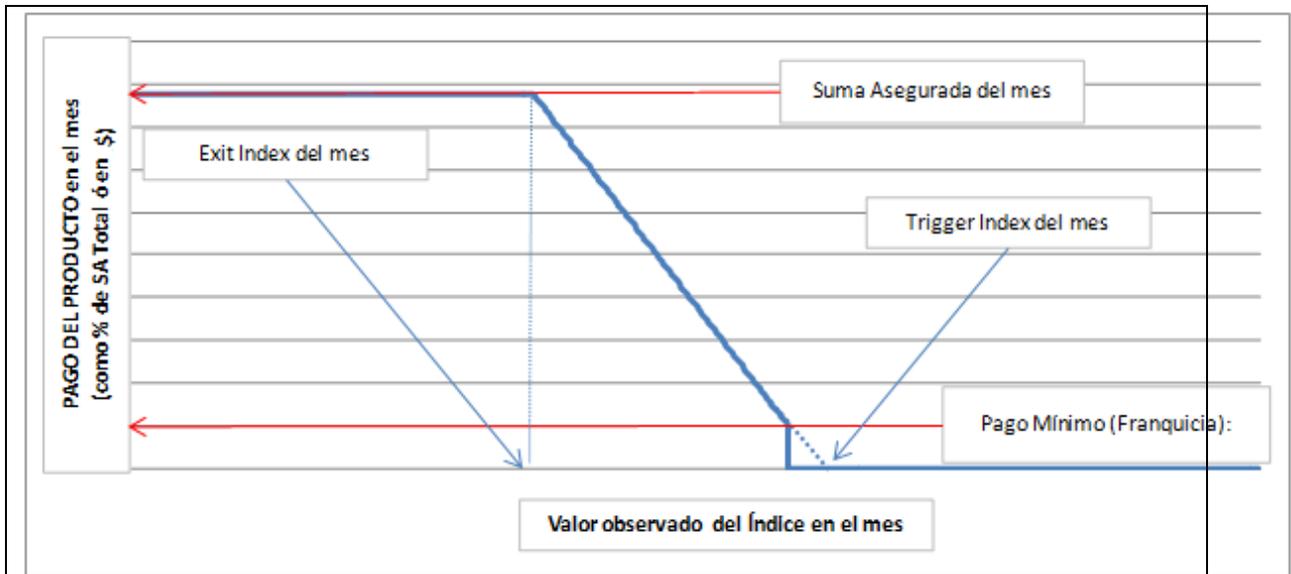


Figura 2. Esquema de indemnización del Seguro.

Trigger Index (TI)

El TI se calcula en base a la distribución de probabilidades del Índice en el mes analizado y a la frecuencia con la cual se esperan pagos, llamado *Período de Recurrencia* (PR). Por ejemplo, si el PR es 10 años, el TI se fijará en un valor tal que una vez cada 10 años se presente un pago en el mes analizado, es decir que se calculará como el percentil 10 de la distribución de probabilidades del Índice en ese mes. Si el PR es 7 años, habrá en promedio pagos una vez cada 7 años en el mes analizado, es decir en el 14% (aproximadamente) de los casos, por cual el TI se calculará como el percentil 14 de la distribución de probabilidades del Índice. Y así sucesivamente. Notar que para cada mes de cobertura habrá un TI. En general, se tiene que:

$$P(\text{Índice}_{mes} < TI_{mes}) = 1 / PR$$

Es importante destacar que el PR es un valor por mes y por clúster, por lo que la frecuencia de pagos total (considerando todos los meses y todos los Conglomerados) será mucho mayor al PR seleccionado.

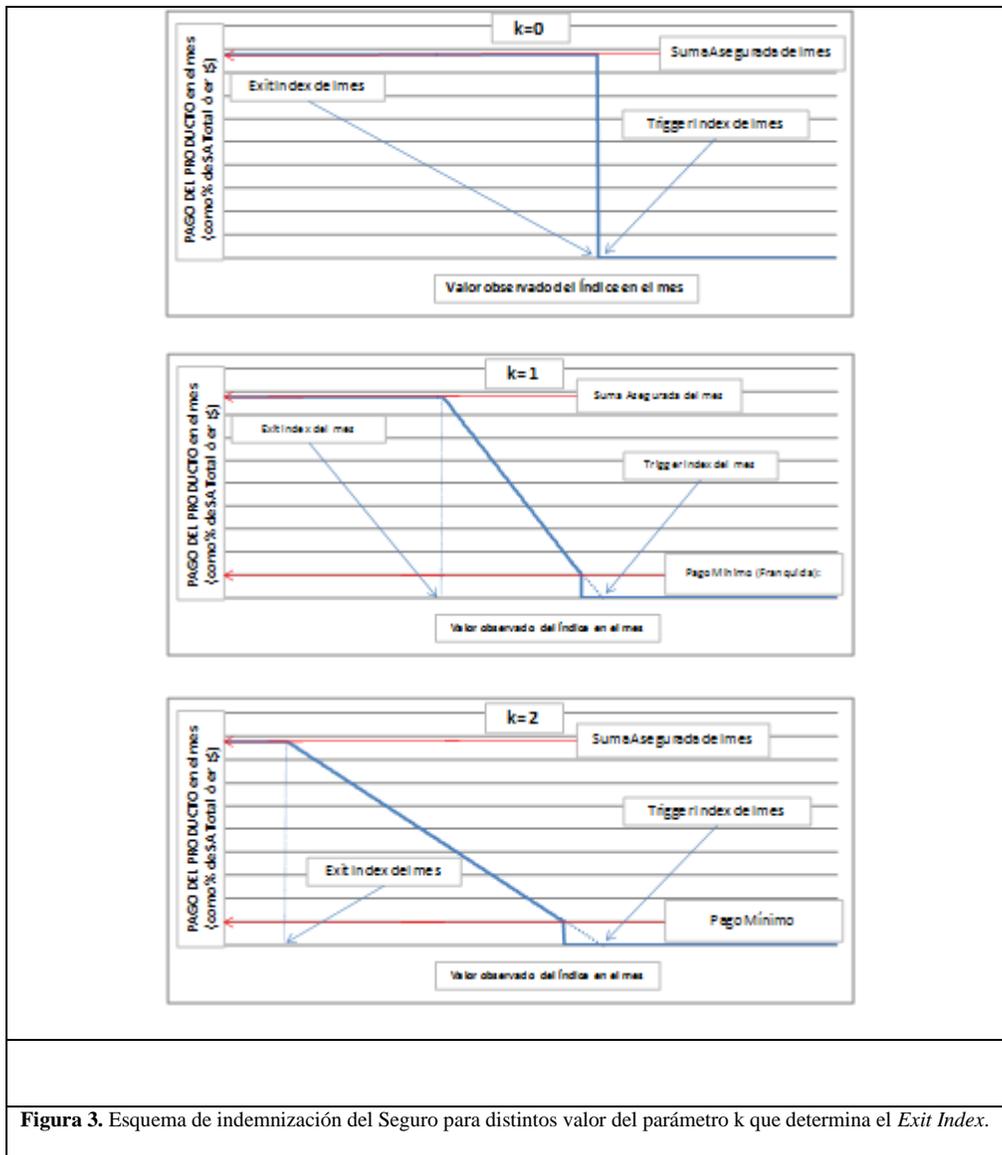
El TI puede calcularse utilizando dos *Métodos*: mediante la distribución de probabilidad histórica o empírica (Método = Hist.), o bien mediante la calibración de los datos a una distribución Normal (Método = Normal). Si se opta por “Método = Hist.”, simplemente se debe calcular el percentil de los datos históricos del Índice (del mes correspondiente). Si se opta por “Método = Normal”, el TI se calcula del siguiente modo:

$$P(\text{Índice}_{mes} < TI_{mes}^{\text{Método=Normal}}) = 1 / PR \Rightarrow TI_{mes}^{\text{Método=Normal}} = \mu_{mes} + z_{1/PR} \sigma_{mes}$$

donde μ_{mes} y σ_{mes} son el promedio y desvío estándar históricos de las observaciones del Índice en el mes analizado, y $z_{1/PR}$ es el valor de una variable aleatoria Normal Estándar que acumula 1/PR de probabilidad.

Exit Index (TI)

El *Exit Index* se calcula considerando una determinada cantidad de desvíos estándar por debajo del Trigger, es decir: $EI_{mes} = TI_{mes} - k_{EI}\sigma_{mes}$, donde el parámetro positivo k_{EI} determinará la pendiente de la recta de la Figura 2. Por ejemplo, si $k_{EI} = 0$ entonces $TI = EI$ y el producto paga “todo o nada”, y para valores mayores de k_{EI} la recta se hace más plana. En la Figura 3 se muestran esquemas de pago para distintos valores de k_{EI} .



Estimación de la Prima Pura (burn analysis) y Prima Técnica

Para estimar la Prima Pura del producto se realizó un análisis de pérdida promedio histórica (*burn analysis*). Una vez establecida la Suma Asegurada para cada mes de cobertura, el Período de Recurrencia (que permite establecer el TI de cada Clúster para cada mes de cobertura), y el parámetro k (que permite determinar el EI de cada Clúster para cada mes de cobertura), se procede a calcular cuál hubiese sido el pago en cada uno de los 31 años analizados en la base de datos (ver Sección 3.1). El promedio de los pagos históricos, calculado como porcentaje de la Suma Asegurada Total Anual, es la Tasa de Prima Pura para cada Sección Policial.

Las Tasas de Prima Pura para cada Departamento, y la Total para todo el Uruguay, se calculan como un Promedio Ponderado por la suma asegurada de las Tasas de Prima Pura de cada Sección Policial.

En la Sección 5.5 se presenta un ejemplo del cálculo de los Pagos Históricos para una Sección Policial, a partir de los cuales se calcula la Tasa de Prima Pura. En la Sección 5.6 se presenta el cálculo para un Departamento y el cálculo global para todo Uruguay.

