



Assets and Market Access
Collaborative Research Support Program

NOTA CONCEPTUAL:
EL PROYECTO PILOTO DE SEGURO AGRARIO
POR INDICE DE RENDIMIENTO PROMEDIO
PARA LA AGRICULTURA COSTEÑA EN EL PERU

Michael R. Carter
Profesor, Facultad de Economía Agrícola y Aplicada
Director, BASIS AMA Collaborative Research Program
Universidad de Wisconsin, Madison
mrcarter@wisc.edu

Stephen R. Boucher
Profesor, Facultad de Economía Agrícola
Universidad de California, Davis
boucher@primal.ucdavis.edu

Carolina Trivelli
Investigadora
Instituto de Estudios Peruanos
trivelli@iep.org.pe

Diciembre de 2007

Introducción

El establecimiento de un sistema de seguro agrario que funcione y sea sostenible promete importantes impactos económicos en múltiples niveles. En el nivel de la unidad agrícola, el seguro debiera aumentar la disponibilidad y la capacidad de los pequeños agricultores a asumir riesgos y emplear estrategias más comerciales que conlleven mayores retornos promedio. En el nivel del mercado, la existencia del seguro agrario debiera facilitar la expansión de las carteras agrícolas de las principales instituciones microfinancieras que están operando en el ámbito rural. Adicionalmente, el seguro debiera facilitar la entrada de nuevas instituciones (por ejemplo, los bancos comerciales) que tradicionalmente han evitado prestar al agro debido al riesgo y la información asimétrica presentes en el sector. Finalmente, en el nivel de la economía política, el seguro agrario debiera romper la lógica post-sequía (o de otro desastre natural), en la que el Estado resuelve los problemas de endeudamiento agrícola a través de condonaciones de las deudas. Mientras tales “rescates financieros” tienen su lógica, su consecuencia no buscada es la creación de un sector financiero con menor disponibilidad para prestar al agro.

En resumen, el seguro agrario promete reformar los fundamentos económicos y políticos que hasta la actualidad han resultado en un círculo vicioso de mercados financieros rurales de baja eficiencia, una baja tasa de crecimiento, y mayores niveles de pobreza rural. En el resto de este documento, describimos un esquema para romper este círculo vicioso y crear un esquema sostenible de seguro agrario provisto por el sector privado.

1. Descripción General del Proyecto Piloto

1.1 Ventajas y Desafíos del Seguro por Índice de Rendimiento Promedio

El Programa Piloto de Seguro por Índice de Rendimiento Promedio (SIRP) implementará un esquema de seguros para pequeños y medianos agricultores en determinados valles de la costa Peruana. Las indemnizaciones se basarán en rendimientos promedio agregados (al nivel de valle) y, por lo tanto, deben estar libres de los problemas de riesgo moral y selección adversa que hacen inviable y insostenible el seguro tradicional individual (basado en rendimientos de cada agricultor) en los países de bajos ingresos donde hay amplios sectores de pequeños agricultores.

El SIRP ofrece importantes ventajas comparado a los otros tipos de seguros por índice, tales como los seguros por índice climático o por índice de disponibilidad de agua de riego. Específicamente, el SIRP debe presentarle al agricultor menos riesgo “base” (i.e., el riesgo asociado a una imperfecta correlación entre el índice usado en el seguro y las pérdidas aseguradas) y, por ende, debe representar un seguro de mayor valor. En su análisis acerca del potencial de los seguros por índice en el valle arrocerero de Lambayeque, Carter et al. (2007)¹ calculan que la disponibilidad de pago de los agricultores por el SIRP debe ser el doble comparado a la disponibilidad de pago por un seguro por índice de agua de riego.

A pesar de estas ventajas, la creación del SIRP enfrenta cuatro desafíos principales:

¹ Carter, Michael R., Francisco Galarza y Stephen Boucher (por aparecer). “Underwriting Area-based Yield Insurance to Crowd-in Credit Demand and Supply,” *Savings and Development*.

- *Asegurar datos de alta calidad acerca de rendimientos* para permitir calcular las primas del seguro y determinar cuándo se deben pagar las indemnizaciones a los agricultores asegurados;
- *Establecer el nivel de demanda efectiva* para un producto SIRP por agricultores que tienen poca familiaridad con los seguros en general, y el seguro por índice, en particular;
- *Crear un mecanismo de bajo costo de entrega* del SIRP a los pequeños y medianos agricultores; e
- *Incentivar a las empresas de seguros* para asumir los costos de innovación y la incertidumbre en el seguro asociados con el desarrollo y la implementación inicial del SIRP.

En la siguiente sección, describiremos soluciones a estos cuatro desafíos.

1.2 Una Estrategia de Dos Caminos para Asegurar la Calidad de Datos de Rendimiento

El Ministerio de Agricultura del Perú tiene series de tiempo para rendimientos promedios de hasta cincuenta años para los principales cultivos sembrados en los valles costeros. Estos datos son compilados cada año en un proceso de consulta con informantes calificados en cada valle. Cuando comparamos estos datos con los datos más rigurosos estadísticamente de la Encuesta de Producción y Ventas (ENAPROVE) del mismo Ministerio (disponible sólo para el periodo 2002-2005), vemos que los datos históricos son bastante confiables. Estos datos históricos deben ofrecer un guía razonable para evaluar la estructura probabilística que determina los rendimientos agrícolas en el Perú. Por lo tanto, hemos utilizado los datos históricos de dicho Ministerio para llegar a los estimados iniciales de las primas del SIRP para Pisco e Ica, dos valles en la costa sur del Perú.²

Sin embargo, el proceso de recolección *ad hoc* de los datos no permite que éstos sean lo suficientemente confiables para calcular ni las futuras primas ni las indemnizaciones. En particular, la existencia de esquemas de seguro SIRP podría alterar radicalmente los incentivos para reportar estos datos de los informantes calificados. En vez de permitir que esta dificultad imposibilite el esquema de SIRP (lo que sí ha ocurrido en otros países), proponemos como parte del proyecto SIRP establecer un sistema confiable de generación de información de rendimientos agrícolas promedios en las áreas de operación del proyecto piloto.

