



~~Riesgo~~ como Variable de Decisión

por

Charles Crissman
Economista Agrícola

CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA

Presentado en el Curso

El Papel de la Socioeconomía en la Generación
de Tecnología Agrícola

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL

Cali, Colombia

Septiembre 24, 1991

44,64

EL RIESGO COMO UNA VARIABLE DE DECISION

Introducción

El riesgo forma parte de nuestras vidas diarias y para la mayoría de nosotros es difícil aceptarlo. Todas las mañanas tomamos un riesgo al venir al trabajo. Sin embargo, este es un tipo de riesgo que lo aceptamos dado que nosotros podemos controlar estos riesgos para minimizar la probabilidad de ocurrencia. Por ejemplo, damos mantenimiento a los frenos del carro y manejamos en el lado correcto de la carretera.

Los agricultores también conviven con el riesgo. Enfrentan el riesgo de una cosecha incierta y el riesgo de los precios inciertos cuando intentan vender sus productos; como a todos nosotros, a los agricultores también les cuesta aceptar el riesgo y también hacen lo que pueden para controlar sus riesgos y minimizar las probabilidades de obtener malos resultados.

La mayoría de los participantes en este curso representan y están trabajando para instituciones que tienen como objetivo la generación y transferencia de nuevas tecnologías agrícolas. Como científicos sociales de estas instituciones, frecuentemente nuestro trabajo es colaborar en experimentos a nivel de finca con estas nuevas tecnologías e identificar los problemas potenciales para su adopción.

La teoría de producción neo-clásica, la estructura habitual utilizada por lo economista para analizar el comportamiento del productor, es estática y no admite riesgos. En los últimos veinte años, los economistas agrícolas y otros científicos sociales han desarrollado varios métodos para incorporar la presencia y efectos del riesgo dentro del análisis económico. Cuando se discute sobre el riesgo, se vuelve inevitable emplear los conceptos de probabilidades, que se presentarán con un mínimo de terminología matemática.

El objetivo de este breve estudio es subrayar la importancia de incluir el riesgo como una variable dentro del proceso de toma de decisiones del agricultor, proporcionar un enfoque conceptual para incluir el riesgo dentro del análisis económico, revisar algunas de las metodologías utilizadas y explicarlas con ejemplos concretos de algunos casos empíricos. Debemos asumir que los participantes de este curso tienen claros los conceptos básicos de microeconomía y los más importantes de estadística, pero pueden no haber tenido una introducción adecuada a los conceptos de riesgo tal como se utilizan en el análisis económico.

El enfoque está orientado al riesgo de producir un cultivo, por lo tanto se mencionarán en menos cuantía los riesgos de precios y de mercado. Los roles del mecanismo como seguro, crédito, obras públicas rurales y migración de mano de obra en el control del riesgo por parte de los agricultores o políticas agrarias tampoco se han considerado. Puesto que la mayoría de los participantes del curso trabajan para instituciones de producción de tecnología, el centrar la discusión se vuelve conveniente para seguir Walker y Ryan (1990) y definir el riesgo dentro del contexto para adoptar decisiones entre dos técnicas.

Actitudes al riesgo y percepción del riesgo

Hay dos aspectos importantes sobre el riesgo que pueden influir en la toma de decisiones; la percepción del riesgo y actitudes a él.

Por ejemplo, un agricultor cultiva papas con cierta tecnología dentro del ambiente natural, económico y socio-político. Los resultados (rendimientos, ingresos, beneficios, incremento de utilidad) son inciertos. Si el agricultor repite esta práctica en todas sus propiedades y en varias temporadas, los resultados formarán una distribución probabilística del producto. Los agricultores se forman opiniones o creencias -percepciones del riesgo- respecto a la estructura de la distribución probabilística de los resultados. Esta percepción puede variar con la experiencia y los conocimientos que se adquieran.

Los agricultores también pueden afectarse por su actitud frente al riesgo. Algunos de nosotros tenemos inclinaciones a las carreras de carros como un hobby y otros en cambio podemos contentarnos coleccionando estampillas, igualmente algún agricultor puede estar más inclinado a adoptar un control biológico nuevo que otro agricultor a no hacerlo.

Fuentes del Riesgo

Existen varios factores que un agricultor considera antes de tomar la decisión de cambiarse a una nueva tecnología. El riesgo puede ser un factor importante dentro de esa decisión, especialmente en casos de áreas menos aventajadas. Los riesgos que enfrentan los agricultores, pueden originarse por causas naturales, económicas y socio-políticas (Anderson y otros, 1985). Los factores climáticos tales como las lluvias y la temperatura son para los agricultores las causas principales del riesgo ambiental para la producción.

El clima también influye para la presencia de pestes y enfermedades. Un claro ejemplo es el hongo *Phytophthora infestans* que requiere un clima fresco y lluvioso para propagarse.

Los riesgos económicos a los que se enfrentan los agricultores incluyen la incertidumbre respecto a los precios del producto y de los insumos, y a factores que influyen en la oferta y demanda tales como variaciones de gran escala en los ingresos o en el clima.

El ambiente socio-político también es afectado a menudo con las intervenciones del gobierno. Al manipular precipitadamente los precios o el acceso a insumos o mercados con acciones políticas, los gobiernos pueden dar efectos dramáticos sobre los riesgos que afrontan los agricultores.

Recuerden que los agricultores están en el negocio de proveerse para sí mismos y para sus familias y por tanto nosotros como economistas asumimos que los agricultores tratan de optimizar algo que llamamos utilidad. Puesto que la utilidad no es algo directamente perceptible, utilizamos conceptos tales como ganancias o ingresos netos de la cosecha como sustitutos para medir la conducta de los agricultores.

Para muchos agricultores, el riesgo en los ingresos netos de la cosecha es un factor importante en las variaciones de los ingresos. Estas variaciones pueden provenir de cinco fuentes: 1) Precios de los insumos; 2) niveles de insumos; 3) Área sembrada; 4) Precios de las cosechas y; 5) Rendimientos (Walker y Ryan, 1990). Las variaciones de los rendimientos y de los precios han merecido mayor atención en esta investigación que los riesgos provenientes de las otras tres fuentes.

Riesgo, adopción de tecnología y eficiencia en la Producción

En economía, los estudios del riesgo están a menudo ligados a interrogantes de cómo afecta el riesgo a la adopción de tecnología y a la eficiencia en la producción.

La influencia de la aversión al riesgo en la eficiencia de la producción fue analizada por Pope y Kramer (1979). Notaron que existe insumos que pueden reducir riesgo y mostraron que un agricultor con aversión a riesgo asignará más de dichos insumos en caso de producción incierta que en producción cierta. Esto implica que el nivel óptimo demostrado por modelos sin riesgos no llegarán a el óptimo, creando una impresión de ineficiencia técnica y de asignación de recursos. Antle (1983) desarrolló un modelo que es una aplicación generalizada de conceptos de eficiencia para acomodar la incertidumbre de precios y producción, y explica las actitudes del riesgo del productor y las diferencias en las distribuciones probabilísticas del producto.

La influencia del riesgo en la adopción, considerando diferentes climas y actitudes al riesgo, fue puesto en un modelo por Binswanger y Sillers (1983), quienes desarrollaron un caso hipotético de recomendar cambios en los grados de fertilización (figura 1). Se asume que un cambio en el grado de fertilización aumenta no sólo la media del rendimiento sino también su varianza. El costo de este cambio en todas los agroclimas se describe por la línea AB. Sin embargo la utilidad producida por un cambio tecnológico varía con el agroclima. Desechemos por un momento los efectos de las actitudes al riesgo, por tanto, si todos los agricultores fueran indiferentes al riesgo, las utilidades (o posibles ganancias) de la nueva tecnología en todos los agroclimas se describe por la línea CD. Los agricultores en los climas OH adoptarían la tecnología ya que la utilidad de adoptarla es mayor que sus costos. Por el contrario, los agricultores dentro de los climas HK no la adoptarían.

Ahora asumamos que los agricultores que podrían adoptar la nueva tecnología poseían un rango de actitudes al riesgo desde ligeramente adversos al riesgo (línea CD) hasta altamente adversos al riesgo (línea EF). Bajo este supuesto, la adopción total ocurriría en las circunstancias OG y la no adopción en los casos HK. En los ambientes marginales GH, el efecto de la actitud al riesgo por parte de agricultores individuales sería visto por una adopción diferencial.

Hipótesis sobre el Riesgo. Durante el desarrollo de las teorías y métodos para cuantificación del riesgo, se propusieron y verificaron varias hipótesis sobre la naturaleza del riesgo y el modo y comportamiento de los agricultores ante la presencia del riesgo. Tomado de Roumasset y otros (1979) y Feder y otros (1985), algunas de éstas son:

- 1) Las distribuciones de los rendimientos de los cultivos se distribuyen de acuerdo a la normal.
- 2) Algunos insumos incrementan el riesgo mientras que otros decrecen el riesgo. En otras palabras, ciertos insumos pueden seleccionarse para cambiar aspectos de la distribución de la producción.
- 3) Los agricultores son generalmente conservadores, aquellos agricultores con menor educación y experiencia son más conservadores que sus vecinos.
- 4) Los pequeños agricultores tienen menor interés que los grandes agricultores en tomar riesgos.
- 5) Los agricultores aprenden con su trabajo y controlan la forma de la distribución del producto mediante la selección de los insumos.
- 6) Los grandes agricultores están más dispuestos a asumir el riesgo de adoptar una tecnología nueva y desconocida que los pequeños agricultores vecinos.

- 7) Los agricultores están dispuestos a aplicar menor cantidad de ciertos insumos cuando afrontan una producción riesgosa, que cuando la producción tienen mayor certeza.
- 8) La elección de la tecnología por parte de los agricultores se base en su percepción del riesgo (probabilidad subjetiva) y por tanto del grado de información respecto a tal tecnología. La posibilidad de obtener información adecuada sobre la nueva tecnología reduce esta incertidumbre subjetiva.