La prima técnica (PT) está definida como la Tasa de Prima Pura (PP) más un Recargo de Seguridad Técnico (RST); que tiene el objetivo de cubrir errores en la estimación de la *PP* y constituir un fondo para eventos catastróficos, los cuales se miden a través de la PML. En el modelo desarrollado, se propone calcular el Recargo de Seguridad Técnico a partir de un factor aplicado al desvío estándar de los pagos históricos, es decir: $RST = \sigma_{Pagos;C} \times \gamma_{RS}$. En el presente documento, los autores asumen un RST equivalente a 30% del desvío estándar de las pérdidas históricas. La PT se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$PT = PP + RST$$

Cabe señalar que la metodología para la estimación de la RST es consistente con las prácticas actuariales utilizadas por la industria aseguradora. Otra metodología utilizada en la industria supone estimar el RST como un porcentaje de la PML definida por un período de retorno determinado (ej. un evento en cien años).

Prima de Tarifa Comercial

La Prima de Tarifa Comercial (PC) que debe pagar el Tomador de la cobertura se descompone de la siguiente manera:

$$PC = PP + RST + \alpha_{A\&O} PC + \alpha_{MU} PC$$

donde *PC* es la Prima de Tarifa Comercial, *PP* es la Prima Pura, *RST* es un Recargo de Seguridad Técnico (por errores en la estimación de la *PP* y para constituir un fondo para eventos catastróficos –PML–) $\alpha_{A\&O}$ es el porcentaje de la *PC* que permite cubrir los gastos administrativos y operativos de la cobertura, y α_U es el porcentaje de la *PC* que la Aseguradora cobra en concepto de Utilidad por asumir el riesgo.

Estimación de la Pérdida Máxima Probable (PML)

La metodología para la estimación del PML implica realizar un ajuste de la frecuencia e intensidad de los pagos históricos (como porcentaje de la Suma Asegurada Total) (i) ***en cada departamento*** y (ii) **a nivel agregado**. Para ello se ajusta una distribución Bernoulli para la ocurrencia del evento y una distribución Beta General en el intervalo 0 a 1 para la intensidad del pago. En total se deben ajustar 19 distribuciones Bernoulli (una para cada departamento y una global) y 19 distribuciones Beta General. Luego se deben realizar 10,000 simulaciones de los pagos históricos (en el análisis de factibilidad técnico se ha utilizado el software @Risk, y los resultados fueron exportados a Excel® 2007).

Una vez realizadas las simulaciones, la Pérdida Máxima Probable será un percentil de la distribución simulada de pagos calculado de acuerdo al período de recurrencia del evento. Por ejemplo, si se calcula la PML para un evento que ocurre en promedio una vez cada 100 años, la PML será el percentil 99; la PML para 1 en 50 años, será el percentil 98; la PML para 1 en 25 años sería el percentil 96; y así sucesivamente.

Cabe señalar que **en el software desarrollado por el equipo del Banco Mundial no se incluye esta metodología de cálculo de la PML**, dado que para cada selección de parámetros del producto se deberían recalibrar las 38 distribuciones (19 para frecuencia y 19 para intensidad) y volver a simular. En el software se incluyen dos cálculos simplificados de la PML (i) ajustando los pagos históricos a una distribución normal y (ii) calculando el percentil deseado de los pagos históricos observados. Si bien los cálculos incluidos en el software no tienen la rigurosidad de la metodología descrita más arriba, servirían como una primera aproximación.

Determinación de la Suma Asegurada

Se propone un cálculo de la Suma Asegurada Total (SAT) en función de la cantidad de animales de cada categoría asegurada y sus Requerimientos Nutricionales (RN). Como ejemplo, para estimar la SAT se utilizó una combinación de 25% de Harina de girasol y 75% de Afrechillo de trigo, ingredientes que fueron recomendados en el marco de la asistencia brindada por el MGAP a pequeños productores ganaderos durante la sequía ocurrida en el año 2005 en el norte del país. No obstante, puede utilizarse otra gran variedad de suplementos o raciones balanceadas para cubrir los RN.

De acuerdo al MGAP, cuatro kilogramos del suplemento alimenticio mencionado podrían cubrir los RN diarios para mantenimiento de una Vaca de Cría (una Unidad Ganadera). Suponiendo un costo de US\$⁴⁹235 por tonelada de Harina de girasol y US\$180 por tonelada de Afrechillo de trigo, el costo por Unidad Ganadera es de US\$0,7750 por día. Considerando este costo diario por UG, el costo de una alimentación completa en los 7 meses de cobertura (Septiembre a Marzo) ascendería a US\$ 162,75 para una Vaca de Cría. Si se incluyera también a las Vaquillona de más de años, el costo para los 7 meses de cobertura sería US\$130,20. Para el análisis aquí presentado, de acuerdo a las sugerencias del MGAP, solamente se incluyó a la categoría Vacas de Cría.

Sin embargo, es de esperar que la cobertura no sea por el 100% del costo de alimentación, dado que el objetivo es proteger a los animales de la muerte o mal venta, y además aún en las condiciones más adversas se espera que cierto porcentaje de forraje se pueda encontrar en el campo. Por lo tanto,

⁴⁹ Todos los valores monetarios presentados en este Manual son en dólares estadounidenses

se propone en principio una cobertura del 50% de los RN del ganado, por lo cual la Suma Asegurada sería US\$81,38 por cada Vaca de Cría (Ver Tabla 3).

Parámetros para Cálculo de Suma Asegurada									
Alimentación en base a compuesto	Harina de Girasol		Afrechillo de Trigo		Cant. x U.G.	Costo en US\$ x U.G. x día	Costo en US\$ x U.G. x mes		
	% en comp.	Precio	% en comp.	Precio					
	25%	USD 235,00	75%	USD 180,00	4 kg.	USD 0,7750	USD 23,2500		
		Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Unidades Ganaderas	Vacas	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
	Vaquillonas(2+)	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Vaquillonas(2-)	0,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Terneros	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% de Cobertura		0%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Suma Asegurada diaria	Vacas	USD 0,0000	USD 0,3875	USD 0,3875	USD 0,3875	USD 0,3875	USD 0,3875	USD 0,3875	USD 0,3875
	Vaquillonas(2+)	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000
	Vaquillonas(2-)	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000
	Terneros	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000	USD 0,0000
Días de cob.		30	30	30	30	30	30	30	30

S.A. Cobertura	Vacas	Vaquillonas(2+)	Vaquillonas(2-)	Terneros
Total	USD 81,38	USD 0,00	USD 0,00	USD 0,00

Tabla 3. Costo de alimentación completa en los meses de cobertura a base de girasol y salvado de trigo para las dos categorías a asegurar.

En las zonas del país que serían asegurables⁵⁰ existían 2.951.267 Vacas de Cría, en base a información del SNIG-DICOSE de la Declaración Jurada de 2011 que fue procesada por funcionarios de la OPYPA y el Banco Mundial. La Suma Asegurada Total Anual (SAT) incluyendo solamente a las vacas de cría y considerando 7 meses de cobertura sería US\$ 240.159.352. Si el período de cobertura fuera de 4 meses, de septiembre a diciembre, la SAT bajaría a US\$ 137.233.916.

Cabe señalar que no se han incluido todas las vacas del país, dado que la cobertura está dirigida a sistemas de cría, por lo que la SAT obviamente se incrementaría si se incluyeran todas las vacas de cría. La decisión del número de animales y categorías a incluir debe ser tomada por el Tomador del seguro.

La distribución de esta SAT en los meses de cobertura se puede realizar de la forma que se considere más conveniente. Pueden ser cantidades fijas o de acuerdo a los RN de la composición del ganado en cada uno de los Departamentos. En la Sección 5.3 se presenta un ejemplo.

Los valores aquí expuestos constituyen simplemente una propuesta, siendo los mismos modificables por las partes interesadas. El software desarrollado por el equipo del Banco Mundial permite realizar todos los cálculos para distintas especificaciones de Sumas Aseguradas. Para más detalles, ver la Sección 4.3.

3. Utilización del programa

Inicio del Tarificador

Para utilizar el Tarificador, en primer lugar se debe abrir el archivo *IndexInsurance_Uruguay_MasterFile*. Al abrirlo, si la configuración de macros es la indicada en

⁵⁰ Hubo zonas que se descartaron, de acuerdo a lo explicado en la Sección 3

la Sección 2, Excel mostrará una “Advertencia de Seguridad”. Para que el programa funcione adecuadamente, se debe presionar el botón de Opciones de la “Advertencia de Seguridad”, lo cual abre la ventana “Opciones de Seguridad de Microsoft Office”. En esta ventana, seleccionar el botón “*Habilitar este contenido*” para que las macros se habiliten (ver Figura 4).