En particular, en cada área piloto, utilizaremos métodos estadísticos apropiados para crear una muestra de tamaño adecuado que genere estimados altamente confiables del rendimiento promedio. El mecanismo que proponemos es una encuesta corta (de una página) que sería implementada por una respetada empresa especializada en encuestas (probablemente el *Instituto Cuánto*). En esta encuesta, los agricultores reportarán su rendimiento (producción obtenida y área sembrada). Estamos contemplando la posibilidad de verificar los datos de la encuesta con recibos de las empresas procesadoras (molinos textiles y arroceros). Estos datos se usarán para

² La metodología utilizada para llegar a los estimados de las primas se describe en más detalle en el Anexo Estadístico.

crear un Índice de Rendimiento Promedio (IRP) oficial que se reportará inmediatamente después de la cosecha.

El proceso antes descrito debe funcionar sin problema para los primeros años del piloto cuando el SIRP solamente haya sido ofrecido a un grupo reducido de agricultores. Sin embargo, conforme el seguro se extienda, puede surgir la preocupación de que los encuestados tendrán incentivo de sub-reportar sus rendimientos. Si los recibos de los molinos no son suficientes para eliminar esta preocupación, entonces el proyecto podría cambiar su rumbo hacia una metodología más confiable (pero también más cara) de cortes de cosecha para determinar el rendimiento promedio (tomar muestras aleatorias de parcelas y medir el rendimiento en un parte de esas parcelas). El piloto inicial no requerirá, sin embargo, este costo adicional de cortes de cosecha.

En general, anticipamos que el SIRP creará una demanda (y una disponibilidad de pago) por este sistema mejorado de recolección de información, con la consecuencia de que en el futuro este esquema será sostenible.

1.3 Juegos Económicos Experimentales para Resolver el Problema de Demanda Efectiva

La ausencia histórica de un mercado de seguro agrario en el Perú nos conduce a dos preocupaciones por el lado de la demanda: (1) ¿Tendrán los agricultores una demanda efectiva por el seguro SIRP? y, (2) ¿Entenderán los agricultores un instrumento complejo como el seguro por índice lo suficiente como para tomar una decisión informada de compra y, por lo tanto, no estar sorprendidos cuando el seguro no cubra daños individuales (idiosincrásicos) de cosecha?

Para superar estas preocupaciones, hemos desarrollado un juego experimental de seguro que les ofrece a los agricultores la posibilidad de “comprar” un seguro tipo SIRP durante una serie de rondas del juego cada una de las cuales simula una campaña agrícola. Después de sustanciales pruebas del juego, parece que funciona bastante bien. De un grupo de prueba de 31 agricultores en Ica, 85% decidieron comprar el seguro en las últimas rondas del juego (después de varias rondas de aprendizaje de la mecánica del juego). Además, conversaciones después del juego indican que los agricultores tienen un buen entendimiento del seguro y bastante interés en que se ofrezca el SIRP en el campo.

Como paso previo al lanzamiento del programa piloto, visitaremos las comisiones de regantes y jugaremos el juego experimental. Dado que incluimos unas charlas de información y capacitación sobre el SIRP al final del juego, estos juegos experimentales no sólo nos permitirán estimar la demanda por el seguro, sino también nos asegurarán que los agricultores pueden tomar decisiones informadas de comprar o no en el producto cuando se les ofrezca.

1.4 Un Modelo de Implementación del Seguro por Índice de Rendimiento Promedio de Bajo Costo

Los productores de algodón y arroz en la costa peruana incluyen altos números de beneficiarios de la Reforma Agraria iniciada en 1969. Estos beneficiarios (y sus herederos) cultivan entre 3 y 5 hectáreas. El “marketing” directo de un producto de seguro a esta población podría representar

costos elevados, sobre todo dado que la industria peruana de seguros actualmente tiene poca presencia en áreas rurales.

Para reducir los costos de transacción, el producto SIRP (que será ofrecido por la empresa de seguros La Positiva) será ofrecido como un producto adicional atado a un préstamo de capital de trabajo ofrecido por las Cajas Rurales, que son las instituciones que más prestan a la agricultura de pequeña y mediana escala. Costos adicionales de “marketing” deben ser muy reducidos (debido al componente de capacitación incorporado en los juegos experimentales antes descrito).

Las mismas Cajas ofrecerán el producto atado al crédito y formalmente comprarán la cobertura para el número de hectáreas de que se trate. Las Cajas recuperarán el costo de las primas pagadas a través del cobro de puntos adicionales en la tasa de interés de los préstamos para los agricultores que elijan cubrirse con el seguro. Las indemnizaciones que hubieran serán depositadas en las cuentas que los prestatarios tengan en la Caja. Además, la Caja tendrá primera prioridad (“first claim”) sobre las indemnizaciones para cubrir la deuda pendiente del préstamo.