Métodos y ejemplos de análisis de riesgos

Existen muchos y diferentes métodos que son utilizados por los economistas para elaborar modelos sobre un medio ambiente con cierto riesgo, y sobre el proceso de toma de decisiones del agricultor. Estos pueden clasificarse en dos grandes categorías: métodos de maximización y métodos de análisis de eficiencia. Los métodos de análisis de eficiencia comprenden sólo las percepciones del riesgo, mientras que los métodos de maximización consideran tanto la percepción del riesgo como la actitud al riesgo. Previo a la discusión de estos métodos será de mucha utilidad comparar a través de la siguiente nota las diferencias entre las distribuciones del producto.

Distribuciones del Producto. Por motivo de conveniencia matemática en las labores de investigación se considera a menudo que las distribuciones del producto son del tipo normal. Sin embargo, dado que la distribución de los rendimientos de los cultivos está limitado en el nivel inferior por cero (los rendimientos negativos son irrealizables) y en el límite superior por la combinación de la genética potencial de la semilla y por la tecnología más óptima, allí existen razones para considerar *a priori* que los rendimientos de los cultivos no están normalmente distribuidos. Day (1965), Roumasset (1976) y Thattil (1980) demostraron que las distribuciones de probabilidad de cultivos de campo son típicamente asimétricas. Para comprender la importancia de esto en el análisis de riesgo, consideremos las distribuciones en la figura 2. La función de producción típica produce estimaciones de resultados finales como respuesta a niveles variables de insumos, y asume también que se trata de una producción sin riesgo. Sin embargo, puesto que toda producción involucra cierto riesgo, la producción se define como una variable aleatoria. Estas son verdaderamente estimaciones de la respuesta de la media y como puede ilustrarse en (a). Dado que otros aspectos de las distribuciones se asume que permanecen invariables, el agricultor preferiría claramente (ii) a (i).

Sin embargo los niveles variables de insumos afectan a la varianza y a la asimetría de la distribución. Un cambio en la media y la varianza se ilustra en (b). En este caso la media se incrementó y también la varianza, no fue claro determinar la preferencia del agricultor. Un agricultor contrario a tomar riesgos podría preferir un menor rendimiento pero más constante que obtener otro alto pero también de rendimiento más variable. Smith y Umali (1985) comprobaron este caso a través del impacto de modificar los grados de fertilización en cultivos de arroz.

La importancia de la asimetría en la distribución se ilustra en (c). Bajo condiciones favorables, es más probable que los rendimientos estén sobre el promedio con lo cual se obtiene una distribución con una asimetría negativa (vi) mientras que bajo condiciones desfavorables, ocurriría lo opuesto, dando una distribución con asimetría positiva (v).

Un agricultor adverso a optar riesgos preferiría una distribución asimétrica negativa en la cual las oportunidades de una producción baja se minimizan, mientras que por el contrario se maximizan las probabilidades de obtener una producción más alta.

Como están afectando esas distribuciones por cambios en los grados de uso de insumos? Dos ejemplos son las variedades modernas y los pesticidas químicos. Las variedades modernas son comúnmente percibidas, incrementan la media pero con el costo de incrementar la varianza de rendimiento. Los pesticidas químicos son un ejemplo de una tecnología que típicamente difunde rápidamente porque son percibidas por los agricultores como un tipo de seguro. En términos de probabilidad el uso de pesticidas químicos escoge el volumen de la cola de mano izquierda cual desplaza la masa de la distribución a la derecha.

Métodos de análisis de eficiencia. Estos métodos ofrecen la posibilidad de tamizar tecnologías para la eficiencia del riesgo. Estos métodos no hacen uso de las funciones de utilidades de los agricultores salvo que asumen que éstos prefieren obtener más que menos. Estos métodos comparan las distribuciones de probabilidad de eventos inciertos expresados como funciones de distribución acumuladas las cuales expresan simplemente la posibilidad de que el valor de la producción decaea luego de un cierto nivel. Si una función de opción 1 es al menos tan grande como la función de la opción 2, entonces se puede afirmar que la función 1 "estocásticamente domina" a la función 2. Al utilizar éstas funciones es posible comparar los diferentes escenarios y establecer cual es el más eficiente para obtener un resultado planeado. Se han desarrollado normas para comparar las distribuciones acumuladas (Anderson y otros, 1977), dos de las cuales se ilustran en la figura 3.

Un Dominio Estocástico de Primer Grado es aquel donde una distribución acumulada es siempre superior a otro como F1 comparado con G1.

El Dominio Estocástico de Segundo Grado describe el caso en el cual distribuciones acumuladas podrían cruzarse. En este caso se puede decir que un F1 domina a un G1 si el área de A excede al área de B.

Los métodos de análisis de eficiencia requieren de un conocimiento previo de las distribuciones de probabilidad del interés. El desarrollo de estas distribuciones de probabilidad es dificultosa. El método descrito por Day utiliza "El método de momentos" de Pearson, sistema que clasifica familias dentro de las distribuciones de probabilidad. Una vez que las distribuciones de familias han sido identificadas, se desarrollan los parámetros requeridos. Este método es estadísticamente riguroso, pero tiene la desventaja de requerir una gran cantidad de datos.

En un estudio de respuesta a los rendimientos en una producción de arroz regada por aguas de lluvia, Thattil utiliza una combinación de métodos de momentos y de normas de datos escasos para generar varias series de distribuciones acumuladas y seleccionar las distribuciones acumuladas para el análisis de eficiencia de riesgo utilizando las reglas de dominio estocástico. Thattil tuvo disponibles 400 observaciones correspondientes a 4 años de pruebas en fincas, para generar estas distribuciones de probabilidad.

En la mayoría de los casos, el investigador no tiene disponible la cantidad de datos suficientes para aplicar el sistema de Pearson. Anderson (1973) sugiere un método de datos escasos donde una distribución acumulada es bosquejado a mano utilizando tan pocos como solo 4 puntos observados. Este sistema utiliza la norma que una observación N que es una aproximación razonable de la fracción $K/(N+1)$ de la distribución (Figura 4).

Se sacrifica el rigor estadístico por lo pragmático y por la capacidad de adaptar algún análisis de riesgo en lugar de no contar con ninguno. Una distribución unimodal de dos colas genera una distribución acumulada con forma de una S y la experimentación

demonstró que también con tan pocos como 5 puntos existía una probabilidad de un 50% de producir una buena representación de la distribución real.

El método de "análisis de ingresos mínimos" incorpora consideraciones de riesgo en análisis de ensayos y es presentada en el manual Desde datos agronómicos a recomendaciones a agricultores por CIMMYT (1988). Este método es una variación de dominio estocástico donde el criterio de elección se basa en las colas izquierdas. La posibilidad puede surgir donde los resultados de los tratamientos son variables entre locaciones, algunos son superiores y otros son inferiores a los tratamientos de comparación. En este caso, cómo selecciona el agricultor?

El análisis de ingresos mínimos compara el promedio de los resultados bajos por tratamientos no dominados. Un tratamiento dominado ocurre cuando los beneficios netos de tal tratamiento son menores de otro tratamiento con menos costos. Un ejemplo de CIMMYT está presentado en la Tabla 1. Utilizando los promedios de todas las localidades, el tratamiento 80 kg N es superior. Pero utilizando el análisis de ingresos mínimos el tratamiento de 0 kg N es superior.

Métodos de maximización. Existen varios métodos posibles de maximización en los cuales el análisis se fundamenta en las funciones de utilidad.

Un modelo conceptual útil tanto al análisis normativo como al análisis objetivo, es la maximización subjetiva de las utilidades planeadas del agricultor. Tales modelos suponen que el agricultor tiene su opinión respecto a la estructura de una producción bajo cierto riesgo y su actitud a la aceptación de tal riesgo.

Primero la estructura de distribución de producción es desarrollada -sea directamente a través de entrevistas o indirectamente a través de métodos econométricos. Una vez que se han estudiado las propiedades de esta distribución las estimaciones se insertan en la función de las utilidades del agricultor, que contiene parámetros que describen su actitud al riesgo.

La descripción de la naturaleza de las actitudes al riesgo de un grupo de agricultores ha consumido la energía de varios investigadores. Las teorías económicas han postulado varios tipos de aversión al riesgo y la forma cómo pueden ocurrir. Basados en estas teorías, algunos investigadores empíricos desarrollaron métodos para establecer un modelo de aversión al riesgo. Binswanger (1980) cuando trabajó en el sector rural de la India, desarrolló un método de clasificación basado en las preferencias por juegos de apuestas donde se utilizaron premios verdaderos. Binswanger y Sillers (1983) investigaron estudios similares en las Filipinas, Tailandia y El Salvador y encontraron que "...los resultados sugieren que la preferencia 'típica' de la población...puede concentrarse dentro de una franja moderadamente estrecha, con sólo una pequeña proporción de agricultores que demuestran ya sea neutralidad, preferencia, o extrema aversión al riesgo".

Las mediciones experimentales de aversión al riesgo son costosas y consumen un tiempo considerable y además adolecen de tener una reproducción poco satisfactoria. Antle (1986) desarrolló un método para estimar la distribución de actitudes al riesgo basado en datos encuestados, y aplicó este método a los datos obtenidos por Binswanger en la India. Crissman (1986) también aplicó el método a la información obtenida en las Filipinas. Los resultados obtenidos tiene consistencia con el trabajo experimental y demuestran que la distribución de actitudes al riesgo se concentra en el área de aversión moderada al riesgo.

Puesto que la naturaleza de actitudes al riesgo tiene como característica una agrupación muy estrecha, la percepción del riesgo emerge como un determinante importante para el éxito de una nueva o la persistencia de una tecnología existente. Dado que las percepciones del riesgo por parte de los agricultores constituyen su evaluación subjetiva respecto al posible resultado de sus acciones, es obvio que con mejores conocimientos, los agricultores pueden hacer mejores estimaciones. Varios estudios han aplicado métodos diseñados para producir estimaciones de los agricultores respecto a las percepciones del riesgo.

A través de la utilización de percepciones subjetivas del riesgo, Roe y Nygard (1980) demostraron que entre agricultores tunesinos, las estimaciones de potenciales rendimientos de una nueva variedad de trigo comparadas con la cosecha actual demostraron que su percepción del riesgo es más importante que las actitudes al riesgo para predecir resultados.