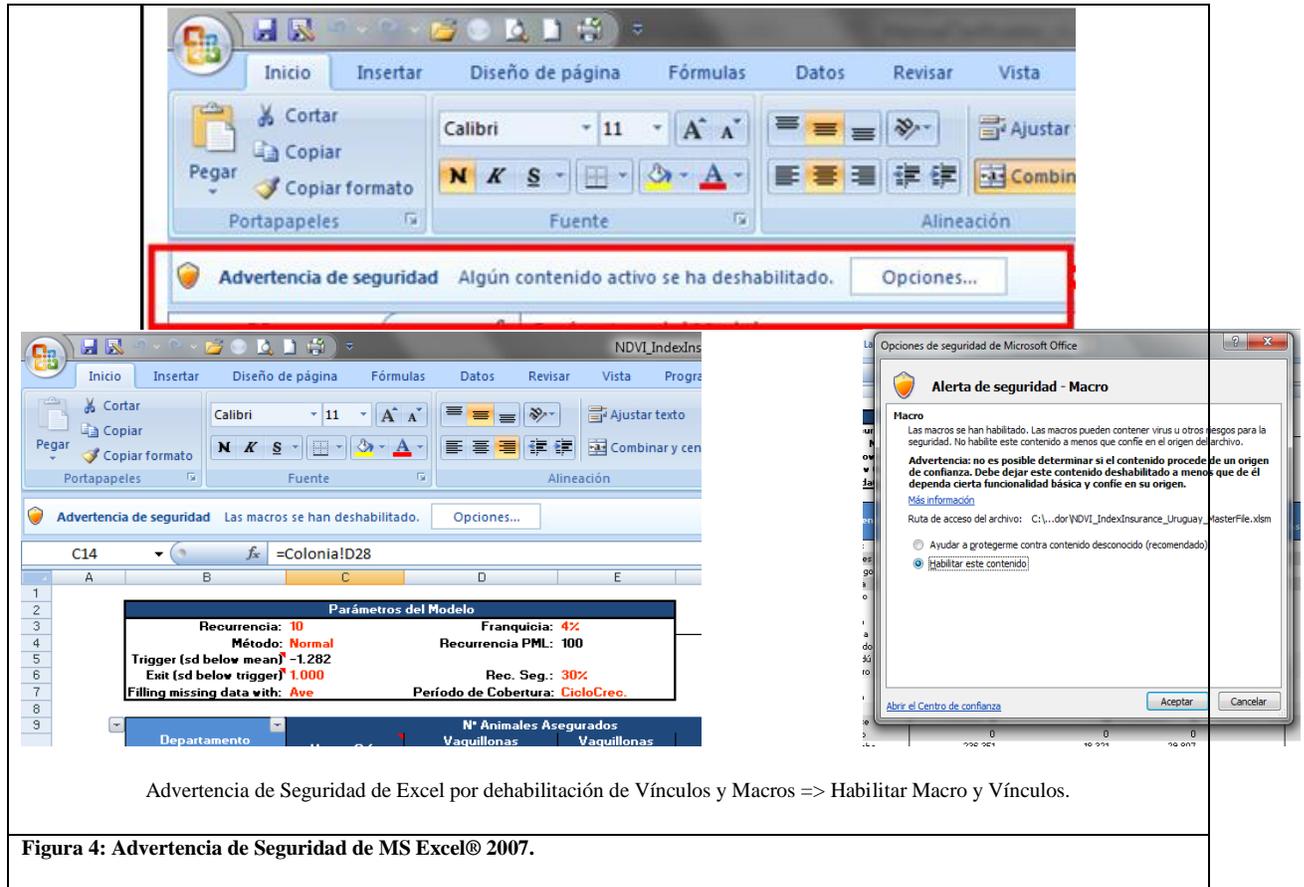


Figura 4: Advertencia de Seguridad de MS Excel® 2007.

Al habilitar las macros y los vínculos, el programa automáticamente preguntará si desea abrir los 18 archivos con la información de cada uno de los departamentos asegurados (ver Figura 5). Presionar el botón “Sí” para que se abran los archivos vinculados y pueda realizar cálculos con la planilla. La carga de estos archivos puede demorar unos minutos, dependiendo de la velocidad de la PC.

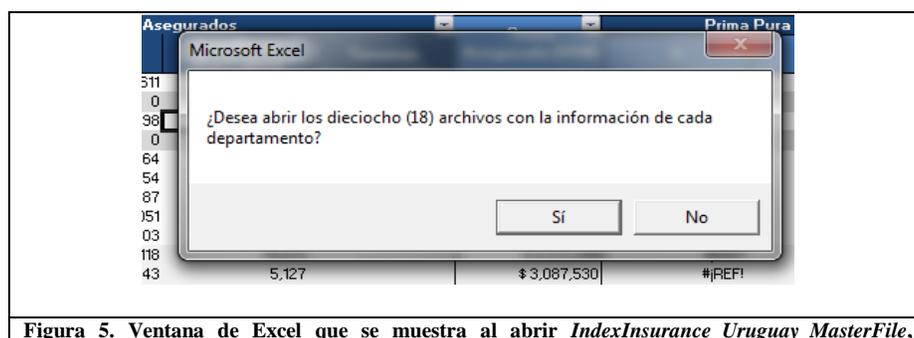


Figura 5. Ventana de Excel que se muestra al abrir *IndexInsurance_Uruguay_MasterFile*,

cuestionando para realizar la apertura de los restantes archivos del Tarificador.

En caso de presionar el botón “No”, no se abrirán los archivos de los departamentos, y las modificaciones en los parámetros no se verán reflejadas en los resultados. **Para que los cambios en los parámetros tengan efectos en los cálculos, es indispensable que todos los archivos mencionados en la Tabla 1 estén abiertos simultáneamente.**

Modificación de parámetros del modelo

En el archivo principal, *NDVI_IndexInsurance_Uruguay_MasterFile*, las celdas cuya fuente está en color rojo corresponden a parámetros modificables por el usuario. En la Figura 6 se observa una captura de la hoja “Parámetros” de dicho archivo para referencia del usuario.

Parámetros del Modelo	
Recurrencia: 10	Franquicia: 4%
Método: Normal	Recurrencia PML: 100
Trigger (sd below mean) -1.282	Rec. Seg.: 30%
Exit (sd below trigger) 1.000	Período de Cobertura: CicloCrec.

Figura 6. Parámetros del archivo *NDVI_IndexInsurance_Uruguay_MasterFile*

Los parámetros a establecer por el usuario son:

- **Recurrencia (PR)**: corresponde a la frecuencia, en años, con la cual se esperaría que se disparen pagos del seguro. En base a este parámetro, se establece el Trigger Index y el Exit Index.
- **Método**: se puede seleccionar entre utilizar un ajuste de los datos en base a una distribución de probabilidades Normal (Método = “Normal”) o utilizar la distribución de frecuencias histórica (Método = “Hist.”). A partir de esta selección, y con el Período de Recurrencia, se calculan los Trigger para cada uno de las Secciones Policiales de cada uno de los Departamentos.
- **Trigger (sd below mean)-** ($z_{1/PR}$): no es un parámetro modificable por el usuario. En caso que se seleccione “Método = Normal”, esta celda indica el número de desvíos estándar por debajo de la media en el cual se fija el Trigger, en función del PR seleccionado, $z_{1/PR}$. Más precisamente, el Trigger de cada Clúster en cada mes de cobertura, $TI_{C:mes}$, está dado por:

$$TI_{C:mes} = \mu_{C:mes} + \sigma_{C:mes} \times z_{1/PR}$$

donde $\mu_{C:mes}$ y $\sigma_{C:mes}$ son la media y el desvío estándar, respectivamente, de la serie histórica del Índice del clúster “C” en el mes “m”.

En caso de seleccionar “Método = Hist.”, esta celda toma el valor NC (No Corresponde), dado que no es necesaria para realizar los cálculos.

- **Exit (sd below trigger) - (k_{EI}):** permite establecer la cantidad de desvíos estándar por debajo del Trigger en la cual se establece el valor de “salida” a partir del cual se pagaría el total de la suma asegurada. Más precisamente, el valor Exit Index está dado por:

$$EI_{C:mes} = TI_{C:mes} - \sigma_{C:mes} \times k_{EI}$$

- **Franquicia:** es el porcentaje mínimo de la Suma Asegurada Total Anual (SATA) a partir del cual se originaría un pago (ver Sección 3.4).
- **Rec. Seg. (Recargo de Seguridad) - (γ_{RS}):** es el porcentaje del desvío estándar de los Pagos Históricos que se recarga a la Prima Pura para obtener la Prima Técnica (Ver Sección 3.5).
- **Período de Cobertura:** las opciones del software permiten seleccionar que el período de cobertura se defina (i) dentro del año calendario (Calendario): el "año póliza" es Enero a Diciembre del mismo año; ó (ii) Ciclo de crecimiento del pasto (CicloCrec.): el "año póliza" empieza en Agosto de un año y finaliza en Julio del año siguiente. La diferencia en las Tasas de Prima Pura estimadas por las dos metodologías son muy similares; pero se presentan mayores diferencias en las Tarifas técnicas calculadas debido al cambio en el desvío estándar de los valores del índice NDVI.
- **Período de recurrencia PML (PR_{PML}):** es el número de años a partir del cual se estimará una aproximación de la Pérdida Máxima Probable (PML). Un cálculo más preciso de la PML requiere la realización de simulación de Monte Carlo por fuera del tarificador. Sin embargo, en el mismo se incluye una primera aproximación a la PML. Para más detalles, ver Sección 3.7.

El usuario puede seleccionar los meses que se incluyen en la cobertura y el nivel de aseguramiento en la hoja *CalculoSumaAsegurada*, ingresando un porcentaje de cobertura (entre 0 y 100% de los requisitos nutricionales) mayor a cero para los meses cubiertos. En caso de ingresar 0% como "% de Cobertura" (ver Tabla 5 más adelante), el mes se excluiría de la cobertura.

El número de animales de cada categoría debe ingresarse en la hoja *Cabezas*.

Modificación de parámetros para cálculo de Suma Asegurada

Si bien en la Sección 3.8 se expuso una Suma Asegurada Total Anual propuesta, la misma puede ser modificada en base a la modificación de parámetros del modelo. En particular, (i) la cantidad de cabezas por categoría de ganad asegurado en cada Sección Policial, (ii) el porcentaje del costo alimenticio total que se desea cubrir, y (iii) el costo de alimentación por Unidad Ganadera, son todos parámetros modificables por el usuario.

Número de animales

Para modificar el número de animales asegurados, se debe ingresar en la hoja de cálculo “Cabezas” del archivo *NDVI IndexInsurance Uruguay MasterFile*, y cambiar el número de vacas u otras categorías que se desee incluir en cada una de las Secciones Policiales de cada Departamento asegurado. En la Tabla 4 a continuación se exponen los datos de algunas categorías del Departamento de Artigas.

Datos Provisorios suministrados por OPyPA.					
Departamento	Seccional Policial	Vacas	Vaquillonas (+2)	Vaquillonas (1 a 2)	Terneros/as
Artigas	01	7	0	0	7
	02	57	13	13	50
	03	11,683	1,259	2,167	4,597
	04	23,813	2,215	3,904	12,848
	05	37,008	4,088	9,704	25,255
	06	19,015	2,187	5,948	11,763
	07	4,641	917	1,017	2,605
	08	42,121	4,941	10,086	25,541
	09	37,760	5,026	11,061	26,730
	10	32,700	3,153	6,530	17,519
	11	31,892	3,798	7,361	17,784
	12	16,602	2,922	3,905	10,534
Total Artigas		257,299	30,519	61,696	155,233

Tabla 4. Número de vacas y vaquillonas del Departamento de Artigas.

Porcentaje de cobertura y costo de alimentación por Unidad Ganadera.

Los parámetros del porcentaje de cobertura y costo de alimentación por Unidad Ganadera se encuentran en la hoja *CalculoSumaAsegurada*, del archivo NDVI_IndexInsurance_Uruguay_MasterFile. En la Tabla 5 se muestra la hoja de cálculo mencionada, en la cual se puede modificar el precio de la tonelada del suplemento que se utilice o la cantidad de kilogramos a suplementar por Unidad Ganadera, o el porcentaje de cobertura de cada uno de los meses incluidos en la cobertura, o la cantidad de Unidades Ganaderas a las que equivale un animal de cada categoría en cada mes del año.