Entre otros efectos, este arreglo debe radicalmente reducir el riesgo de morosidad (incumplimiento) para las Cajas (véase Carter et al. (2007), artículo citado en la nota de página 1). Como fue anotado por los analistas de riesgo de las empresas peruanas de seguro, esto debiera inducir a las Cajas a reducir la prima de riesgo actualmente incorporada en las tasas de interés que cobran por sus préstamos, lo cual reducirá el costo neto del seguro para el agricultor (y, como consecuencia, aumentará la demanda por el seguro).

1.5 Un Diseño Integral de Investigación para Medir el Impacto del SIRP

El seguro SIRP se ofrecerá de una forma experimental para que sus impactos (en la oferta y demanda de crédito, el ingreso de los hogares de los agricultores, y el crecimiento local) puedan ser medidos de una forma completa y confiable. Dentro de un determinado valle, escogeremos de forma aleatoria las comisiones de regantes donde la Caja ofrecerá el producto SIRP. Se llevará a cabo una encuesta con muestras de hogares agrícolas seleccionadas al azar tanto en las zonas de las comisiones seleccionadas a recibir el SIRP (zonas de tratamiento) como en las comisiones no-seleccionadas (zonas de control o “testigo”). Esta encuesta recogerá la información necesaria para llevar a cabo la evaluación. Adicionalmente, se monitorearán los datos al nivel del mercado para evaluar el impacto del SIRP en los contratos de crédito en la región y en la profundidad y entrada de nuevos actores en el mercado de crédito.

Al mismo tiempo que este proyecto es importante para las políticas de desarrollo, también ofrece la oportunidad de responder preguntas acerca de las incertidumbres que existen sobre la factibilidad de un esquema generalizado de SIRP. Por ejemplo, a pesar de que el seguro tipo SIRP parecería ser inmune al riesgo moral, hay quienes se preocupan de que los agricultores asegurados disminuyan sus esfuerzos en sus parcelas y, por ende, de que el rendimiento promedio del valle disminuya. Desde una perspectiva teórica, tal resultado es poco probable (es más, se esperaría que se mejore la distribución de rendimientos). Sin embargo, esta es una pregunta importante desde la perspectiva de los participantes del sector privado y merece una respuesta satisfactoria.

Finalmente, la investigación ofrece una importante oportunidad de aprendizaje no sólo para el sector privado sino también para los gobiernos. El gobierno peruano recientemente aprobó un presupuesto de 30 millones de dólares para fortalecer los mercados financieros rurales. Una alta prioridad para el uso de estos fondos es la creación de seguros agrarios por índices. Hasta el momento, no existen propuestas concretas para la utilización de este presupuesto. Nosotros formaremos un comité de asesoría al cual se integrarán representantes del gobierno, del sector privado y de instituciones académicas. Este comité estará involucrado en el diseño del componente de investigación del proyecto, lo que le permitirá aprender del proyecto piloto. Conversaciones iniciales con el Ministerio de Agricultura sugieren que su interés en participar en el comité es alto.

2. Proyecto Piloto sobre Algodón en el departamento de Ica

2.1 El algodón en Ica

El departamento de Ica se encuentra aproximadamente a 250 kilómetros al sur de Lima y es una de las regiones agrícolas más importantes de la costa peruana. La agricultura en Ica se concentra en cinco valles, siendo Pisco e Ica los dos más importantes, para los cuales obtuvimos estimados iniciales de las primas para el producto SIRP. Pisco cuenta con unas 37,000 hectáreas de tierra irrigable, mientras Ica cuenta con 30,000 hectáreas.

El algodón ha sido el cultivo dominante en Ica por más de medio siglo. Aunque en el departamento de Ica se ha observado un aumento en el área de cultivos nuevos de exportación (uva, espárrago, aji paprika), el algodón sigue dominando el panorama rural. En 2006, se sembró alrededor de 30,000 hectáreas de algodón en los valles de Pisco e Ica. Una parte importante de la economía local y el ritmo de la vida cotidiana giran alrededor del ciclo productivo y económico del algodón.

El algodón es un cultivo relativamente intensivo en agua. Los algodoneros en Ica dependen del agua superficial que tiene sus orígenes en la sierra del departamento vecino de Huancavelica. Las lagunas naturales en la sierra permiten el almacenamiento de las aguas de lluvia que caen entre los meses de diciembre y marzo. Los agricultores, organizados en comisiones de regantes, manejan las salidas del agua de las lagunas y también de la distribución del agua entre los agricultores en la costa. Tanto la fecha de llegada como la cantidad de las lluvias son de crítica importancia para los agricultores. Si la lluvia llega tarde o es escasa, los agricultores tienen que recurrir al agua subterránea (cuando es factible) para terminar los riegos. Solamente en el valle de Ica, por ejemplo, existen más de mil pozos y, junto con ellos, un mercado activo para el agua subterránea.

El algodón también es uno de los cultivos más caros de producir. Requiere altos gastos en insumos, maquinaria, y mano de obra. Los datos de la encuesta ENAPROVE sugieren que el gasto promedio (excluyendo mano de obra familiar) de los algodoneros en Ica son aproximadamente \$1,000 por hectárea. El financiamiento externo (crédito) es, por lo tanto, un factor determinante para la eficiencia del sector. La principal fuente de crédito formal en la zona es la Caja Rural Señor de Luren. También existen varias fuentes informales, tales como las tiendas de insumos agrícolas y los acopiadores y las desmotadoras de algodón. Las tasas de

interés son altas. La tasa anual en el sector formal actualmente está alrededor de 45%, mientras en el sector informal la tasa sube hasta 100% anual.