Mucho trabajo teórico y empírico ha sido hecho para facilitar la estimación de distribuciones de producción. Según lo expresado anteriormente, la mayoría de los modelos econométricos sólo generan estimaciones de la media y restringen el comportamiento de la varianza y de la asimetría. Atendiendo ésto, Just y Pope (1979) desarrollaron un modelo que no restringe los cambios en la varianza de la distribución del producto cuando se efectúan cambios en los insumos. Más tarde, Antle (1983) desarrolló un modelo que releva los limitantes en la asimetría de la distribución del producto.

Utilizando información cruzada de series de tiempo, Antle y Crissman (1990) aplicaron un modelo generalizado de óptimo de utilidades planeadas a una serie de agricultores arroceros filipinos. Pudieron estratificar a los agricultores por su adopción de nuevas variedades de arroz y observar la eficiencia técnica con las nuevas y antiguas variedades durante el proceso de adopción. Encontraron que los primeros adoptantes fueron relativamente más ineficientes que los adoptantes posteriores en la primera experiencia con las nuevas variedades. Sin embargo, la eficiencia técnica con las nuevas variedades se alcanzó rápidamente obteniendo resultados superiores. Ellos más tarde demostraron que el aprendizaje y la observación directa posibilitan mejorar las características de la función de distribución de los resultados.

Conclusiones y Sugerencias

Esta sección contiene una interpretación breve de los resultados, y algunas condiciones concernientes a la importancia del riesgo cuando éste afecta la decisión de adoptar nuevas tecnologías agrícolas. Primero se analiza un tratado que establece cuándo el riesgo es importante y luego se hace una revisión de algunas de la hipótesis descritas anteriormente.

En el Instituto Internacional de Investigación de Agricultura Tropical, Semi-Arida (ICRISAT), se condujo un estudio de 15 años sobre varias poblaciones en el Sur y Centro de la India que proporciona diversas oportunidades para el estudio del rol de las actitudes al riesgo y las percepciones del riesgo de las decisiones de los agricultores. Walker y Ryan (1990) han humanizado el estudio del ICRISAT para utilizar las funciones de distribución acumulada e ilustrar bajo qué condiciones es importante el riesgo en la afectación de la adopción de las nuevas tecnologías como el caso concreto de una mejorada (M) que lo comparan frente a una tecnología tradicional (T) tecnología (figura 5).

El panel "a" enseña un caso de tecnología mejorada (M que corresponde a la aplicación de fertilizante en un cultivo mixto de algodón y arvejas), donde la técnica mejorada es superior en réditos para todos los niveles. Por tanto, el agricultor elegiría la

tecnología mejorada, asumiendo que él o ella prefieran más por menos. Walker y Ryan acotan en la experiencia del ICRISAT y en la bibliografía que ellos examinaron que este es un caso frecuentemente recurrente. El panel "b" demuestra lo contrario. Ni las variaciones de percepción del riesgo ni tampoco las actitudes al riesgo afectarían la decisión de los agricultores.

El riesgo se forma importante cuando se entrecruzan las funciones de distribución acumuladas. En el panel "c", la tecnología tradicional produce mejores resultados a niveles menores de réditos netos tales que la rentabilidad promedio excede a aquella de la tecnología mejorada (el área de B es mayor que el área de A). En ambientes menos favorables, es posible asumir que los años malos superan a los años buenos. Si la tecnología mejorada proporciona persistentemente resultados deficientes en malas épocas aun cuando puede acceder a la tecnología tradicional en años buenos, la mayoría de los agricultores no adoptaría la nueva tecnología.

El nuevo inverso se ejemplifica en el panel "d". Aquí la tecnología mejorada es superior a la tecnología tradicional en todos los niveles con excepción del más desfavorable. Únicamente los agricultores que son extremadamente adversos al riesgo, permanecerán con la tecnología tradicional. Puesto que la mayoría de agricultores son moderadamente adversos al riesgo, la adopción de la nueva tecnología sí se cumpliría.

En el panel "e", el área de A y de B son aproximadamente las mismas. Walker y Ryan anotan que en estos casos en que el riesgo de verdad importa, las actitudes al riesgo y las percepciones del riesgo entran en conflicto. La elección de adoptar o no depende de las actitudes de los agricultores al riesgo. Por tanto, la pregunta cuando la aversión al riesgo del agricultor es importante depende de la frecuencia del caso "e". Aunque los autores citan ejemplos, ellos sostienen que no ocurre con la frecuencia como se ha hecho una hipótesis por parte de muchos científicos biológicos y sociales.

Esta conclusión de Walker & Ryan pone en relieve una limitación del análisis de ingresos mínimos presentado anteriormente. Utilizando el método de datos escasos de Anderson, las distribuciones acumuladas delineadas a mano de los tratamientos, es documentada en la Tabla 1 y presentada en la Figura 6.

Cabe anotar que el análisis de los ingresos mínimos descritos arriba, identificaría las posiciones de las curvas en el área de B dejando sin consideración al área A. El investigador obtendría información relevante para los muy pocos agricultores que son extremadamente adversos al riesgo, pero no para los numerosos agricultores con una moderada aversión al riesgo.

Distribución de los rendimientos de cultivos. Como un enunciado *a priori*, las distribuciones de los rendimientos de cultivos deberían ser asimétricas. Existen varios métodos estadísticos y econométricos para probar esta proposición.

1. La distribución de los rendimientos de cultivo son típicamente asimétricas aunque pueden ocurrir casos de distribuciones simétricas.
2. Los insumos pueden escogerse para influenciar la forma de las distribuciones de los rendimientos de cultivos. Teniendo en cuenta el efecto que tiene la selección de los insumos sobre la varianza y la asimetría, la consideración del riesgo se vuelve un factor importante.
3. En ambientes desfavorables los rendimientos del cultivo tienden a agruparse alrededor de la base (asimetría positiva), mientras que en circunstancias favorables

las distribuciones de los rendimientos del cultivo, el grupo de la distribución se desplazará hacia la derecha.

Aversión al riesgo. Estudios experimentales y econométricos de la postura frente al riesgo por parte de los agricultores en países en vías de desarrollo han revelado varios patrones distintos que pueden afectar la planificación de la investigación y la selección de la tecnología.

Existe una distribución de probabilidad de las posibles posturas frente al riesgo que van desde las que gustan del riesgo, hasta las que son neutrales al riesgo y hasta las que son extremadamente contrarias al riesgo. Sin embargo, la mayoría de los agricultores son moderadamente adversos al riesgo.

5. El grado de aversión al riesgo no se modifica significativamente con los ingresos o la dotación de recursos del propietario de la finca, por tanto existe una razón muy pequeña para estratificar a los agricultores en grupos homogéneos de riesgo. El tratar de definir objetivos en las tecnologías que traten de promover diferencias en las posturas frente al riesgo se vuelve poco práctico.
6. Los agricultores en ambientes de riesgo no son más adversos al riesgo que aquellos en ambientes favorables.
7. Debido a que las actitudes frente al riesgo son similares entre diferentes tipos de agricultores y entre diferentes regiones no existe una razón para utilizar diferencias en las actitudes frente al riesgo para explicar las diferencias en la adopción de tecnología sea entre la misma región o entre varias regiones.

Percepciones del Riesgo. Actitudes al riesgo similares pueden ser tratadas como un factor común entre la gran mayoría de agricultores, con esta supuesto, el rol de las percepciones del riesgo de los agricultores se vuelve más importante. La estructura de una producción de riesgo es evaluada por los agricultores con sus propias percepciones subjetivas y pueden estimarse por métodos estadísticos y econométricos.

8. El número de veces que un agricultor moderadamente contrario al riesgo esté dispuesto a tomar una decisión de riesgo siempre esté influenciado por su propia percepción del riesgo.
9. Los agricultores colectan información de varias maneras para mejorar en percepción del riesgo. En adición a los métodos comunes de información tales como trabajos de extensión o contactos con agentes de ventas. Los agricultores actualizan sus percepciones vía experimentación y observación de sus vecinos.
10. Los insumos se utilizan intensivamente en más o menos dependiendo en que éstos pueden reducir o incrementar el riesgo. Los agricultores pueden seleccionar los insumos para reducir el importe del riesgo, intentando deliberadamente controlar la forma de la distribución del producto.
11. Las percepciones del riesgo actúan en forma de desaveniencias para la adopción de la mayoría de las nuevas tecnologías excepto de pesticidas los cuales son ampliamente percibidos por los agricultores como reductores del riesgo.
12. Los agricultores son sensibles a alterar los riesgos. Si su medio ambiente se vuelve menos riguroso, por ejemplo un sistema de irrigación que reduzca las posibilidades

de sequía o un esquema de estabilización de precios, entonces los agricultores responderán con un incremento de la producción.

Sugerencias para la investigación. Como resultado de estas conclusiones se dan varias sugerencias para investigaciones. El asumir que la mayoría de los agricultores son moderadamente contrarios al riesgo, simplifica ampliamente las consideraciones teóricas para seleccionar modelos econométricos para analizar producción con riesgo. Puesto que las distribuciones de los rendimientos de cultivos no son simétricas, el diseño de pruebas debería proporcionar información para documentar no sólo la variabilidad sino además la asimetría de las distribuciones. Cuando se introducen a los agricultores nuevas tecnologías, se debe tener especial cuidado para informar o demostrar los aspectos probabilísticos de la tecnología a fin de facilitar una mejor percepción del riesgo de los agricultores.

Dedique su tiempo para identificar fuentes potenciales de riesgo, incluyendo aspectos físicos, económicos y socio-políticos.

Dados los sistemas conocidos del agricultor para coleccionar información y conociendo las debilidades de la mayoría de los servicios de extensión, la investigación para la adopción y verificación de tecnologías debería proveer para la participación y observación del agricultor para mejorar las percepciones del riesgo en una nueva tecnología. La diferencia de resultados es un componente importante para la evaluación del agricultor y deberían diseñarse pruebas para destacar las diferencias relativas del componente que interesa.