Parámetros para Cálculo de Suma Asegurada																	
Alimentación en base a compuesto	Harina de Girasol		Afrechillo de Trigo		Cant. x U.G.	Costo en US\$ x U.G. x día	Costo en US\$ x U.G. x mes										
	% en comp.	Precio	% en comp.	Precio				Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May
	25%	USD 235.00	75%	USD 180.00	4 kg.	USD 0.7750	USD 23.2500										
Unidad Ganadera	Vacas	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	Vaquillonas(2+)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Vaquillonas(2-)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Terneros	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
% de Cobertura		0%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	0%	0%	0%	0%	0%
Asegurada Suma diaria	Vacas	USD 0.0000	USD 0.3875	USD 0.3875	USD 0.3875	USD 0.3875	USD 0.3875	USD 0.3875	USD 0.3875	USD 0.3875	USD 0.3875	USD 0.3875	USD 0.0000				
	Vaquillonas(2+)	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000
	Vaquillonas(2-)	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000
	Terneros	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000	USD 0.0000
Días de cob.		30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
S.A. Cobertura	Vacas	USD 81.38	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00
Total		USD 81.38	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00	USD 0.00

Tabla 5. Porcentaje de cobertura y costo de alimentación.

Es importante destacar que para reflejar un mes excluido de la cobertura se indica en la celda “% de Cobertura” de la hoja de cálculo “CalculoSumaAsegurada” un cero por ciento. Asimismo, para excluir una categoría basta con suponer que la cantidad de UG a las que equivale es cero. Los meses

y las categorías no incluidas en la cobertura no están analizados en los archivos de los 18 departamentos, por lo cual no tendrán ningún efecto en los cálculos del modelo.

Guardado de datos y cierre del Tarificador

Al cerrar el archivo principal, *NDVI_IndexInsurance_Uruguay_MasterFile*, el programa preguntará al usuario si desea cerrar todos los archivos de los departamentos (ver Figura 7, a continuación).

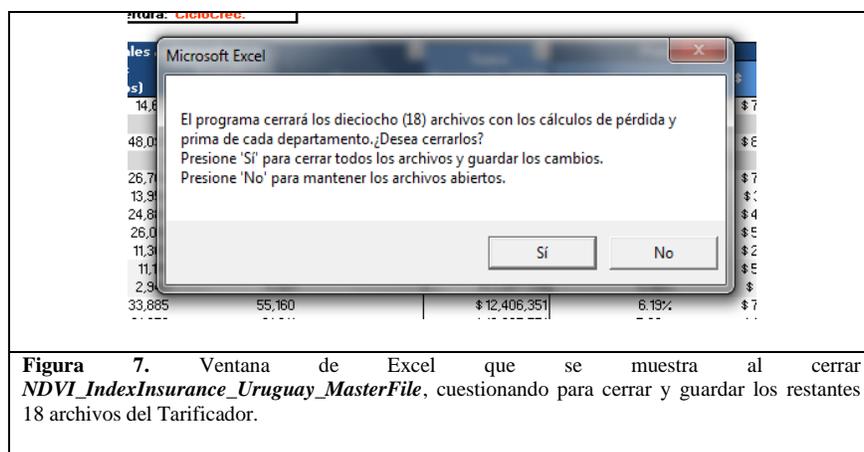


Figura 7. Ventana de Excel que se muestra al cerrar *NDVI_IndexInsurance_Uruguay_MasterFile*, cuestionando para cerrar y guardar los restantes 18 archivos del Tarificador.

Al seleccionar “Sí” se cerrarán todos los archivos y se guardarán los cambios realizados en ellos. Si se selecciona “No”, se deberán cerrar cada uno de los archivos individualmente.

4. Ejemplo: aplicación de la metodología y uso del Tarificador

Se ilustra a continuación la metodología completa aplicada a la Sección Policial número 3 (SP3) del Departamento de Artigas. Todos los resultados aquí ilustrados se pueden reproducir utilizando el programa Tarificador presentado en la sección anterior. En particular, los datos aquí presentados se obtuvieron del archivo de la hoja de cálculo “Artigas” del archivo *NDVI_IndexInsurance_Uruguay_MasterFile.xlsm* y del archivo *Dpto02_Artigas.xlsm*.

Asimismo, se presenta el agregado para todo el Departamento de Artigas, y también el resumen de todo el Uruguay.

Datos, Zonas de Riesgo Homogéneas e Índice

La Sección Policial SP3 posee 14 píxeles. El análisis de clúster en esta sección indica que existen dos ZRH (ver Sección 3.2). El primer Clúster (ZRH), llamado SP3_1, posee 3 píxeles, y el segundo clúster, SP3_2, posee once píxeles. De acuerdo a lo mencionado en la Sección 3.2, todos los cálculos para la Sección Policial se realizarán con los datos del Clúster con mayor número de píxeles, es decir el SP3_2, cuyos componentes son los píxeles N° 196, 197, 198, 230, 231, 232, 263, 264, 265, 297, 332.

Relleno de datos faltantes

En la Tabla 2 se expusieron los meses en los cuales no existen datos de NDVI en ningún píxel de Uruguay. De acuerdo a lo mencionado en la Sección 3.1 el dato de Noviembre del año 1982, 1994 y 1996 del píxel 196, por ejemplo, se completa con el promedio de todos datos de NDVI del mes de noviembre del píxel 196 en los restantes años de la muestra. En la Tabla 6 se muestra el cálculo del promedio de Noviembre para el píxel mencionado. Los tres datos faltantes en Noviembre de 1982, 1994 y 1996 se completaron utilizando el valor promedio ilustrado en la Tabla 6, es decir 0.59727.

<i>Año</i>	<i>Mes</i>	<i>NDVI</i>
1981	11	0.57395
1983	11	0.52340
1984	11	0.63516
1985	11	0.59439
1986	11	0.60254
1987	11	0.64940
1988	11	0.58304
1989	11	0.50667
1990	11	0.66084
1991	11	0.59701
1992	11	0.57603
1993	11	0.64715
1995	11	0.55701
1997	11	0.65395
1998	11	0.59416
1999	11	0.51752
2000	11	0.63703
2001	11	0.64824
2002	11	0.65495
2003	11	0.62095
2004	11	0.59118
2005	11	0.60059
2006	11	0.57133
2007	11	0.65652
2008	11	0.58071
2009	11	0.59916
2010	11	0.45481
2011	11	0.63593
Promedio		0.59727

Tabla 6. Cálculo del promedio del NDVI en noviembre en el píxel 196 de la SP3 de Artigas, para reemplazar los datos faltantes en 1982, 1994 y 1996.

Los datos faltantes rellenos para el Clúster SP3_2 de Artigas se ilustran en la Tabla 7.

año	mes	196	197	198	230	231	232	263	264	265	297	332
1982	11	0.59727	0.60725	0.62674	0.60802	0.61515	0.64538	0.58987	0.60740	0.61862	0.60654	0.61909
1982	12	0.56572	0.58257	0.60502	0.57211	0.56906	0.61021	0.54878	0.56639	0.57556	0.56042	0.57550
1983	6	0.56785	0.56223	0.56730	0.56671	0.57686	0.58972	0.56791	0.57638	0.58234	0.57821	0.57636
1983	7	0.53890	0.53491	0.54294	0.54259	0.55792	0.56257	0.55012	0.55599	0.55792	0.55740	0.56061
1989	8	0.52357	0.51856	0.53194	0.53212	0.54710	0.55443	0.53967	0.54478	0.54948	0.54691	0.54767
1990	8	0.52357	0.51856	0.53194	0.53212	0.54710	0.55443	0.53967	0.54478	0.54948	0.54691	0.54767
1990	9	0.55457	0.54942	0.55937	0.55739	0.57462	0.58610	0.56047	0.57345	0.58154	0.58039	0.57769
1990	10	0.59413	0.59550	0.60372	0.60354	0.61900	0.63871	0.59657	0.61311	0.62203	0.61713	0.62414
1993	2	0.57130	0.58957	0.61247	0.57479	0.57171	0.61062	0.55414	0.57111	0.58091	0.57586	0.58665
1993	9	0.55457	0.54942	0.55937	0.55739	0.57462	0.58610	0.56047	0.57345	0.58154	0.58039	0.57769
1993	10	0.59413	0.59550	0.60372	0.60354	0.61900	0.63871	0.59657	0.61311	0.62203	0.61713	0.62414
1994	9	0.55457	0.54942	0.55937	0.55739	0.57462	0.58610	0.56047	0.57345	0.58154	0.58039	0.57769
1994	10	0.59413	0.59550	0.60372	0.60354	0.61900	0.63871	0.59657	0.61311	0.62203	0.61713	0.62414
1994	11	0.59727	0.60725	0.62674	0.60802	0.61515	0.64538	0.58987	0.60740	0.61862	0.60654	0.61909
1994	12	0.56572	0.58257	0.60502	0.57211	0.56906	0.61021	0.54878	0.56639	0.57556	0.56042	0.57550
1996	8	0.52357	0.51856	0.53194	0.53212	0.54710	0.55443	0.53967	0.54478	0.54948	0.54691	0.54767
1996	9	0.55457	0.54942	0.55937	0.55739	0.57462	0.58610	0.56047	0.57345	0.58154	0.58039	0.57769
1996	10	0.59413	0.59550	0.60372	0.60354	0.61900	0.63871	0.59657	0.61311	0.62203	0.61713	0.62414
1996	11	0.59727	0.60725	0.62674	0.60802	0.61515	0.64538	0.58987	0.60740	0.61862	0.60654	0.61909
1996	12	0.56572	0.58257	0.60502	0.57211	0.56906	0.61021	0.54878	0.56639	0.57556	0.56042	0.57550
1998	4	0.61656	0.62207	0.62613	0.62057	0.62164	0.63924	0.60981	0.62331	0.62805	0.61730	0.62388
1998	5	0.59441	0.59487	0.60250	0.59874	0.60339	0.61983	0.59569	0.60891	0.61042	0.60666	0.60777
2000	1	0.53740	0.56429	0.59428	0.54624	0.54908	0.58349	0.51751	0.53895	0.54486	0.53950	0.55931
2000	2	0.57130	0.58957	0.61247	0.57479	0.57171	0.61062	0.55414	0.57111	0.58091	0.57586	0.58665

Tabla 7. Datos rellenos en los once píxeles del Clúster 2 de la Sección Policial 3 de Artigas.