2.2 *El Precio del Seguro SIRP en Ica*

Hemos desarrollado estimados iniciales de las primas de los SIRP para los valles de Pisco e Ica. En esta sección describimos la metodología que utilizamos y las primas resultantes. Los detalles de la metodología se encuentran en el Anexo Estadístico al final de este documento.

El Ministerio de Agricultura publicó series históricas de rendimientos promedios para los valles de Pisco e Ica para el periodo 1986 a 2006.³ Como detallamos en el Anexo Estadístico, utilizamos estos datos para estimar la distribución de probabilidad del rendimiento promedio de algodón en los dos valles. Esta distribución estimada nos permite diseñar una póliza “actuarialmente justa” para cada valle. Por “actuarialmente justa” queremos decir que el monto de las primas recolectadas es igual al valor esperado de las indemnizaciones que se pagan a los asegurados.

Calculamos las primas para tres diferentes valores críticos (“strike points”). El valor crítico es el valor del rendimiento promedio en cada valle debajo del cual la póliza empieza a pagar indemnizaciones. Los tres valores críticos que consideramos son 100%, 85%, y 65% del valor esperado del rendimiento promedio de algodón a nivel del valle. Este valor esperado en Pisco es de 1,968 kilogramos por hectárea mientras en Ica es de 2,381 kilogramos por hectárea. Por ejemplo, si escogemos el valor crítico de 85%, la póliza empieza a pagar indemnizaciones cuando el rendimiento promedio en Pisco cae por debajo de 1,673 kilogramos por hectárea en Pisco. Con este valor crítico, si el rendimiento promedio en Pisco resulta ser 1,500 kilogramos por hectárea, entonces la indemnización pagada al asegurado sería la cantidad de Soles que se requiere para “reemplazar” los 173 kilogramos de algodón por hectárea ($1,673 - 1,500 = 173$). Nuestros cálculos indican que la prima que se requiere para que esta póliza sea actuarialmente justa sería \$35 dólares por hectárea. La prima para la misma póliza en Ica sería \$45 por hectárea. En el Anexo Estadístico se reportan las primas para los valores críticos de 100% y 65%.

Además del nivel de riesgo de los rendimientos y del valor crítico, el costo del producto dependerá de los costos administrativos. Se requiere realizar un trabajo adicional para determinar los costos de capacitar al personal y de administrar el producto. Conversaciones iniciales con los gerentes de las empresas aseguradoras en el Perú sugieren que los costos administrativos podrían aumentar la prima en aproximadamente 50%. Por lo tanto, la prima para la póliza con el valor crítico de 85% en Pisco subiría de \$35 a \$52.5 por hectárea.

Como indicamos previamente, el producto de seguro SIRP se ofrecerá atado a un préstamo.⁴ El costo del seguro se cobrará cargando puntos porcentuales adicionales en la tasa de interés del préstamo. Si asumimos una prima de \$52.5 por hectárea, esto implicaría un aumento de 5.25 puntos a la tasa de interés del préstamo para cubrir el costo total del seguro.⁵ Dado que la póliza

³ Existen datos de 50 años al nivel del departamento. Sin embargo, estos datos más agregados esconden importantes diferencias entre los valles, lo que resultaría en un producto SIRP de menor valor.

⁴ También exploraremos la posibilidad de ofrecer el seguro independiente del préstamo.

⁵ Este cálculo asume un préstamo de mil dólares por hectárea.

de seguro reduciría el riesgo de no-pago, anticipamos que la tasa del crédito atado al seguro aumentaría en menos de los 5.25 puntos.

2.3 Colaboradores

El proyecto piloto será implementado por una de las más respetadas compañías peruanas de seguros, La Positiva, en cooperación con la Caja Rural de Ahorro y Crédito (CRAC) Señor de Luren. La CRAC Señor de Luren es la institución financiera formal con la mayor cartera agrícola en Ica. En la campaña 2006-07, esta CRAC tuvo un total de 1,296 préstamos para algodón en los valles de Pisco e Ica. El monto promedio de estos préstamos fue \$2,743 y el área financiada promedio fue 1.4 hectáreas por prestatario. Esta Caja ofrece actualmente microseguros de vida con el respaldo de La Positiva a sus clientes y ha expresado su interés en vender el seguro tipo SIRP “atado” a sus préstamos agrícolas. Trabajando con los fondos provistos por la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) al BASIS Collaborative Research Support Program, la Universidad de Wisconsin trabajando en colaboración con el Instituto de Estudios Peruanos (IEP) y la Universidad de California, proveerán la asistencia técnica para el proyecto, incluyendo el diseño y la implementación de la Encuesta de Medición de Rendimientos Agrícolas y el material de entrenamiento para la simulación de los contratos de seguro tipo SIRP ofrecidos en formal experimental (juegos económicos) a potenciales clientes de este seguro.