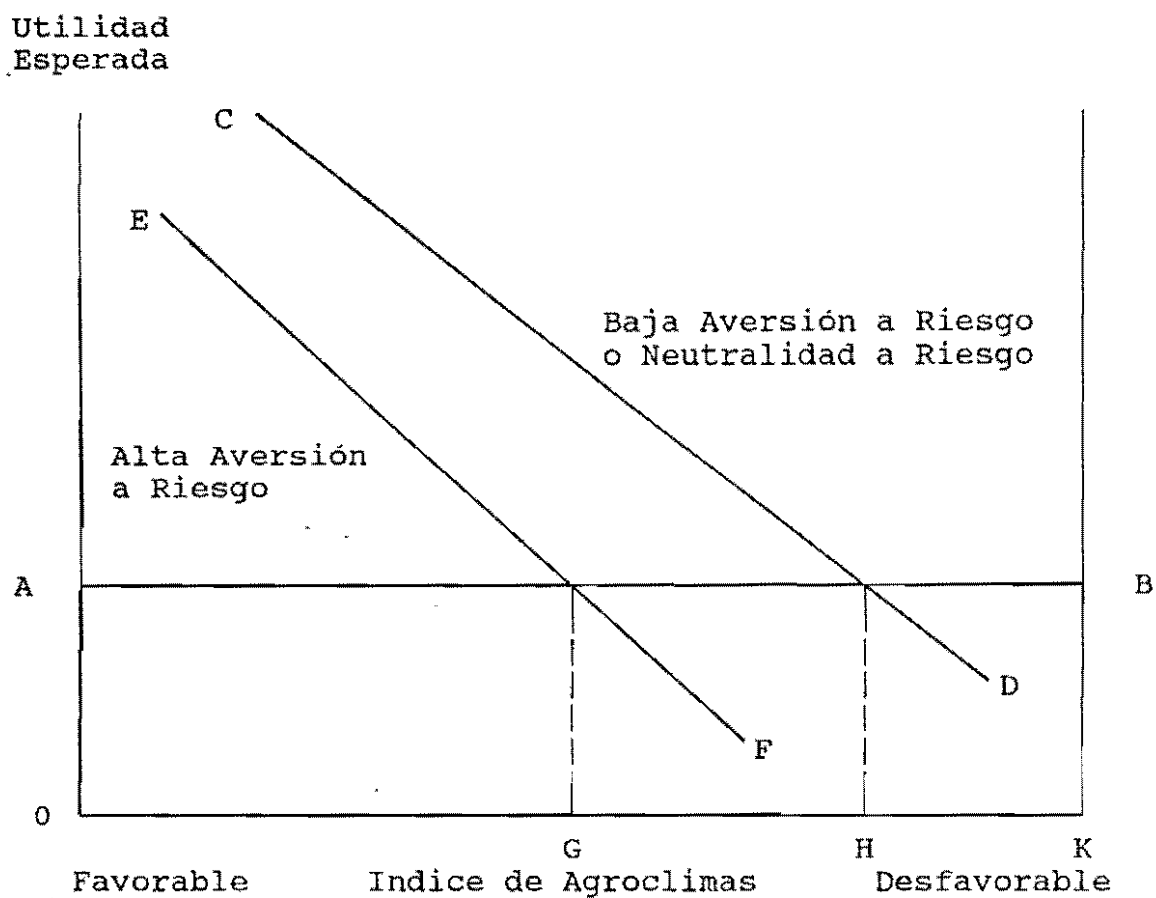
References

- Anderson, J.R. 1979. Perspective of models of uncertain decisions. in Risk, Uncertainty and Agricultural Development. eds J.R. Roumasset, J.M. Broussard and I. Singh. (Manila:SEARCA A/D/C)
- _____, 1973. "Sparse data, Climatic Variability, and Yield Uncertainty in Response Analysis." American Journal of Agricultural Economics. 55:77-81.
- _____, J.L. Dillon and J.B. Hardaker. 1985. Farmers and Risk. Proceedings of the Meeting of the International Agricultural Economics Association, Malaga, Spain.
- _____. 1977. Agricultural Decision Analysis. (Ames, Iowa: Iowa state University Press) 344 p.
- Antle, J.A. 1987. "Econometric Estimation of Risk Attitudes." American Journal of Agricultural Economics. 69: 509-522.
- _____, 1983. "Testing the stochastic structure of production: A flexible moment based approach." Journal of Business and Economic Statistics 1:192-201.
- _____, and C.C. Crissman. 1990. "Risk, Efficiency, and the Adoption of Modern Crop Varieties: Evidence from the Philippines." Economic Development and Cultural Change. 38: 517-538.
- Binswanger, H.P. 1980. "Attitudes towards Risk: Experimental Measure in Rural India." American Journal of Agricultural Economics. 62:395-407.

- and D.A. Sillers. 1983. "Risk Aversion and Credit Constraints in Farmers' Decision-Making: A Reinterpretation." Journal of Development Studies. 20:5-21.
- Crissman, C.C. 1986. Production risk, risk attitudes and the adoption of modern rice varieties in the Philippines, PhD thesis, U. of California-Davis.
- Day, R.H. 1965. "Probability Distributions of Field Crops." Journal of Farm Economics. 47:713-714.
- Feder, G., R.E. Just and D. Zilberman. 1985. "Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey." Economic Development and Cultural Change. 33:255-298.
- Just, R.E. and R.D. Pope. 1979. "Stochastic Specification of Production Functions and Economic Implications." Journal of Economics. 72:67-86.
- Pope, R.D. and R.A. Kramer. 1979. "Production uncertainty and Factor Demands for the Competitive Firm." Southern Journal of Agricultural Economics. 46:489-501.
- Roe, T. and D. Nygard. 1980. Wheat, Allocative Error and Risk: Northern Tunisia. Economic Development Center Bulletin V. Department of Agriculture and Applied Economics. St.Paul, Univ. of Minnesota.
- Roumasset, J.A. 1979. "Introduction and State of the Arts." eds J.A. Roumasset, J.M. I and I. Singh Risk, Uncertainty and Agricultural Development. (Manila: SEARCA A/D/C) pp 3-21.
- Smith, J. and G. Umali. 1985. "Production risk and optimal fertilizer rates: A random coefficients model." American Journal of Agricultural Economics. 67:654-659.
- Thattil, R.O. 1980. Criteria used in screening technology prior to field recommendation. MS Thesis (Statistics) U. of Philippines - Los Baños. Philippines. 77p.
- Walker T.S. and J.G.Ryan. 1990. Village and Household Economies in India's Semi-arid Tropics. (Baltimore: Johns Hopkins University Press) 394 p.

FIGURA 1

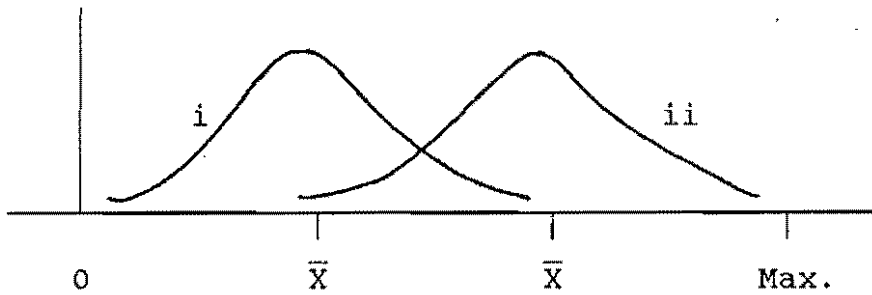
ADOPCION DE UNA TECNICA DADA A TRAVES DE AGROCLIMAS



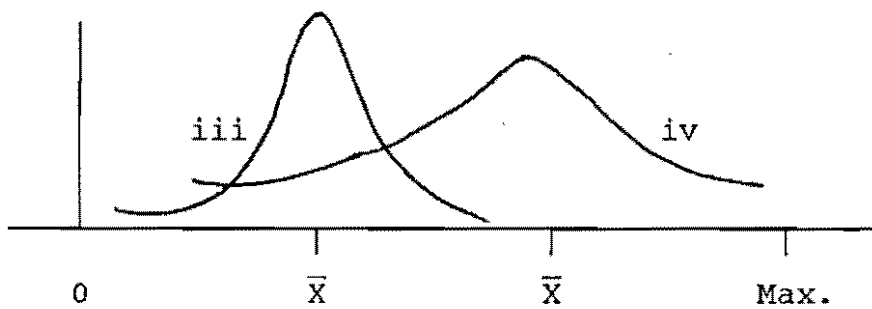
FUENTE: Adaptado de Binswanger & Sillers (1983)

FIGURA 2

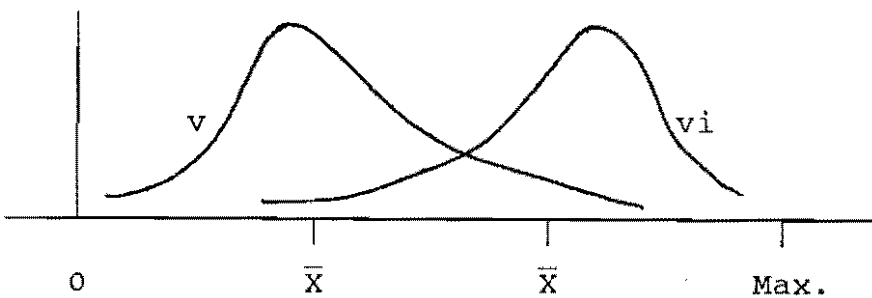
POSIBLES DISTRIBUCIONES DE RENDIMIENTO



- a) Cambiando el significado de la respuesta y sin cambiar la variancia de la distribución normal



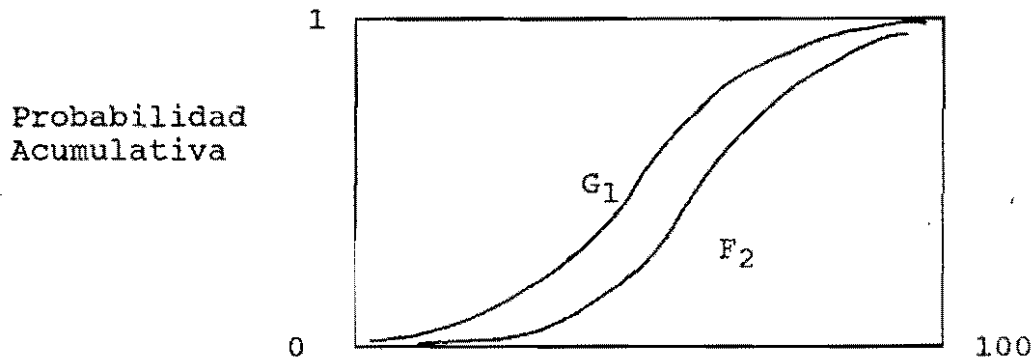
- b) Cambiando el significado de la respuesta y la variancia de distribución