Finalmente, con la serie completa de datos de NDVI, se procede a calcular el promedio entre los píxeles utilizados para el análisis. En la Tabla 8 se presentan los primeros datos del índice para el Clúster SP3_2.

año	mes	196	197	198	230	231	232	263	264	265	297	332	ÍNDICE
1981	8	0.52875	0.52240	0.53597	0.54194	0.55716	0.57336	0.54618	0.55315	0.56362	0.51308	0.56788	0.54577
1981	9	0.55363	0.55396	0.55403	0.56704	0.57189	0.58035	0.56093	0.56808	0.58044	0.58021	0.57503	0.56778
1981	10	0.54926	0.54843	0.54949	0.55074	0.55275	0.58730	0.54897	0.55708	0.56039	0.56445	0.57387	0.55843
1981	11	0.57395	0.60223	0.63935	0.55719	0.57706	0.60091	0.58000	0.57809	0.57519	0.58190	0.59170	0.58705
1981	12	0.55126	0.51704	0.55212	0.49559	0.49505	0.51770	0.49543	0.50687	0.49768	0.51898	0.52883	0.51605
1982	1	0.58401	0.59467	0.61774	0.53771	0.55737	0.57076	0.56302	0.55036	0.54063	0.58163	0.58447	0.57112
1982	2	0.52515	0.50990	0.53478	0.50442	0.52110	0.53828	0.50811	0.52072	0.54471	0.51152	0.53421	0.52299
1982	3	0.59300	0.62728	0.65091	0.61896	0.61732	0.63766	0.58989	0.60933	0.62914	0.60081	0.61852	0.61753
1982	4	0.58825	0.60113	0.61429	0.57047	0.57047	0.58154	0.56123	0.54436	0.54484	0.58697	0.55387	0.57431
1982	5	0.57525	0.57737	0.58650	0.56387	0.56103	0.56401	0.56229	0.56473	0.56473	0.58529	0.56836	0.57031
1982	6	0.56386	0.55045	0.55124	0.54344	0.53896	0.54928	0.54155	0.56190	0.58635	0.56553	0.55470	0.55521
1982	7	0.51875	0.53006	0.53308	0.51081	0.52064	0.52508	0.52510	0.54951	0.56581	0.52630	0.52314	0.52984
1982	8	0.55696	0.52345	0.52926	0.55061	0.54096	0.55779	0.55162	0.55550	0.58066	0.56594	0.56111	0.55217
1982	9	0.60483	0.55206	0.53219	0.56652	0.57646	0.56707	0.56358	0.56720	0.58061	0.60212	0.55636	0.56991
1982	10	0.60245	0.60455	0.60966	0.62034	0.63297	0.63988	0.61272	0.62002	0.62524	0.63183	0.63144	0.62101
1982	11	0.59727	0.60725	0.62674	0.60802	0.61515	0.64538	0.58987	0.60740	0.61862	0.60654	0.61909	0.61285
1982	12	0.56572	0.58257	0.60502	0.57211	0.56906	0.61021	0.54878	0.56639	0.57556	0.56042	0.57550	0.57558
...

Tabla 8. Serie de NDVI para los píxeles 196, 197, 198, 230, 231, 232, 263, 264, 265, 297, 332, correspondientes al Clúster N° 2 del Sección Policial No. 3 del Departamento Artigas, e Índice calculado como promedio del NDVI de cada píxel.

Cálculo de Trigger Index y Exit Index

En esta sección se ilustra el cálculo del *Trigger Index* (TI) y *Exit Index* (EI) para el mes de Noviembre, y luego se mostrarán los resultados para los 7 meses incluidos en la cobertura en este ejemplo, a saber: Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero, y Marzo (Ver Sección 3.3). Los datos del Índice en el mes de Noviembre de cada año de la muestra se ilustran en la Tabla 9 de la página siguiente.

Trigger Index (TI) Noviembre

El TI para el mes de Noviembre para la Sección Policial No. 3 (utilizando los datos del Clúster 2) se calcula como un percentil de los datos de la Tabla 9, en función del Período de Recurrencia (PR) deseado. Por ejemplo, para un PR de 7 años, se debe hallar el valor del Índice tal que haya una probabilidad aproximada de 14.28% ($\approx 1/7$) de que el Índice observado en Noviembre esté por debajo de dicho valor. Este valor será el TI. En general, se tiene que:

$$P(\text{Índice}_{mes} < TI_{mes}) = 1 / PR$$

Para calcular el TI se puede utilizar la distribución de frecuencias históricas (“Método = Hist.”, ver Sección 4.3), o bien un ajuste mediante una distribución Normal (“Método = Normal”, ver Sección 4.3). Si se opta por la distribución histórica, simplemente se busca el percentil en los datos históricos, con lo cual el Trigger Index es:

$$P(\text{Índice}_{Artigas;SP3;Nov} < TI_{Artigas;SP3;Nov}^{\text{Método=Hist.}}) = 1 / 7 \approx 14.28\% \Rightarrow TI_{Artigas;SP3;Nov}^{\text{Método=Hist.}} = 0.57489$$

Si se opta por “Método = Normal”, el Trigger Index es:

$$P\left(\text{Índice}_{Artigas;SP3;Nov} < TI_{Artigas;SP3;Nov}^{\text{Método=Normal}}\right) = 1/7 \cong 14.28\%$$

$$TI_{Artigas;SP3;Nov}^{\text{Método=Normal}} = \mu_{Artigas;SP3;Nov} + z_{0.1428} \sigma_{Artigas;SP3;Nov} = 0.61285 + (-1,068) \times 0.04103 = 0.56904$$

donde $\mu_{Artigas;SP3;Nov}$ y $\sigma_{Artigas;SP3;Nov}$ son el promedio y desvío estándar históricos de las observaciones del Índice la Sección Policial 3 de Artigas en el mes de Noviembre (ver Tabla 9), y $z_{0,1428}$ es el valor de una variable aleatoria Normal Estándar que acumula una probabilidad de 14.28%.

año	mes	ÍNDICE
1981	11	0.58705
1982	11	0.61285
1983	11	0.59471
1984	11	0.63275
1985	11	0.61543
1986	11	0.64909
1987	11	0.65566
1988	11	0.60007
1989	11	0.54295
1990	11	0.65024
1991	11	0.57852
1992	11	0.56880
1993	11	0.63263
1994	11	0.61285
1995	11	0.57227
1996	11	0.61285
1997	11	0.65264
1998	11	0.62048
1999	11	0.57344
2000	11	0.65488
2001	11	0.66732
2002	11	0.66432
2003	11	0.63675
2004	11	0.60268
2005	11	0.61571
2006	11	0.58709
2007	11	0.66871
2008	11	0.59735
2009	11	0.61873
2010	11	0.47789
2011	11	0.64161
Promedio		0.61285
Desvío Estándar		0.04103

Tabla 9. Valor del Índice para el Clúster N°2 de la Sección Policial No. 3 del Departamento de Artigas en el mes de Noviembre en los 31 años de muestra.

Exit Index (EI) Noviembre

Para calcular el EI (valor a partir del cual se paga la Suma Asegurada Total del mes) se debe fijar el parámetro “Desvío para Exit Index”, llamado k_{EI} , que indica el número de desvíos estándar por debajo del TI en el cual se fijará el EI: $EI_{mes} = TI_{mes} - k_{EI} \sigma_{mes}$ (ver Sección 3.4 y Sección 4.2). Considerando los datos bajo análisis, y fijando $k_{EI} = 1$, el *Exit Index* con los dos métodos será:

$$EI_{Artigas;SP3;Nov}^{Método=Normal} = TI_{Artigas;SP3;Nov}^{Método=Normal} - 1 \times \sigma_{Artigas;SP3;Nov} = 0.56904 - 1 \times 0.04103 = 0.52801$$

$$EI_{Artigas;SP3;Nov}^{Método=Hist.} = TI_{Artigas;SP3;Nov}^{Método=Hist.} - 1 \times \sigma_{Artigas;SP3;Nov} = 0.57489 - 1 \times 0.04103 = 0.53386$$

Trigger Index y Exit Index para todos los meses

En la Tabla 10 se exponen los TI y EI para todos los meses de cobertura y bajo los dos métodos. Notar que los valores de Noviembre son los calculados precedentemente.

Mét. Normal	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Trigger:	0.52434	0.57041	0.56904	0.50831	0.44412	0.49795	0.53816
Exit:	0.48284	0.53183	0.52801	0.44530	0.34281	0.41946	0.46518

Mét. Histórico	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar
Trigger:	0.51597	0.57928	0.57489	0.50600	0.45711	0.51256	0.58438
Exit:	0.47448	0.54070	0.53386	0.44299	0.35581	0.43407	0.51140

Tabla 10. Trigger Index y Exit Index para los meses de cobertura correspondientes a la Sección Policial No. 3 (calculados a partir de la ZRH N°2) del Departamento de Artigas, utilizando los dos Métodos (Histórico y Normal).

Cálculo de Suma Asegura Total y distribución en el período de cobertura

Para este ejemplo se utiliza la cobertura de 50% de las necesidades de mantenimiento (2 kg de concentrado) por Unidad Ganadera y 210 días de cobertura (7 meses), por lo que la SA sería de US\$ 81.375 por Vaca de Cría (ver Tabla 3 en la Sección 3.8). Bajo el supuesto de un requerimiento nutricional homogéneo en el período de cobertura, un séptimo de la Suma Asegurada se asigna a cada mes de cobertura.

En el Departamento de Artigas, según la Declaración Jurada de 2011, existían 257,235 Vacas en los sistemas productivos de cría (Relación Novillo/Vaca inferior a 1.2) en los Píxeles Considerados (ver “Píxeles considerados” en la Sección 3.1), con lo cual la Suma Asegurada total del Departamento es US\$ 20.932.498 (257.235 UG por US\$ 81.375) y su distribución mensual se exponen en la Tabla 11.