2.4 Calendario de actividades

Dado el fuerte interés demostrado por todas las partes, queremos ofrecer el producto en zonas seleccionadas al azar en la próxima campaña agrícola. Esto implica el siguiente calendario:

- Noviembre 2007 – Febrero 2008: Diseño final del producto de seguro y obtención de la aprobación del organismo de regulación (Superintendencia de Bancos) y de la empresa de reaseguros.
- Abril – Mayo 2008: Llevar a cabo el entrenamiento del personal de La Positiva y de la CRAC Señor de Luren acerca del producto de seguro y el juego experimental
- Mayo 2008: Llevar a cabo los juegos experimentales para evaluar la demanda y voluntad de pago para el SIRP a lo largo de los valles de Pisco e Ica.
- Mayo – Junio 2008: Realizar el “marketing” del seguro tipo SIRP
- Junio – Julio 2008: Venta del producto de seguro atado a créditos agrícolas para la campaña agrícola 2008-09 en zonas (comisiones de regantes) seleccionadas al azar (zonas de “tratamiento”).
- Julio – Agosto 2008: Llevar a cabo la encuesta de línea base (i.e., previa al uso del seguro) a productores de algodón en las zonas de tratamiento y de “control” (o testigo)
- Julio – Agosto 2008: Siembra de algodón en Pisco
- Marzo 2009: Llevar a cabo una encuesta de seguimiento con los aldoneros para medir el impacto del SIRP en: participación en el mercado de crédito, nivel de inversión agrícola, ingreso, y consumo del hogar.

Anexo Estadístico:
Metodología para Determinar la Prima para el Seguro por Índice de Rendimiento Promedio para Algodón en los Valles de Pisco e Ica

1. El Valle de Pisco

Se realizaron los siguientes pasos para caracterizar la distribución de rendimiento promedio y estimar la prima de SIRP en Pisco:

1. Se utilizaron los datos históricos sobre rendimientos para el periodo de 1986 a 2006 (la curva inferior en el Gráfico 1) para estimar la tendencia de crecimiento del rendimiento. Experimentamos con varias especificaciones, pero en todos los casos el crecimiento estimado era muy modesto y no estadísticamente significativo. La curva inferior en el Gráfico 1 representa el rendimiento promedio (teniendo en cuenta el crecimiento del rendimiento) basado en el siguiente modelo lineal:

$$y_t = 1550 + 5.8t + \hat{\varepsilon}_t,$$

En esta ecuación, t representa la tendencia temporal; y_t representa el rendimiento de algodón (en kilos/ hectárea en el periodo t). Con este modelo, el rendimiento esperado para 2006 (\bar{y}_{2006}) es 1672 kilogramos/ hectárea, lo que equivale a \$1,045/hectárea.⁶

2. Para tomar en cuenta el crecimiento (modesto) en el rendimiento promedio, se ajustaron los datos históricos para estimar el rendimiento promedio actual (2006) según la siguiente ecuación:

$$\hat{y}_t = \bar{y}_{2006} + \left(\frac{\bar{y}_{2006}}{\bar{y}_t} \right) \hat{\varepsilon}_t.$$

Noten que esta ecuación centra la serie de tiempo al nivel del rendimiento promedio esperado de 2006 y después agrega las desviaciones históricas del rendimiento esperado ($\hat{\varepsilon}_t$). Noten también que se inflaron las desviaciones por el factor $\left(\frac{\bar{y}_{2006}}{\bar{y}_t} \right)$ para reflejar la idea de que con mayores rendimientos, las desviaciones del promedio también deben ser mayores. La curva inferior en el Gráfico 1 representa estos datos “ajustados”.

3. Estos datos ajustados de serie de tiempo fueron utilizados para estimar la función de probabilidad que mejor describe los datos. Después de probar varias especificaciones alternativas, la forma funcional que mejor replica los datos resultó ser una función

⁶ En este Anexo, el kilogramo de algodón se convierte a dólares utilizando un precio de 2 S/. por kilo y una tasa de cambio de 3.2 Soles por \$US.

Weibull con parámetros de 6.00 y 1806.1⁷ La curva forma de campana en el Gráfico 2 muestra la función de probabilidad estimada para los datos ajustados de los rendimientos en Pisco. Con esta distribución estimada, el rendimiento promedio esperado es \$1,230/hectárea (1,968 kilos/ hectárea).

4. Bajo el seguro tipo SIRP, se comienza a pagar la indemnización cuando el rendimiento promedio en el valle (\bar{y}_t) cae por debajo del valor crítico (“strike point”). Para el valor crítico y_c , el pago de indemnización, p_t , se define según la siguiente ecuación:

$$p_t = \begin{cases} y^c - \bar{y}_t & \text{si } \bar{y}_t < y^c \\ 0, & \text{si } \bar{y}_t \geq y^c \end{cases}$$

El Gráfico 2 muestra también los pagos de indemnización como función del rendimiento promedio realizado para tres diferentes contratos SIRP: el primero con un valor crítico de 100% del rendimiento esperado; el segundo con un valor crítico de 85% del rendimiento esperado; y el tercero con un valor crítico de 65%. Noten que cuanto menor es el valor crítico, menor es la probabilidad de realizar un pago de indemnización y menor es el monto de la indemnización para cualquier nivel de rendimiento observado en el valle.