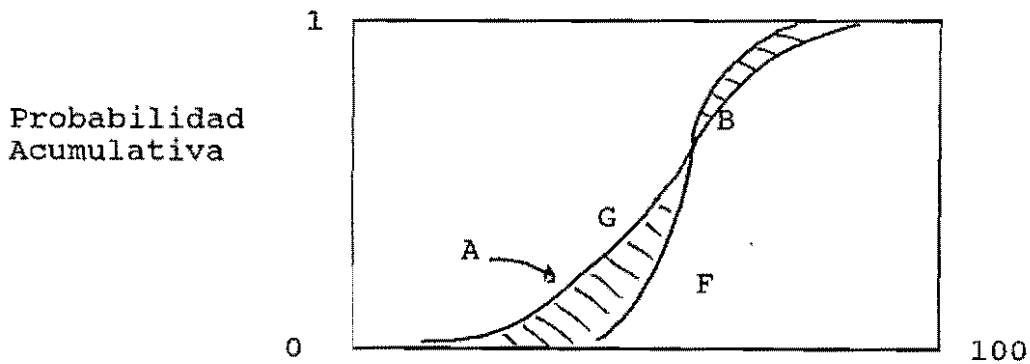
- c) Cambiando la inclinación de positivo (v) a negativo (vi)

FIGURA 3

RANGO DEL RIESGO DE TECNOLOGIAS EFICIENTES
USANDO DOMINANCIA ESTOCASTICA



INDICE DE RENDIMIENTO POSIBLE
PRIMER GRADO DE DOMINANCIA ESTOCASTICA

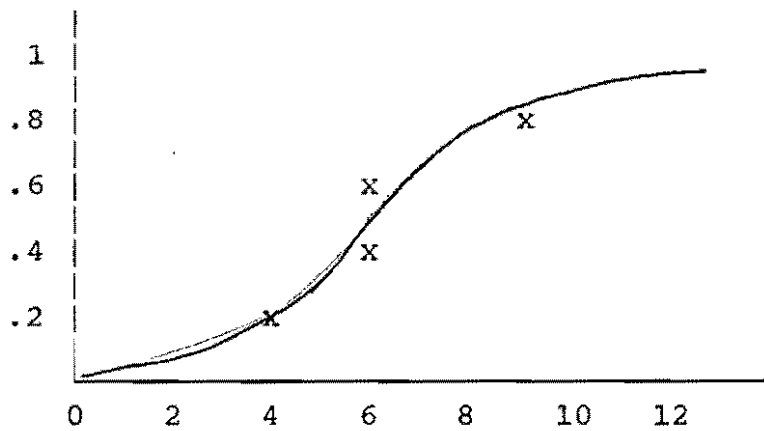


INDICE DE RENDIMIENTO POSIBLE
SEGUNDO GRADO DE DOMINANCIA CASUAL

AREA OF A > AREA OF B

FIGURA 4

CDF SUBJETIVO BASADO EN UNA REGLA DE DATOS DISPERSOS



OBSERVACIONES DE VARIABLES CONTINUAS AL AZAR

$N = 4, 6, 6, 10$ SIRVE COMO

ESTIMADOS DE $K/(N+1)$ FRACTILE

$1/(4+1), 2/(4+1), 3/(4+1), 4/(4+1)$

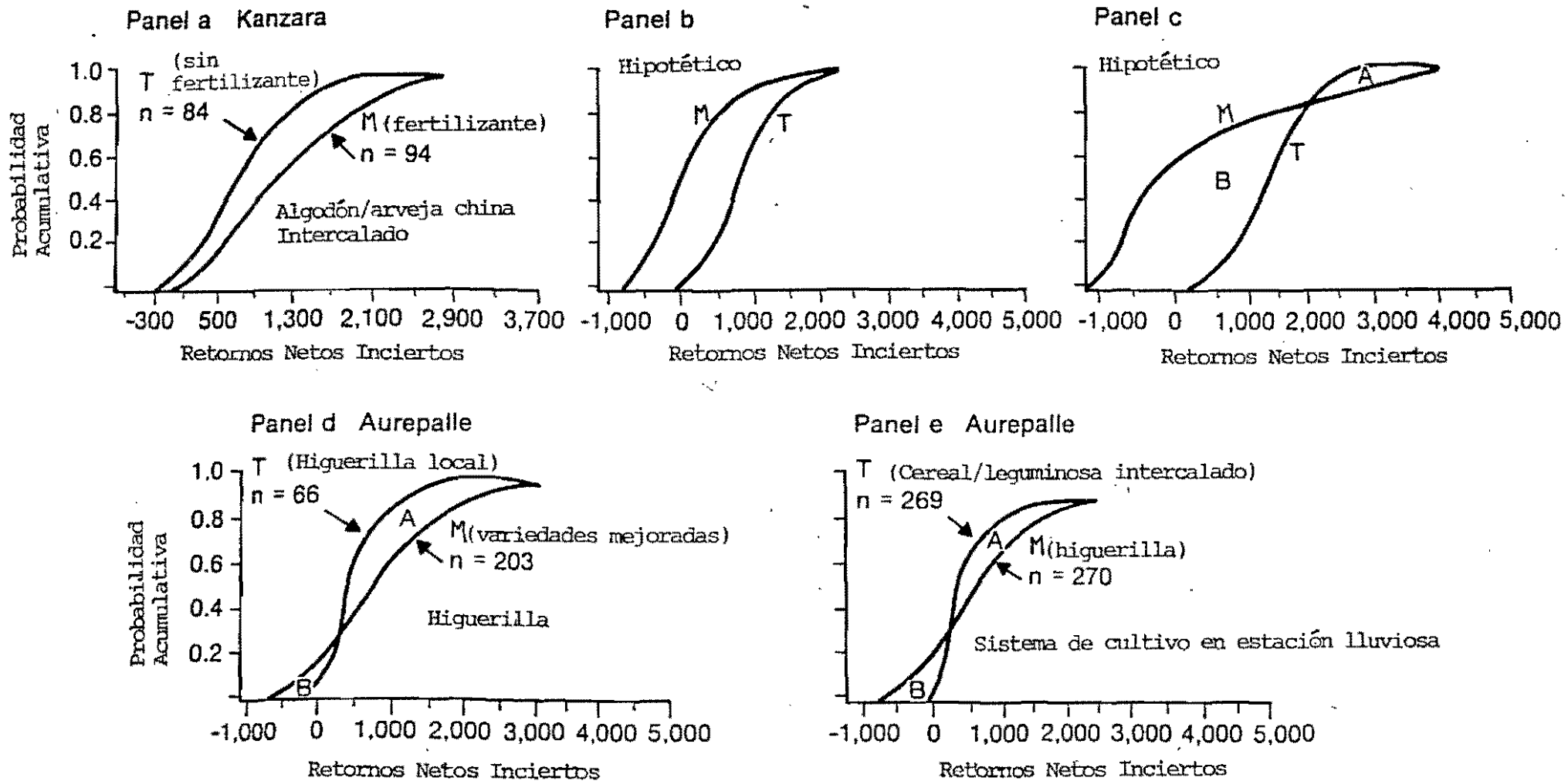


Figura 5. Situaciones alternativas de percepción de riesgos entre una técnica mejorada (I) y una práctica tradicional (T).

Nota: Número de observaciones (campos) de 1975/76-1984/85.