	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	
% Cobertura	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	
SA Vacas de Cría	USD 2,990,357	TOTAL ARTIGAS						
SA Total Dpto	USD 2,990,357	USD 20,932,498						
SA %	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	14.3%	

Tabla 11. Suma Asegurada Total del Departamento de Artigas y asignación a cada uno de los meses de cobertura.

Notar que la distribución mensual de la Suma Asegurada es un séptimo del total debido a que se supuso el mismo requerimiento nutricional en todo el período de cobertura, sin embargo esto

podría cambiar si los requerimientos asegurados variaran. A su vez, en cada una de las Secciones Policiales la asignación podría ser diferente de acuerdo a la composición del rodeo. Sin embargo, a fin de simplificar el modelo, se utilizó en todas las Secciones Policiales la distribución mensual de Suma Asegurada global para todo el Departamento.

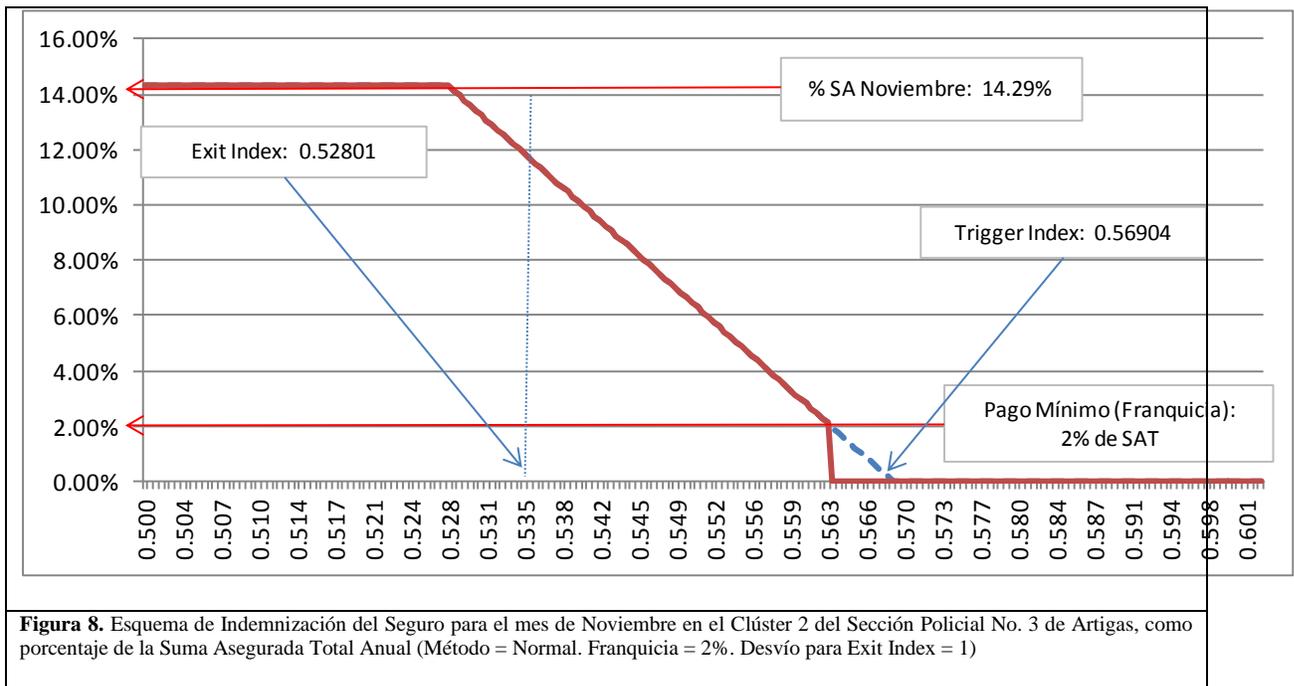
En particular, en el Sección Policial No. 3 hay 11,683 Vacas en los sistemas de cría de los “Píxeles Considerados” (ver Sección 3.1), por lo que la Suma Asegurada Total es US\$ 950,704, y en el caso de requerimiento homogéneos se asignaría un séptimo de dicho monto a cada mes de la cobertura, es decir US\$ 135,814.

De acuerdo al diseño del producto, cuando el Índice observado en septiembre sea inferior al *Exit Index de septiembre*, se pagará US\$ 135,814 (14.28% -1/7- de la Suma Asegurada de la Sección Policial), cuando el Índice observado en octubre sea inferior al *Exit Index de octubre*, se pagará US\$ 135,814 (un séptimo de la Suma Asegurada de la Sección Policial), y así sucesivamente.

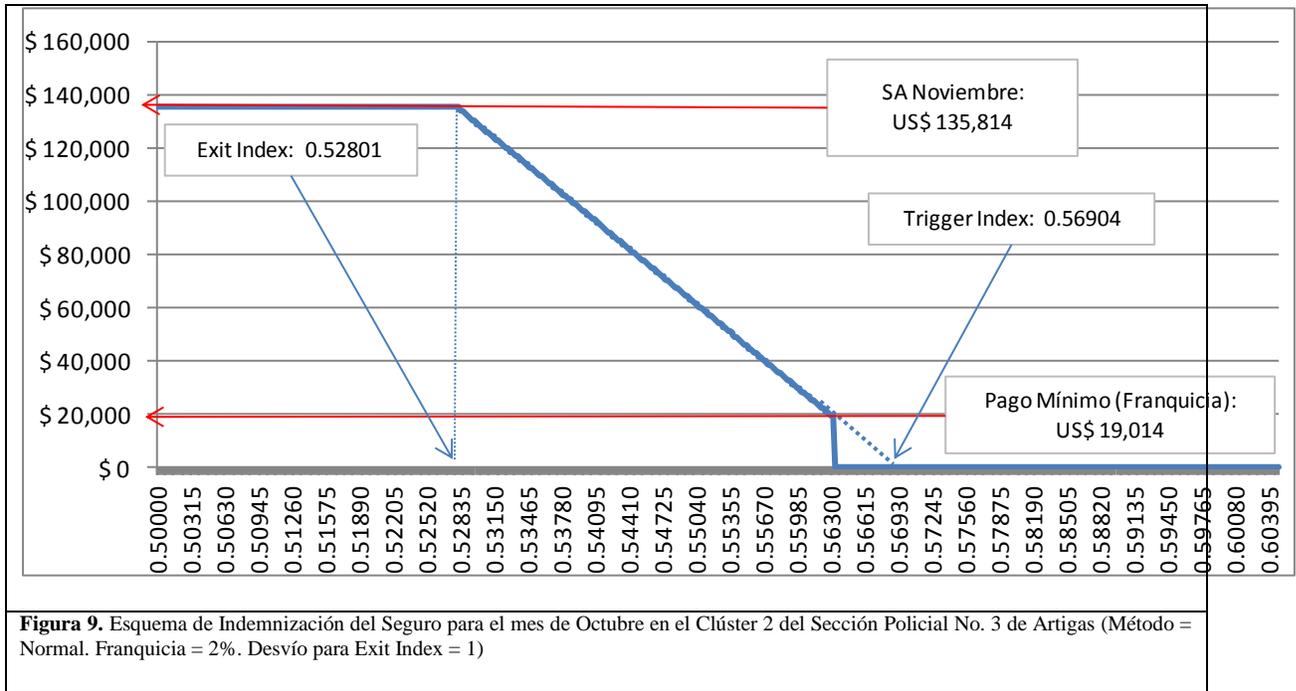
Esquema de Pago

El pago del producto se dispara si el Índice en un mes particular de cobertura es inferior al Trigger Index para ese mes. Si el Índice es inferior al Extit Index, se paga toda la Suma Asegurada del mes bajo análisis. Si el Índice está entre el Trigger y el Exit, se produce un pago proporcional. Para evitar pagos irrisorios, se establece una Franquicia (no Deducible) en el producto (ver Sección 3.4).

En la Figura 8 se ilustra el diagrama de pago para el mes de Noviembre como porcentaje de la Suma Asegurada Total Anual, de acuerdo al Trigger Index y Exit Index calculados en la Sección 5.2, y en base a la distribución de Suma Asegurada establecido en la Sección 5.3. Para el cálculo se utilizó “Método = Normal”, “Desvío para Exit Index = 1” y “Franquicia = 2%”.



En la Figura 9, se ilustra el diagrama de pago para el mes de Noviembre, en dólares estadounidenses, con los mismos parámetros que en la Figura 8.



Pagos Históricos y Burn Analysis

En base los parámetros establecidos previamente, se calculan cuáles hubiesen sido los pagos del producto en cada uno de los años de la muestra.

Por ejemplo, en Noviembre de 1992, el Índice del Clúster 2 de la Sección Policial No. 3 (SP3_2) fue 0.56880 (ver Tabla 9). Dado que ese valor es menor al Trigger (Ver Tabla 10), en principio se dispararía un pago igual a:

$$Pérdida_{Nov/1992} = \frac{0.56904 - 0.56880}{0.56904 - 0.52801} \times \$135,814 = \$794$$

Sin embargo, la Franquicia del 2% de la Suma Asegurada Total Anual es US\$ 19,014, por lo cual en Noviembre de 1992 el producto no hubiese realizado pago alguno (ver Sección 3.4).

En Noviembre de 1989, el Índice el Clúster 2 del Sección Policial No. 3 (SP3_2) fue 0.54295 (ver Tabla 9, en la Sección 5.2). Dado que ese valor es menor al Trigger, el pago hubiese sido:

$$Pago_{Nov/1989} = \frac{0.56904 - 0.54295}{0.56904 - 0.52801} \times \$135,814 = \$86,361$$

Dado que este monto es superior a la Franquicia, se hubiese pagado efectivamente dicho monto (ver Sección 3.4).

En la Tabla 12 se ilustran los pagos de la Sección Policial No. 3 de Artigas, en el mes de noviembre de cada año, en dólares (\$) y como porcentaje de la Suma Asegurada Total Anual (SAT)⁵¹.

Realizando un procedimiento similar para cada uno de los meses de cobertura, se obtienen los Pagos Históricos (como porcentaje de la SAT) que se muestran en la Tabla 13. Promediando los valores de la última columna de la Tabla 13 se obtiene una estimación de la Tasa de Prima Pura para la Sección Policial No. 3 de Artigas, la cual asciende a 8.72%.