5. En el Gráfico 2 están incluidas las primas actuarialmente justas que corresponden a las tres variantes del seguro SIRP. La prima actuarialmente justa es el valor de la prima que iguala el pago de indemnización esperado. Noten que esta prima no cubre los costos administrativos ni los costos de “marketing” u otros costos asociados a ofrecer el seguro. Como se puede notar en el Gráfico 2, cuando el valor crítico se fija en 100% del rendimiento esperado, la prima sería 99 dólares por hectárea. Con el valor crítico de 85% del rendimiento esperado, la prima sería 35 dólares por hectárea; y con el valor crítico de 65% del rendimiento esperado, sería 6 dólares por hectárea. Mientras las pólizas asociadas con estos últimos dos valores críticos son más baratas, cabe destacar que también ofrecen una protección contra riesgos menos completa.
6. Como se puede apreciar en el Gráfico 2, según estos datos, la probabilidad de que el rendimiento promedio en Pisco caiga por debajo de \$300/hectárea (lo que corresponde a 500 kilos/ hectárea) es muy reducida. Aun bajo este evento sumamente improbable, el pago de indemnización sería de \$918 por hectárea si el valor crítico es 100%. Con los valores críticos de 85% y 65%, los pagos de indemnización serían de \$733 y \$487 por hectárea. Para poner en contexto estas cifras, el rendimiento promedio mínimo que se experimentó el valle de Pisco entre 1986 y 2006 fue de 950 kilos/ hectárea (lo que

⁷ The Weibull probability function for a yield value of x is defined as $f(x) = ab^{-a}x^{a-1}e^{-(x/b)^a}$.

equivale a \$620/hectárea) en 1992. Rendimientos semejantes, aunque un poco mayores, se registraron después del fenómeno del Niño más reciente en 1998.

El Cuadro 1 presenta información adicional sobre las probabilidades de diferentes niveles de los pagos de indemnización bajo las tres opciones de valores críticos.

Cuadro 1. Niveles de Indemnización y sus Probabilidades bajo tres valores críticos alternativos para PISCO

	100% SIRP (prima de \$99/ha)	85% SIRP (prima de \$35/ha)	65% SIRP (prima de \$6/ha)
Con 95% de probabilidad la indemnización será menor que:	\$418/ha	\$233/ha	\$50/ha
Con 85% de probabilidad la indemnización será menor que:	\$230/ha	\$46/ha	0
Con 75% de probabilidad la indemnización será menor que:	\$168/ha	0	0
Con 65% de probabilidad la indemnización será menor que:	\$45/ha	0	0
Con 50% de probabilidad la indemnización será menor que:	0	0	0

GRÁFICO 1
Rendimientos de Algodón, Pisco

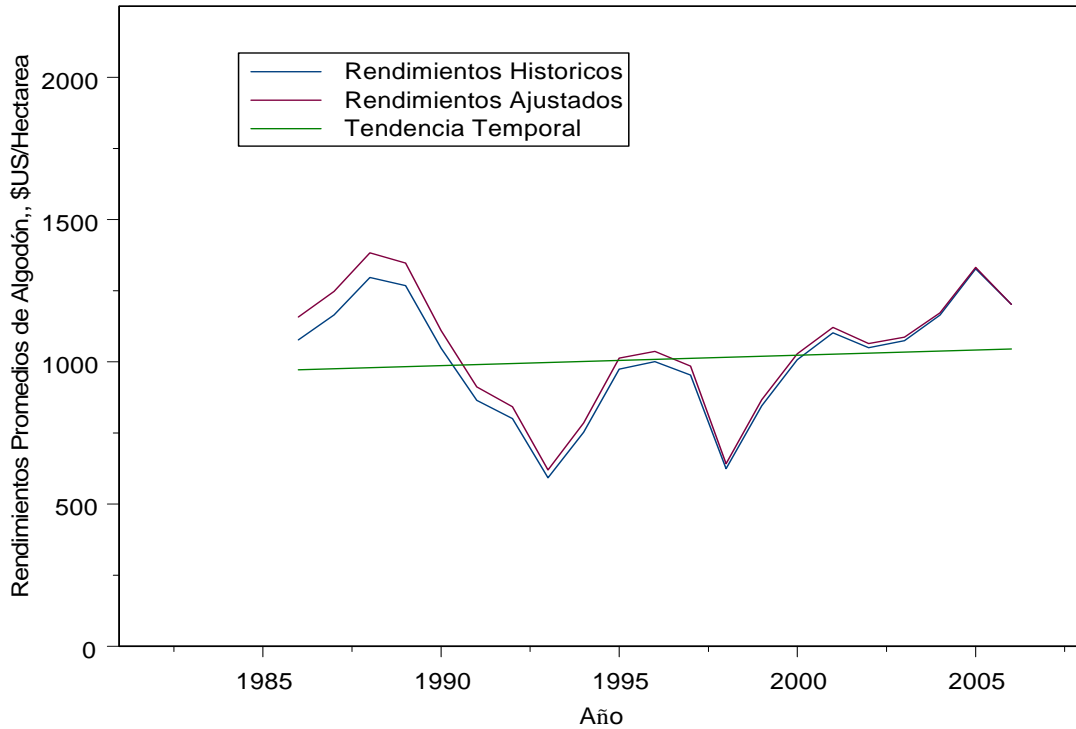
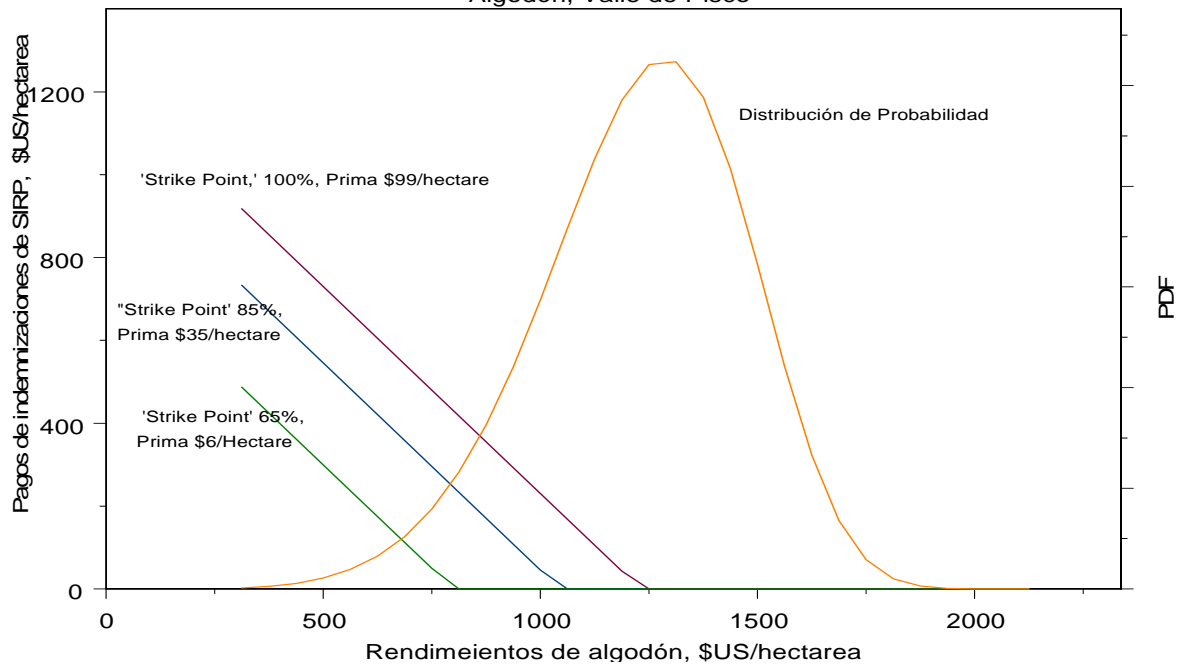