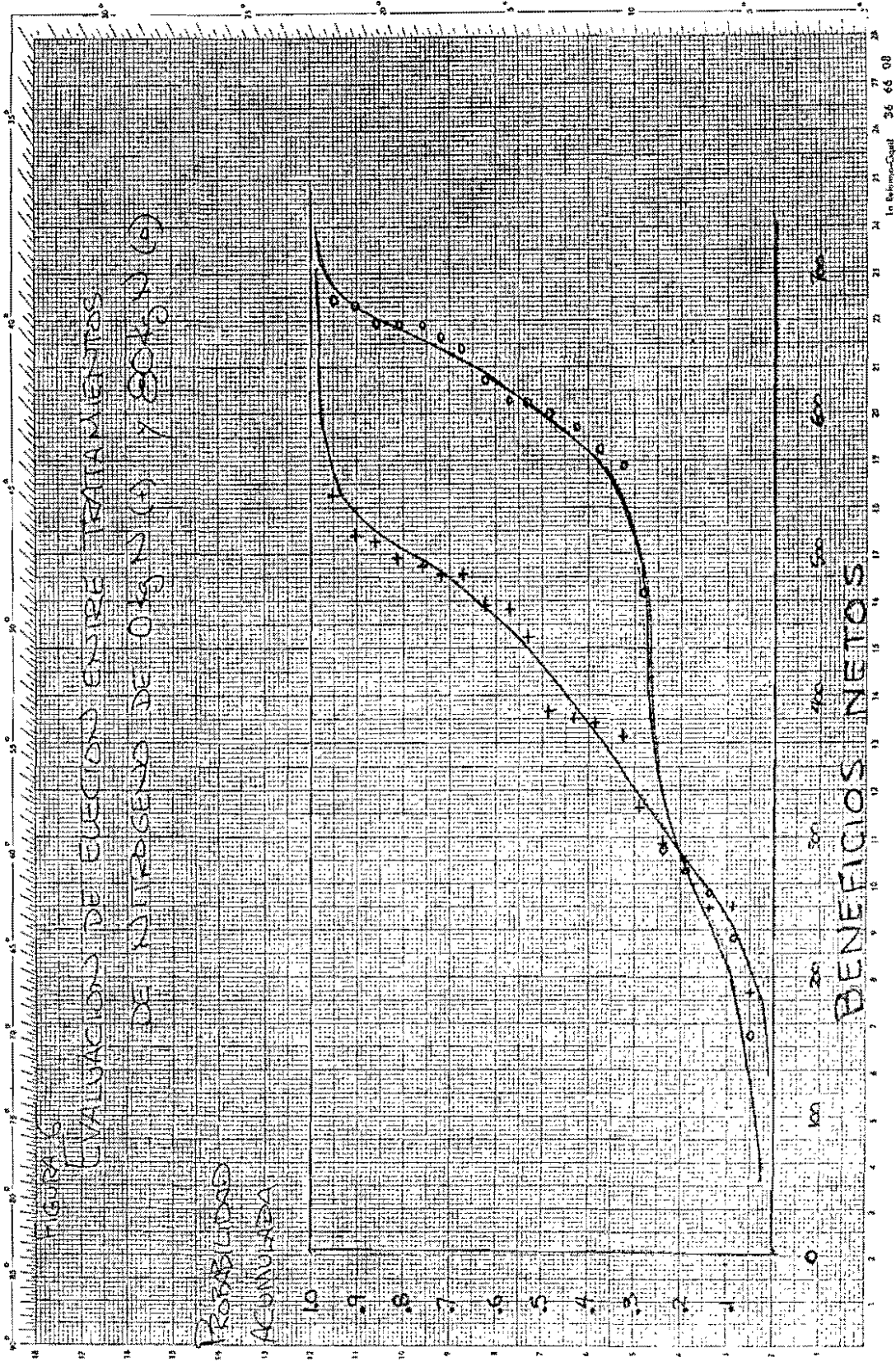


TABLA 1
 BENEFICIOS NETOS POR UBICACION
 PARA LOS TRATAMIENTOS
 0 kg N AND 80 kg N

UBICACION	BENEFICIOS NETOS (\$ / ha)	
	0 kg N	80 kg N
1	441	655
2	511	647
3	383	277
4	391	610
5	250	593
6	322	619
7	490	660
8	458	600
9	180	162
10	250	612
11	542	562
12	512	681
13	285	291
14	387	578
15	375	230
16	494	661
17	485	660
18	295	480
19	485	683
20	463	260
Promedio	400	526
Promedio de los cinco más bajos	252	244

Risk as a variable of decision

Introduction

Risk is part of our daily lives and most of us are adverse to it. Every morning we take risks coming to work. However these are risks that we feel comfortable taking since we can manage the risks such that the chance of a bad outcome is sufficiently low. For example, we maintain the brakes on the car and drive on the correct side of the road.

Farmers also live with risk. They face the risk of an uncertain outcome of their efforts to produce a crop or animals and uncertain prices when they attempt to sell their product. Like the rest of us, most farmers are adverse to risk. Also like the rest of us, farmers do what they can to manage their risk to minimize the chance of a bad outcome.

The participants in this course typically are working for an institution which has as an objective the generation and transfer of new agricultural technologies. As social scientists in these institutions frequently our job is to collaborate in farm-level experimentation with these new technologies and to identify possible constraints to their adoption.

Neoclassical production theory, the usual framework used by economists to analyze producer behavior, does not incorporate time or risk. In the last 20 years agricultural economists and other social scientists have developed a

number of methods to accommodate the presence and effect of risk in economic analysis. When discussing risk it is inevitable that concepts of probability must be employed, these will be presented with a minimum of mathematical terminology and all will be defined in a glossary.

The objective of this brief survey is to underline the importance of including risk as a variable in the farmer's decision-making process, to provide a conceptual overview of how to include risk in economic analysis, to review some of the methods utilized and to illustrate these with some empirical cases. It is assumed that the course participants understand basic microeconomic theory and statistical principals but may not have been introduced to concepts of risk as used in economic analysis.

The focus is on crop production risk, therefore mentioned only very briefly is price or market risk. The role of risk management devices coming from the government or from within the farm household such as insurance, credit, rural public works or migratory labor are also not treated. Given that most course participants work for technology producing institutions, to focus discussion it is convenient to follow Walker and Ryan (1990) and define risk in the context of an adoption decision between two techniques.

Risk attitudes and risk perceptions

There are two important aspects of risk which influence how decisions are made; risk perceptions and risk attitudes. As example, a farmer cultivates potatoes with a certain technology within the natural, economic and socio-political environment. The outcome (yields, revenues, profit, increased utility) is uncertain. If the farmer repeats this practice over all his fields and over the seasons the outcomes form a probability distribution of output. Farmers form opinions or beliefs - risk perceptions - on the structure of this probability distribution of output. These perceptions can change given experience and knowledge.

Farmers are also affected by their attitudes towards risk. Some of us are inclined to race cars as a hobby and others of us are content to collect stamps, likewise one farmer may be more inclined to try a new biological control than another.

Sources of Risk

There are numerous factors considered by farmers before a decision is made to shift to a new technology. Risk can be an important factor in that decision, especially in less advantaged areas. The risks faced by farmers can come from natural, economic and socio-political sources (Anderson et al 1985). Climatic factors such as rainfall and temperature are typically the most important sources of environmental production risk for farmers. Climate also influences the

presence of pests and diseases. A good example is a crop fungus that needs cool rainy weather to spread.

Economic risks faced by farmers include uncertainty in product and input prices, and factors influencing demand and supply such as large scale changes in incomes or climate. The socio-political environment is often influenced by government interventions. By suddenly manipulating prices or access to inputs or markets with policy actions, governments can have a dramatic effect on risks faced by farmers.

Recall that farmers are in the business of providing for themselves and their families and thus as economists we assume that they try to optimize something we call utility. Since utility is not directly observable we use such things as profits or net crop revenue as a proxy to measure the optimizing behavior of farmers. For many farmers net crop revenue risk is an important source of income variability. This variability may come from five sources: 1) input prices, 2) input levels, 3) planted area, 4) output prices, and 5) yields (Walker and Ryan, 1990). Yield and output price variability have received more research attention than risk coming from the other three sources.

Risk, technology adoption and production efficiency

In economics, studies of risk often are linked with questions of how risk affects technology adoption and production efficiency.

The influence of risk aversion on production efficiency was examined by Pope and Kramer (1979). They noted that there exist risk reducing inputs and showed that with risky production a risk averse farmer will allocate more of a risk reducing input than might be used in riskless production. This implies that the optimum demonstrated by riskless models will not be reached, creating an impression of technical and allocative inefficiency. Antle (1983) developed a model which is a generalized application of efficiency concepts to accommodate price and output uncertainty and accounts for risk attitudes of the producer and differences in output distributions.

The influence of risk on adoption while accounting for different climates and risk attitudes was modeled by Binswanger and Sillers (1983). They developed a hypothetical case of recommended changes in fertilization rates (Figure 1). It is assumed that a change in fertilization rate increases mean yield but also yield variance. The cost of this change in all environments is described by line AB. However the utility produced by the change in technology varies by agroclimate. Ignore for a moment the effects of risk attitudes, thus if all farmers were indifferent to risk, the utility (or possible

profitability) of the new technology across all climates is described by line CD. Farmers in climates OH would adopt the technology since the utility of adopting it is greater than the costs. Those farmers in climates HK would not adopt.

Now assume that the farmers that could adopt the technology possessed a range of risk attitudes from slightly risk adverse (line CD) to very risk adverse (line EF). With this assumption total adoption would occur in environments OG and no adoption in climates HK. In the marginal environments GH, the effect of individual farmer risk attitudes would be seen by differential adoption.

Hypotheses about risk - During the development of the theories and methods to measure risk, several hypotheses about the nature of risk and how farmers behave in the presence of risk have been proposed and tested. Drawn from Roumasset et al. (1979) and Feder et al. (1985), some of these are:

- 1) Crop yield distributions are normally distributed.
- 2) Some inputs are risk increasing and some are risk decreasing. In other words, inputs can be chosen to change aspects of the output distribution.

3) Farmers are conservative, those farmers with less education and experience are more conservative than their neighbors.

4) Small farmers are less willing to take risks than large farmers.

5) Farmers learn by doing and control the shape of the distribution of output by their selection of inputs.

6) Large farmers are more likely to assume the risk of adopting a new unknown technology than their small farmer neighbors.

7) Farmers are likely to apply less of certain inputs in the face of risky production than if production was certain.

8) Farmers' choice of technology are based on their risk perceptions (subjective probabilities) and thus their information about the technology. Exposure to appropriate information reduces subjective uncertainty.

Methods and Examples of Risk Analysis

There are many different methods used by economists to model the risky environment and decision making process of the farmer. These can be classified into two broad categories: maximizing methods and efficiency analysis methods. The efficiency analysis methods include only risk

perceptions while the maximizing methods account for both risk perceptions and risk attitudes. However, before discussing these methods a note on comparing output distributions is useful.

Output distributions - For mathematical convenience in research, output distributions are frequently considered to be normally distributed. However since the distribution of crop yields is limited on the lower bound by zero (negative yields are impossible) and on its upper bound by the combined genetic potential of its seed and optimal technology, there exists *a priori* reasons to believe that crop yields are not normally distributed. Day (1965), Roumassett (1976) and Thattil (1980) have shown that the probability distributions of field crops typically are asymmetric. To see why this is important for risk analysis consider the distributions in figure 2. The typical production function produces estimates on the response of output to changing levels of inputs and assumes riskless production. However since all production is risky, output is a random variable, these are really estimates of the mean response as might be illustrated by (a). Since other aspects of the distributions are assumed to remain the same a farmer would clearly prefer (ii) to (i).

However changing levels of inputs typically effect the variance and skewness of the distribution. A change in mean and variance is illustrated by (b). In this case

though the mean has increased so has the variance. It is not clear which the farmer prefers. A farmer adverse to risk might prefer the lower but more stable yield than the higher but more variable one. Smith and Umali (1985) demonstrate this case for the effect of changing fertilization rates on rice yields for rainfed rice production in the Philippines.

The importance of skewness is illustrated by (c). Under favorable conditions yields are likely to be above average giving the distribution a negative skew (vi) while in unfavorable conditions the reverse is likely, giving a positively skewed distribution (v). A risk averse farmer would prefer a negatively skewed distribution where the chances of a very low outcome are minimized while maximizing the possibilities of a high outcome.

How do changing levels of inputs affect these distributions? Two examples include modern varieties and chemical pesticides. Modern varieties are widely perceived to increase average output but at a cost of increasing variance. Chemical pesticides are one agricultural innovation that usually diffuse rapidly for they are perceived by farmers as an insurance input. In terms of probability their use shrinks the area in the lower tail of the distribution which changes the degree of skewness towards the right.