⁵¹ Las cifras difieren levemente por redondeos realizados en los valores de NDVI.

Pagos Históricos Noviembre		
Años	Pago (% SAT)	Pago
1981	0.0%	0
1982	0.0%	0
1983	0.0%	0
1984	0.0%	0
1985	0.0%	0
1986	0.0%	0
1987	0.0%	0
1988	0.0%	0
1989	9.1%	86,368
1990	0.0%	0
1991	0.0%	0
1992	0.0%	0
1993	0.0%	0
1994	0.0%	0
1995	0.0%	0
1996	0.0%	0
1997	0.0%	0
1998	0.0%	0
1999	0.0%	0
2000	0.0%	0
2001	0.0%	0
2002	0.0%	0
2003	0.0%	0
2004	0.0%	0
2005	0.0%	0
2006	0.0%	0
2007	0.0%	0
2008	0.0%	0
2009	0.0%	0
2010	14.3%	135,815
2011	0.0%	0

Tabla 12. Pagos Históricos en el mes de Noviembre del Sección Policial No. 3 de Artigas (\$ y porcentaje de Suma Asegurada Total Anual).

año \ mes	Ene	Feb	Mar	Sep	Oct	Nov	Dic	Año	Pago Total
1981				0.0%	4.4%	0.0%	0.0%	81-82	4.4%
1982	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	82-83	0.0%
1983	0.0%	0.0%	0.0%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	83-84	14.3%
1984	0.0%	0.0%	0.0%	8.1%	0.0%	0.0%	0.0%	84-85	8.1%
1985	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.2%	85-86	3.2%
1986	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	86-87	0.0%
1987	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	87-88	0.0%
1988	0.0%	0.0%	0.0%	5.2%	0.0%	0.0%	0.0%	88-89	39.0%
1989	5.2%	14.3%	14.3%	0.0%	14.3%	9.1%	0.0%	89-90	23.4%
1990	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	90-91	0.0%
1991	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	11.5%	0.0%	0.0%	91-92	11.5%
1992	0.0%	0.0%	0.0%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	92-93	14.3%
1993	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	93-94	0.0%
1994	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	94-95	14.3%
1995	14.3%	0.0%	0.0%	12.5%	0.0%	0.0%	0.0%	95-96	12.5%
1996	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	96-97	0.0%
1997	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	97-98	0.0%
1998	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	98-99	0.0%
1999	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	8.2%	99-00	8.2%
2000	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	00-01	0.0%
2001	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	01-02	0.0%
2002	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	02-03	0.0%
2003	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	03-04	0.0%
2004	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	04-05	13.9%
2005	0.0%	2.7%	11.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	05-06	28.6%
2006	0.0%	14.3%	14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	06-07	0.0%
2007	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	07-08	19.9%
2008	0.0%	12.6%	7.3%	0.0%	0.0%	0.0%	7.4%	08-09	17.5%
2009	10.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	09-10	0.0%
2010	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	14.3%	14.3%	10-11	28.6%
2011	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	Tasa Pura	8.72%

Tabla 13. Pagos Históricos en todos los meses de cobertura del Sección Policial No. 3 de Artigas (porcentaje de Suma Asegurada Total Anual).

Resumen de Resultados

Realizando el mismo procedimiento para cada uno de las Secciones Policiales de Artigas, se obtienen Los resultados de Suma Asegurada y Prima Pura (Pérdida Promedio) que se observan en la Tabla 14. La Tasa de Prima Pura (TPP) estimada para todo el Departamento es 8.51%, que se obtiene como un promedio ponderado por Suma Asegurada de las TPP de cada Sección Policial.

Al aplicar la misma metodología para todos los Departamentos del Uruguay, se obtienen los resultados globales que se muestran en la Tabla 15. La Tasa de Prima Pura (PP) de todos los departamentos asegurados asciende a 7.72%, la cual surge de un promedio ponderado por Suma Asegurada de las TPP de todos los Departamentos.

Sección	Cluster de	Número de	Vacas Cría	S.A. Total	Tasa Pura (%)
3	SP3_2	11	11,683	\$ 950,704	8.72%
4	SP4_2	28	23,813	\$ 1,937,783	8.57%
5	SP5_1	37	37,008	\$ 3,011,526	8.12%
6	SP6_1	36	19,015	\$ 1,547,346	8.71%
7	SP7_2	6	4,641	\$ 377,661	7.91%
8	SP8_1	47	42,121	\$ 3,427,596	9.12%
9	SP9_1	75	37,760	\$ 3,072,720	8.80%
10	SP10_1	52	32,700	\$ 2,660,963	7.97%
11	SP11_1	41	31,892	\$ 2,595,212	8.09%
12	SP12_1	18	16,602	\$ 1,350,988	8.73%
TOTAL		351	257,235	\$ 20,932,498	8.51%

Tabla 14. Resumen de resultados para el departamento de Artigas con los siguientes parámetros:

- Período de Recurrencia = 7 años.
- Desvío para Exit Index = 1.
- Franquicia = 2%.
- Método = Normal.

Parámetros del Modelo				
Recurrencia: 7		Franquicia: 2%		
Método: Normal		Recurrencia PML: 100		
Trigger (sd below mean) -1.068		Rec. Seg.: 30%		
Exit (sd below trigger) 1.000		Período de Cobertura: CicloCrec.		

Departamento	Nº Vacas Cría	Prima Pura	
		%	\$
Artigas	257,235	8.51%	\$ 1,781,296
Cerro Largo	325,121	7.70%	\$ 2,037,383
Durazno	252,531	7.69%	\$ 1,580,751
Flores	107,555	7.65%	\$ 669,195
Florida	195,871	7.11%	\$ 1,132,975
Lavalleja	232,286	6.83%	\$ 1,291,502
Maldonado	97,067	7.14%	\$ 564,078
Paysandú	187,984	7.78%	\$ 1,190,151
Río Negro	69,428	7.95%	\$ 449,236
Rivera	233,682	8.37%	\$ 1,591,835
Rocha	252,661	7.12%	\$ 1,462,970
Salto	257,975	8.14%	\$ 1,708,219
Tacuarembó	236,351	8.28%	\$ 1,591,688
Treinta y Tres	245,520	7.44%	\$ 1,485,556
TOTAL	2,951,267	7.72%	18,536,834

Tabla 15. Resumen de resultados para todos los Departamentos asegurados del Uruguay.

Anexo 4. Marco Institucional y Opciones para el Seguro NDVI en el Uruguay

Introducción

Este Anexo presenta cuatro esquemas institucionales y operacionales principales para el Programa de Seguros Índice NDVI para pasturas, a saber:

1. Esquema Voluntario a Nivel Micro (productores individuales) sin Apoyo Gubernamental.
2. Esquema Voluntario a Nivel Micro, pero con primas subsidiadas por parte del Gobierno
3. Esquema a Nivel Macro (donde el Gobierno es el Asegurado)
4. Esquema a Nivel Meso (producto de garantía bancaria).

Experiencia Internacional con Programas de Seguros de índice NDVI: Marco Institucional y Apoyo Gubernamental

En la actualidad, existen cuatro programas de seguro de índice NDVI para pasturas en operación en el mundo. Tres de estos programas operan como productos a nivel Micro y de forma voluntaria en España, Estados Unidos de Norteamérica y Canadá; y sólo en México éste tipo de seguro paramétrico opera como un producto a nivel Macro el cual es adquirido por los gobiernos Federales y Estatales del país en nombre de miles de pequeños ganaderos. Características sobresalientes de estos programas de aseguramiento se resumen en la tabla A4.1, incluyendo el tipo de apoyo gubernamental que reciben. Es importante subrayar que en los tres programas de seguro NDVI individual (i) las primas de los seguros son elevadas para coberturas catastróficas para pasturas, y (ii) los gobiernos proveen altos niveles de subsidio a las primas de seguros (usualmente arriba de las dos terceras partes del costo de las primas).

Tabla A4.1. Características Principales de Apoyos Gubernamentales a Programas de Seguros de índice NDVI

País	Tipo de esquema	Subsidios a la prima	Fuente de NDVI & Resolución	Apoyo gubernamental al reaseguro	Área Asegurada (Ha) 2009
EEUU	Individual (voluntario)	SI	USG-EROS (8 km 2)	SI (RMA-Gob. Federal)	7.2 millón acres
Canadá	Individual (voluntario)	SI	NOAA-AVHRR (1.1 km 2)	SI	

España	Individual (voluntario)	SI	MODIS (250 x 250 metros)	SI, Consorcio de Compensación de Seguros (CCS)	7% del ganado asegurado
México	Gobierno en representación de pequeños productores	El Gobierno compra cobertura (100% subsidiado)	NOAA-AVHRR (1.1 km 2)	SI. Agroasemex	60 millones Ha en 20 estados

Escala del sector Ganadero en el Uruguay y los Costos de Sequías Severas

El objetivo clave del esquema de seguros NDVI para el Uruguay es de proteger a la industria de ganado de carne contra las sequías catastróficas que resulten en una reducción importante en la producción de pasturas (cultivadas y naturales) y asegurar que los productores ganaderos reciban pagos oportunos mientras se desarrollan eventos de sequía. La emisión de pagos a los productores les permitiría comprar suplementos alimenticios y forrajes para la alimentación de sus animales en estos períodos críticos. Los valores indicativos que figuran en este informe sugieren que los costos de alimentación suplementaria pueden estar en el orden de US\$ 315.000.000 para satisfacer los requerimientos nutricionales de los 3,87 millones de vacas de cría registradas en el país durante un período de siete meses en una situación de sequía extrema.