GRÁFICO 2
Contratos Alternativos de SIRP
Algodón, Valle de Pisco



2. El Valle de Ica

Se realizaron los siguientes pasos para caracterizar la distribución de rendimiento promedio y estimar la prima de SIRP en Ica:

1. Se utilizaron los datos históricos sobre rendimientos para el periodo de 1986 a 2006 (la curva inferior en el Gráfico 3) para estimar una tendencia de crecimiento de rendimiento. Experimentamos con varias especificaciones, pero en todos los casos el crecimiento estimado, aun cuando estadísticamente significativo, era muy modesto (2.2%). La línea recta en el Gráfico 3 representa el rendimiento promedio (tomando en cuenta el crecimiento del rendimiento) basado en el siguiente modelo lineal:

$$y_t = 1454 + 43.9t + \hat{\varepsilon}_t,$$

En esta ecuación, t representa la tendencia temporal y y_t representa el rendimiento de algodón (en kilos/ hectárea en periodo t). Con este modelo, el rendimiento esperado para 2006 (\bar{y}_{2006}) es 2,376 kilogramos/ hectárea, lo que equivale a \$1,485/hectárea:

2. Para tomar en cuenta el crecimiento (modesto) en rendimiento promedio, se ajustaron los datos históricos para estimar el rendimiento promedio actual (2006) según la siguiente ecuación:

$$\hat{y}_t = \bar{y}_{2006} + \left(\frac{\bar{y}_{2006}}{\bar{y}_t} \right) \hat{\varepsilon}_t.$$

Noten que esta ecuación centra la serie de tiempo al nivel del rendimiento promedio esperado de 2006 y después agrega las desviaciones históricas del rendimiento esperado ($\hat{\varepsilon}_t$). Noten también que se inflaron las desviaciones por el factor $\left(\frac{\bar{y}_{2006}}{\bar{y}_t} \right)$ para captar la

idea que con mayores rendimientos, las desviaciones también deben ser mayores. La curva superior en el Gráfico 3 representa estos datos “ajustados.”

3. Estos datos ajustados de series de tiempo fueron usados para estimar la función de probabilidad que mejor describe los datos. Después de probar varias especificaciones alternativas, la forma funcional que mejor replica los datos resultó ser una función Weibull con parámetros de 5.55 y 2577.5. La curva en forma de campana en el Gráfico 4 muestra la función de probabilidad estimada para los datos ajustados de los rendimientos en Ica. Con esta distribución estimada, el rendimiento promedio esperado es \$1,488/hectárea (ó 2,381 kilos/ hectárea).

4. Bajo el seguro tipo SIRP, se comienza a pagar la indemnización cuando el rendimiento promedio en el valle (\bar{y}_t) cae por debajo del valor crítico. Para el valor crítico y_c , el pago de indemnización, p_t , se define según la siguiente ecuación:

$$p_t = \begin{cases} y^c - \bar{y}_t & \text{if } \bar{y}_t < y^c \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

El Gráfico 4 muestra el pago de indemnización como función del valor realizado del rendimiento promedio para tres diferentes contratos SIRP: el primero con un valor crítico de 100% del rendimiento esperado; el segundo con un valor crítico de 85% del rendimiento esperado; y el tercero con un valor crítico de 65%. Nuevamente, noten que cuanto menor es el valor crítico menor es la probabilidad de realizar un pago de indemnización y menor es el monto de la indemnización para cualquier nivel de rendimiento que se realice en el valle.