Efficiency analysis methods - These methods offer the possibility to screen technologies for their risk efficiency. These methods do not make use of utility functions of the farmers except to assume that farmers prefer more to less. They compare probability distributions of uncertain events expressed as cumulative distribution functions (CDF) which simply express the probability that the value of the outcome falls below a certain level. If a function of option 1 is at least as great as the function of option 2 then the function of 1 is said to "stochastically dominate" the function of 2. Using these functions, it is possible to compare different scenarios judging which is more efficient in producing a given result. Rules have been developed to compare the cumulative distributions (Anderson et al, 1977), two of which are illustrated in figure 3. First Degree Stochastic Dominance is where a CDF is everywhere superior to another such as F_1 compared to G_1 . Second Degree Stochastic Dominance describes the case where CDF's might cross. In this case F_1 is said to dominate G_1 if the area of A exceeds the area of B.

Efficiency analysis methods require knowledge of the probability distributions of interest. Developing those probability distributions is difficult. The method described by Day uses the Pearson 'method of moments' system to classify families of probability distributions. After the families of distributions have been identified the

necessary parameters are developed. This method is statistically rigorous but has the weakness of being very data intensive.

In a study of yield response in rainfed rice production, Thattil uses a combination of method of moments and sparse data rules to generate sets of CDF's and screens the CDF's for their risk efficiency using the rules of stochastic dominance. Thattil had available over 400 observations from four years of farm trials to generate the probability distributions.

In most cases, the researcher does not have available sufficient data for applying the Pearson system. Anderson (1973) suggests a method for sparse data where a CDF is hand sketched using as few as four observation points. The system utilizes the rule that an observation N is a reasonable approximation of the $K/(N+1)$ fractile (Figure 4). Statistical rigor is sacrificed for practicality and the ability to accommodate some risk analysis instead none. A unimodal two-tailed distribution produces a S-shaped CDF and experimentation showed that with as few as 5 points there was a 50% chance of accurately producing the true distribution.

The method of "minimum returns analysis" to incorporate considerations of risk in farm trial analysis is presented in the manual From Agronomic Data to Farmer Recommendations

prepared by CIMMYT (1988). This method is a variation of stochastic dominance where the criteria to select between distributions are based on what happens in the lower tail. The occasion can arise where the results from a series of trials comparing alternative treatments show higher net benefits to the farmer in some locations for a certain treatment but lower net benefits in other locations. How can the farmer choose?

Minimum returns analysis compares the average of the lowest net benefits for each nondominated treatment. A dominated treatment is one where the net benefits are lower than those of a treatment with lower costs. An example from CIMMYT is given in table 1. In the example the implication of the average net benefits shows that the 80kg nitrogen treatment is superior. However the minimum returns analysis shows that the zero kg nitrogen treatment is favorable.

Maximization methods - There are several possible maximization methods where analysis is based on utility functions.

A conceptual model that has appeal to both normative and objective analysis is the farmer maximization of subjective expected utility. Such models assume that the farmer has an opinion about the structure of risky production and attitudes about risk taking. First the

structure of risky production is developed - either directly by interviews or indirectly with econometric methods. Once the properties of the distribution are estimated the estimates are inserted into a utility function of the farmer that contains parameters describing his or her risk attitudes.

Describing the nature of risk attitudes among groups of farmers has preoccupied numerous researchers. Economic theorists have postulated various types of risk aversion and how they might occur. Based on these theories, empirical researchers have developed methods for establishing the pattern of risk aversion. Binswanger (1980) working in rural India, developed ranking method based on preferences for gambling games where real payoffs were used. Binswanger and Sillers (1983) surveyed similar studies from the Philippines, Thailand and El Salvador and found that "...the results suggest that in the 'typical' village preferences ... may be concentrated within a fairly narrow band, with only a small proportion of farmers demonstrating either risk neutrality, risk preference or extreme risk aversion."

Experimental measurement of risk aversion is costly and time consuming and suffers from poor replicability. Antle (1987) developed a method to estimate the distribution of risk attitudes based on survey data and applied this method to the Indian data used by Binswanger. Crissman (1986) also applied the method to data from the Philippines. Their

results are consistent with the experimental work and show that the distribution of risk attitudes is concentrated in the area of moderate risk aversion.

Given the tightly clustered nature of risk attitudes, risk perceptions emerge as important determinants in the success of a new or persistence of an existing technology. Since risk perceptions of farmers are their subjective assessment of the likely outcome of their actions it is obvious that with better knowledge the farmer makes better estimates. Several studies have applied methods designed to produce estimates of farmers risk perceptions. Using subjective risk perceptions, Roe and Nygard (1980) showed that among Tunisian farmers, estimates of possible yields of new wheat varieties compared to the actual harvest showed their risk perceptions to be more important than risk attitudes in predicting outcomes.

Much theoretical and empirical work has been done to facilitate the indirect estimation of output distribution. As noted above, most econometric models of production only produce estimates of mean response and restricted the behavior of the variance and skewness. Addressing this, Just and Pope (1979) developed a model which did not constrain changes in the variance of the output distribution for changes in the inputs. Later, Antle (1983) developed a generalized model which relieved constraints on the skewness of the output distribution.

Using cross-section time-series data, Antle and Crissman (1990) applied the generalized model as part of an expected utility optimization model to a set of Filipino rice farmers. They were able to stratify farmers by their adoption of new rice varieties and observe their technical efficiency with new and old varieties during the adoption process. They found that early adopters were relatively more inefficient than late adopters in the first experience with the new varieties. However technical efficiency with new varieties was quickly achieved with the new varieties giving superior results. They further showed how learning and direct observation was able to improve the characteristics of the output distribution function

Conclusions and Implications

This section contains brief interpretation of results, and some conclusions concerning the importance of risk in affecting the adoption of agricultural technologies. First is a treatment of when does risk matter and then a review of some of the hypotheses listed above.

At the International Crop Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT) a 15-year study of several villages in south central India provided many opportunities to study the role of risk attitudes and risk perceptions in farming decisions. Summarizing the ICRISAT research, Walker and Ryan (1990) use cumulative distribution functions to

illustrate under what conditions risk is important in affecting adoption an improved (I) compared against a traditional (T) technology (Figure 5).

Panel a shows a case of improved technology (applying fertilizer to a cotton/pea intercrop) where the improved technique is better at all levels of returns. Thus the farmer would chose the improved technology, assuming he or she prefers more to less. Walker and Ryan note in the ICRISAT experience and in the literature they surveyed that this is a frequently occurring case. Panel b shows the reverse. Neither varying risk perceptions or risk attitudes would affect the farmers decision.

Risk becomes important when the cumulative distribution functions cross. In panel c the traditional technology gives much better returns at low levels of net returns such that the average profitability exceeds that of the improved technology (area B is greater than the area A). In unfavorable environments it is plausible to assume that bad years outnumber good years. If the improved technology gives persistently poor results in bad times even though it can outperform the traditional technology in good years, most farmers will not adopt the new technology.

The reverse case is shown in panel d. Here the improved technology is superior to the traditional technology at all levels except the most unfavorable. Only

farmers that are extremely risk averse would stay with the traditional technology. Since most farmers are moderately risk averse adoption would occur.

In panel e the area of A and B are nearly the same. Walker and Ryan note that it is in this case that risk matters, risk attitudes and risk perceptions are in conflict. The choice to adopt or not depends on the farmers risk attitudes. Thus the question when does farmer risk aversion matter depends on the frequency of case e. Though they cite examples they contend that this case does not occur as frequently as is hypothesized by many biological and social scientists.

This conclusion of Walker and Ryan highlights a limitation of the minimum returns analysis presented above. Using the sparse data method of Anderson hand drawn cumulative distribution functions for the two treatments detailed in table 1 are drawn in figure 6. Note that the minimum returns analysis would identify the relative positions of the curves in area B while leaving unconsidered the curves delimiting area A. The researcher would have information relevant to the few very risk averse farmers but not for the numerous farmers with moderate risk aversion.

Crop yield distributions On a priori grounds crop yield distributions should be asymmetric. Various

statistical and econometric methods exist to test this proposition.

1) The distribution of crop yields are typically asymmetric though symmetric distributions can occur.

2) Inputs can be chosen to influence the shape of crop yield distributions. Considering the effect of an input selection on the variance and skewness is an important risk consideration.

3) In unfavorable environments crop yield tend to clustered near the bottom (positively skewed) while in favorable environments crop yield distributions the mass of the distribution will be shifted to the right.

Risk aversion Experimental and econometric risk attitude studies of farmers in developing countries have shown several distinct patterns that can affect research planning and technology selection.

4) There exists a probability distribution of possible risk attitudes ranging from risk loving to risk neutral to extremely risk averse, however most farmers are moderately risk averse.

5) The degree of risk aversion does not significantly change with the income or resource endowment of the farm household thus there is little reason to stratify farmers

into homogenous risk groups. Targeting technologies to exploit differences in risk attitudes is not practical.

6) Farmers in risky environments are not more risk averse than those in favorable environments

7) Because risk attitudes are similar among different types of farmers and in different regions there is no reason to use differences in risk attitudes to explain differential technology adoption either within a region or among regions.

Risk perceptions - Similar risk attitudes can be treated as a common factor among the great majority of farmers. With that assumption the role of risk perceptions held by farmers become more important. The structure of risky production is evaluated by farmers with their own subjective perceptions and can be estimated by statistical and econometric methods.

8) The number of times a moderately risk averse farmer is willing to take a risky decision is influenced by his or her risk perceptions.

9) Farmers gather information in various ways to improve their risk perceptions. In addition to the commonly provided paths of information such as through extension or contacts with sales agents, farmers update their perceptions via experimentation and observation of their neighbors.

10) Inputs are use more or less intensively depending on whether they are risk reducing or risk increasing. Farmers can select inputs for their risk reducing value, deliberately attempting to manage the shape of the distribution of output.

11) Risk perceptions act as a friction to the adoption of most new technologies except pesticides which are widely perceived by farmers as risk reducing.

12) Farmers are responsive to changing riskiness. If their environment becomes less risky, eg irrigation reducing the possibility of drought or a price stabilization scheme, then farmers will respond by increasing production.