Opciones de Apoyo Gubernamental para el Desarrollo del Programa de Seguro NDVI en el Uruguay

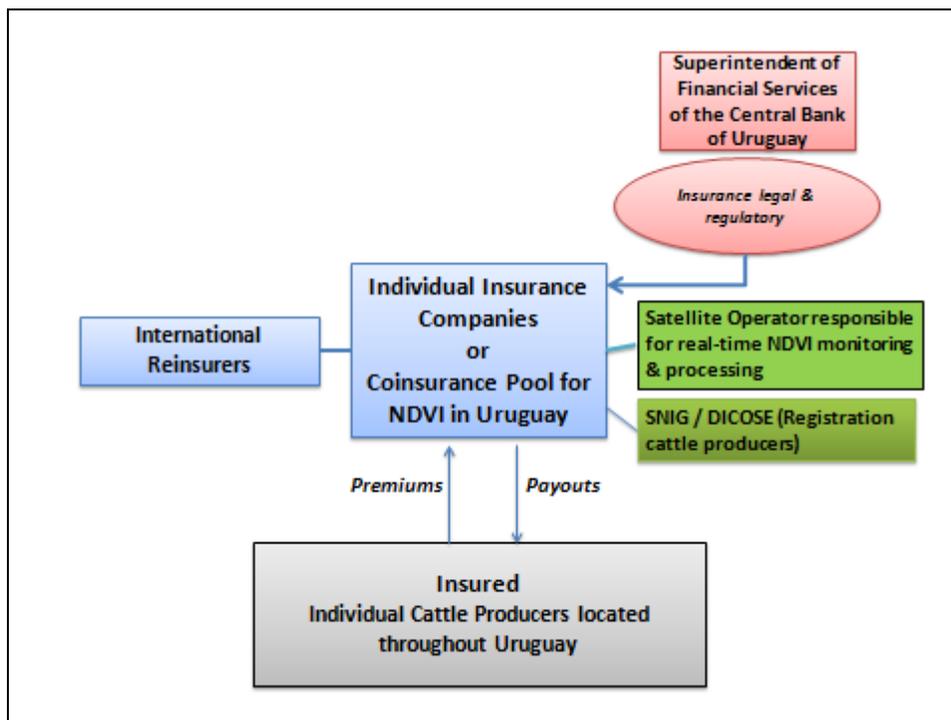
Las ventajas y desventajas de cada opción se presentan a continuación.

Opción 1. Esquema Voluntario a Nivel Micro (productores individuales) sin Apoyo Gubernamental.

Bajo esta opción, el gobierno a través de OPYPA-MGAP asistiría al sector ganadero y a las compañías de seguros únicamente en el diseño del producto. Después de esto, las aseguradoras tendrían comercializarían libremente la póliza de NDVI como una póliza individual a los productores ganaderos que deseen adquirirla, en donde los productores podrían adquirir dicho instrumento de manera voluntaria. Sin embargo, el Gobierno no proveería ninguna forma de asistencia financiera, ya sea en forma de subvenciones a las primas o de ayudas con el financiamiento del reaseguro.

Las compañías Uruguayas de seguros podrían: (i) actuar de manera independiente al momento de comercializar sus propias pólizas NDVI y al establecer sus propios requerimientos de reaseguro con reaseguradoras internacionales y, en donde cada compañía establece acuerdos con un Operador. El Operador deberá ser una firma especializada en teledetección que tendrá como responsabilidad el proveer a las aseguradoras reportes en tiempo real sobre los datos NDVI a lo largo del período de cobertura. Los datos proporcionados por el Operador serán la base para el cálculo de los pagos de la póliza. Finalmente, las aseguradoras también podrían, (ii) formar un pool de coaseguro. En esta última instancia, la idea de formar un Pool se centraría en (a) reducir los costos de ventas, mercadeo, contratación del Operador, y en (b) reducir los costos de compra de un único programa de reaseguro del Pool (Ver Figura A4.1).

Figura A4.1. Opción 1. Esquema Voluntario a Nivel Micro (productores individuales) sin Apoyo Gubernamental



Sin embargo, resulta poco probable que las Aseguradoras estén anuentes a operar un esquema de seguro puramente voluntario debido a diferentes razones que han sido identificadas durante la ejecución de este Estudio, a saber:

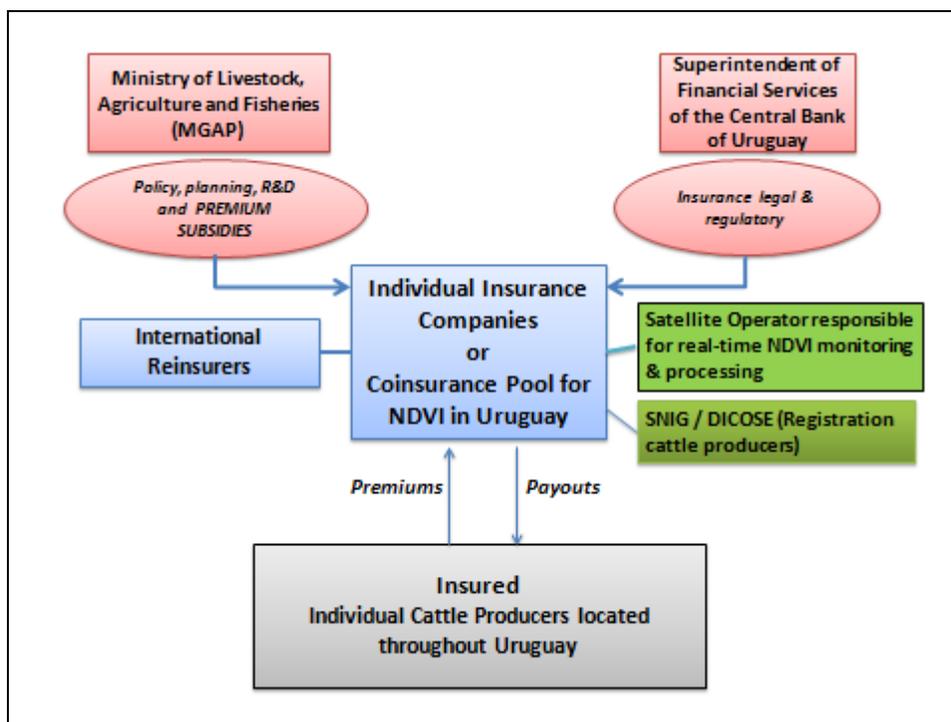
- Dado el hecho de que el producto NDVI ha sido desarrollado utilizando imágenes satelitales con una resolución espacial de 5km x 5km (2,500 hectáreas), y que la indemnización de las pérdidas en las pasturas sería al nivel de Cuartel (equivalente a cientos de miles de hectáreas), no sería adecuado que este producto se mercadeara bajo un esquema de cobertura individual; ya que este producto no podría distinguir las pérdidas en las pasturas a nivel de agricultor individual ni a nivel de campo. Este producto, en cambio, fue diseñado para cubrir impactos regionales (por ejemplo a nivel de Sección Policial) de sequías catastróficas en la producción de pasturas.
- La distinción de las pérdidas de pasturas a nivel de campo y agricultor individual se necesitaría realizar inspecciones previas para definir lo que hay en el lugar (por ejemplo recursos y carga animal) y para identificar cuál es el manejo dado a las pasturas y a los animales por parte del Asegurado. Debido al bajo valor de aseguramiento por vaca y por hectárea, que potencialmente se utilizarían en esta póliza, los costos de transacción para realizar las actividades antes mencionadas serían muy elevados.
- Los altos costos de diseño y costos iniciales para la operación de este programa reduciría el interés por parte de las aseguradoras en cubrir estos costos bajo un programa puramente voluntario, y en donde no se tenga conocimiento a priori de la probable demanda de este nuevo producto.
- Las Aseguradoras consideran que sin el apoyo Gubernamental en el pago de un subsidio a las primas, la demanda de este producto por parte de los productores será muy baja.

- Dada la naturaleza catastrófica de las sequías en la producción de pasturas, las Aseguradoras no están interesadas en apoyar dicha iniciativa sin contar con asistencia financiera complementaria y técnica del sector público.

Opción 2. Esquema Voluntario a Nivel Micro, pero con primas subsidiadas por parte del Gobierno

Bajo este escenario se asume que el esquema NDVI continuará siendo un esquema de seguro agropecuario voluntario a nivel individual (nivel micro) suscrito por las Aseguradoras de manera independiente, o como un Pool de coaseguro. La única diferencia de esta opción con la anterior es que en éste caso el Gobierno, a través de MGAP, apoyaría el esquema NDVI con *Subsidios de Prima* (ver Figura A4.2).

Figura A4.2. Opción 2. Esquema Voluntario a Nivel Micro, pero con primas subsidiadas por parte del Gobierno



La ventaja principal del subsidio a la prima es que éstos permitirían al Asegurador (Pool de Aseguradoras) comercializar más fácilmente el producto a los productores ganaderos, y de alcanzar un nivel más alto de compra y penetración del seguro en comparación a la Opción 1. Este esquema se practica en Canadá, EEUU y España. Cabe mencionar, no obstante, que a pesar de la existencia de subsidios a la prima, el nivel de penetración en estos tres países es muy baja.

- Todos los productores ganaderos estarían automáticamente Asegurados bajo este programa nacional de seguro de índice NDVI.
- Este programa ex-ante de seguros reduciría la presión en el presupuesto gubernamental en tiempos de sequías catastróficas y podría remplazar los pagos de compensación por desastre ad hoc que el Gobierno tiene que realizar a los agricultores en las regiones afectadas, debido a eventos de sequía u otro tipo de desastres naturales.
- El esquema de seguro operaría a nivel de Sección Policial, por tanto, la resolución espacial del pixel (5km x 5km) no presentaría ningún inconveniente.
- El programa resultaría atractivo a las compañías aseguradoras y reaseguradoras porque el volumen de primas que este esquema representaría, justificaría la inversión en personal, sistemas operacionales y procedimientos para su implementación.

Opción 4. Esquema a Nivel Meso (producto de garantía bancaria).

El producto NDVI podría también ser diseñado para proteger los intereses financieros de bancos regionales que otorgan créditos a productores ganaderos. En el caso de que ocurran sequías catastróficas que afecten la producción de pasturas, y que causen ventajas forzadas de animales, un gran número de productores sufrirían pérdidas financieras. Ante tal situación, los productores se verían imposibilitados para cancelar sus préstamos. El seguro de índice NDVI podría ser fácilmente ajustado para proteger los intereses financieros de las entidades bancarias que otorgan créditos a los productores. (ver Figura A4.4).

La implementación de esta opción, sin embargo, no será interesante para las aseguradoras a menos que cuenten con el apoyo del Gobierno en forma de subsidios a la prima.

Figura A4.4. Opción 4. Esquema a Nivel Meso (producto de garantía bancaria).