5. En el Gráfico 4 están incluidas las primas actuarialmente justas (i.e., es el valor de la prima que iguala el pago de la indemnización esperada) que corresponden a las tres variantes del seguro SIRP. Esta prima no cubre los costos administrativos ni los costos de “marketing” u otros costos asociados a ofrecer el seguro. Como se puede notar en el Gráfico 4, cuando el valor crítico se fija en 100% del rendimiento esperado, la prima es \$120/hectárea; mientras que con un valor crítico de 85% y 65% del rendimiento esperado, las primas serían \$45/hectárea y \$7/hectárea, respectivamente.
6. Como se puede apreciar en el Gráfico 4, la probabilidad que el rendimiento promedio en Ica caiga por debajo de \$500/hectárea (lo que corresponde a 800 kilos/hectárea) es casi nula. Aun bajo esta ocurrencia sumamente improbable, el pago de indemnización sería de \$988/hectárea con un valor crítico de 100% del rendimiento promedio del valle; mientras que dichos pagos serían de \$765 y \$467 por hectárea para valores críticos de 85% y 65% del rendimiento esperado. Para poner en contexto estas cifras, el rendimiento promedio mínimo que se experimentó en el valle de Ica entre 1986 y 2006 fue de 776 kilos/hectárea (lo que equivale a \$485/hectárea) en 1992. Se registraron rendimientos bastante mayores después del fenómeno del Niño más reciente en 1998.

El Cuadro 2 presenta información adicional sobre las probabilidades de diferentes niveles de los pagos de indemnización bajo los tres valores críticos antes indicados.

Cuadro 2. Niveles de Indemnización y sus Probabilidades bajo

tres valores críticos alternativos para ICA

	100% SIRP	85% SIRP	65% SIRP
	(prima de \$120/ha)	(prima de \$45/ha)	(prima de \$7/ha)
Con 95% de probabilidad la indemnización será menor que:	\$543/ha	\$320/ha	\$22/ha
Con 85% de probabilidad la indemnización será menor que:	\$328/ha	\$105/ha	0
Con 75% de probabilidad la indemnización será menor que:	\$201/ha	0	0
Con 65% de probabilidad la indemnización será menor que:	\$104/ha	0	0
Con 50% de probabilidad la indemnización será menor que:	0	0	0

GRÁFICO 3
Rendimientos de Algodón, Ica

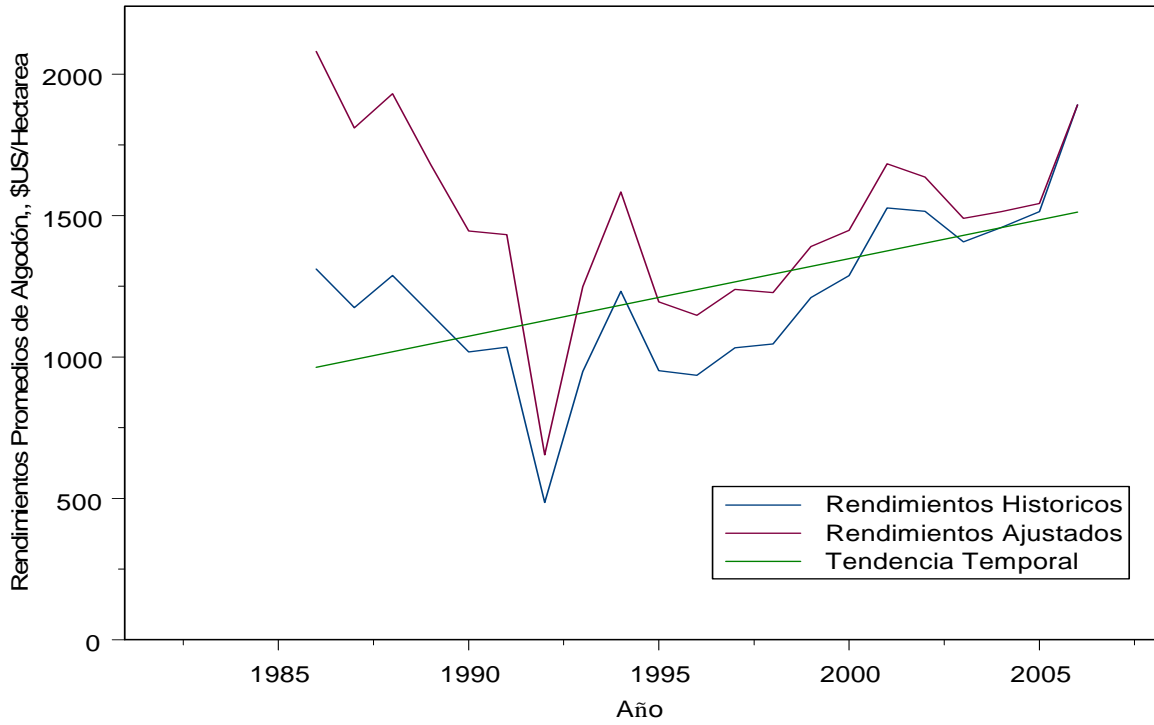


GRÁFICO 4
Contratos Alternativos de SIRP
 Algodón, Valle de Ica