Implications for research - Coming from these conclusions are several implications for conducting research. Assuming that most farmers are moderately risk averse greatly simplifies theoretical considerations in the selection of econometric models for analysis of risky production. Since most crop yield distributions are not symmetric, design of trials should provide information for documenting not only the variability but also the skewness of distributions. When introducing new technologies to farmers, care must be taken to inform or demonstrate the probabilistic aspects of the technology to facilitate improved risk perception by farmers.

Spend time identifying possible sources of risk, including physical, economic and socio-political.

Given known patterns of farmer information gathering and accounting for weaknesses in most extension services, research for technology adaptation and verification should provide for farmer participation and observation to improve perceptions of the riskiness of a given technology. The variance of results is an important component for farmer assessment and trials should be designed to display the relative variance of the component of interest.

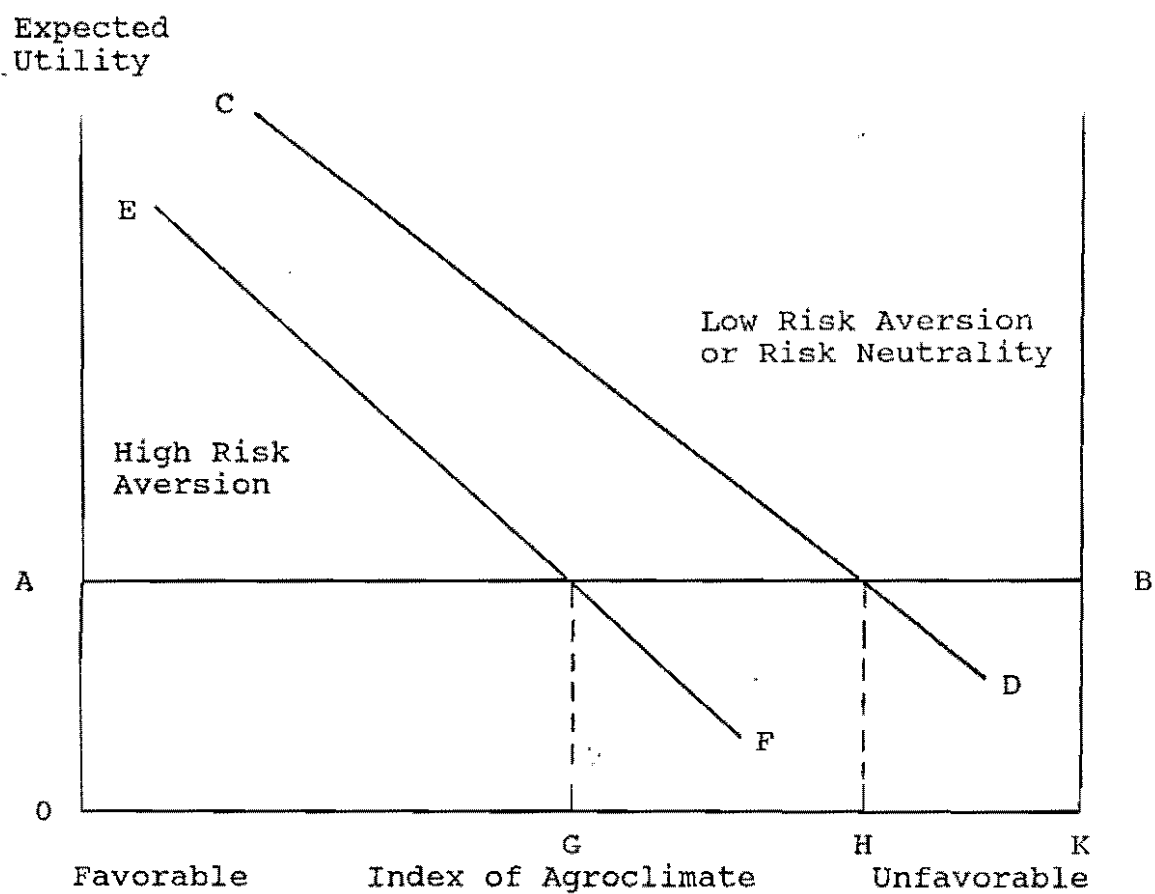
References

- Anderson, J.R. 1979. Perspective of models of uncertain decisions. in Risk, Uncertainty and Agricultural Development. eds J.R. Roumased, J.M. Broussard and I. Singh. (Manila:SEARCA A/D/C)
- _____, 1973. "Sparse data, Climatic Variability, and Yield Uncertainty in Response Analysis." American Journal of Agricultural Economics. 55:77-81.
- _____, J.L. Dillon and J.B. Hardaker. 1985. Farmers and Risk. Proceedings of the Meeting of the International Agricultural Economics Association, Malaga, Spain.
- _____. 1977. Agricultural Decision Analysis. (Ames, Iowa: Iowa state University Press) 344 p.
- Antle, J.A. 1987. "Econometric Estimation of Risk Attitudes." American Journal of Agricultural Economics. 69: 509-522.
- _____, 1983. "Testing the stochastic structure of production: A flexible moment based approach." Journal of Business and Economic Statistics 1:192-201.
- _____, and C.C. Crissman. 1990. "Risk, Efficiency, and the Adoption of Modern Crop Varieties: Evidence from the Philippines." Economic Development and Cultural Change. 38: 517-538.
- Binswanger, H.P. 1980. "Attitudes towards Risk: Experimental Measure in Rural India." American Journal of Agricultural Economics. 62:395-407.
- _____, and D.A. Sillers. 1983. "Risk Aversion and Credit Constraints in Farmers' Decision-Making: A Reinterpretation." Journal of Development Studies. 20:5-21.
- Crissman, C.C. 1986. Production risk, risk attitudes and the adoption of modern rice varieties in the Philippines, PhD thesis, U. of California-Davis.
- Day, R.H. 1965. "Probability Distributions of Field Crops." Journal of Farm Economics. 47:713-714.
- Feder, G., R.E. Just and D. Zilberman. 1985. "Adoption of Agricultural Innovations in Developing Countries: A Survey." Economic Development and Cultural Change. 33:255-298.

- Just, R.E. and R.D. Pope. 1979. "Stochastic Specification of Production Functions and Economic Implications." Journal of Economics. 72:67-86.
- Pope, R.D. and R.A. Kramer. 1979. "Production uncertainty and Factor Demands for the Competitive Firm." Southern Journal of Agricultural Economics. 46:489-501.
- Roe, T. and D. Nygard. 1980. Wheat, Allocative Error and Risk: Northern Tunisia. Economic Development Center Bulletin V. Department of Agriculture and Applied Economics. St.Paul, Univ. of Minnesota.
- Roumasset, J.A. 1979. "Introduction and State of the Arts." eds J.A. Roumasset, J.M. I and I. Singh Risk, Uncertainty and Agricultural Development. (Manila: SEARCA A/D/C) pp 3-21.
- Smith, J. and G. Umali. 1985. "Production risk and optimal fertilizer rates: A random coefficients model." American Journal of Agricultural Economics. 67:654-659.
- Thattil, R.O. 1980. Criteria used in screening technology prior to field recommendation. MS Thesis (Statistics) U. of Philippines - Los Baños. Philippines. 77p.
- Walker T.S. and J.G.Ryan. 1990. Village and Household Economies in India's Semi-arid Tropics. (Baltimore: Johns Hopkins University Press) 394 p.

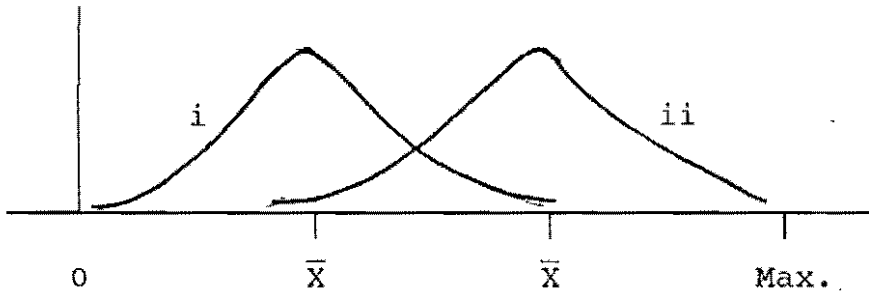
FIGURE 1

ADOPTION OF A GIVEN TECHNIQUE ACROSS AGROCLIMATES

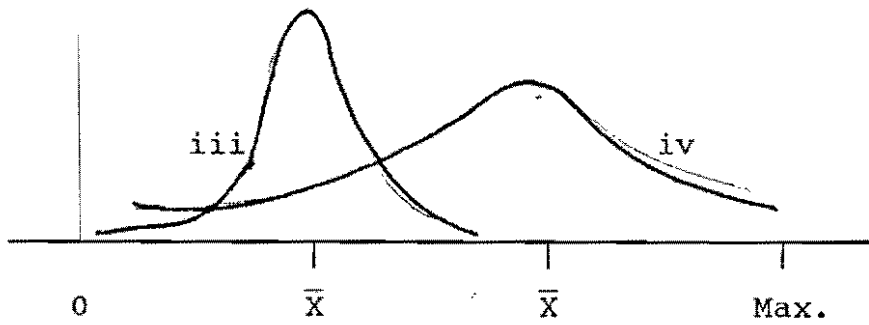


SOURCE: Adapted from Binswanger & Sillers (1983)

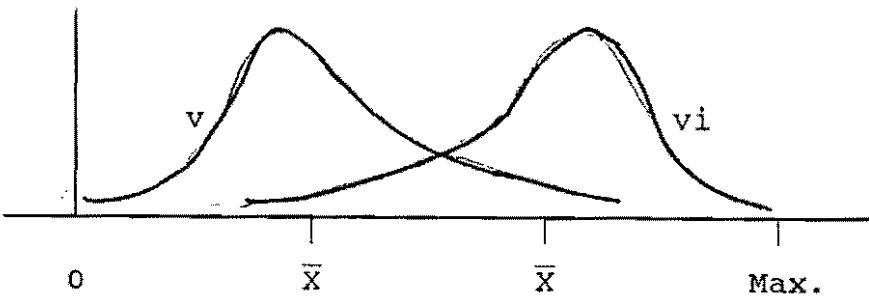
FIGURE 2
POSSIBLE OUTPUT DISTRIBUTIONS



a) Changing mean response and unchanging variance of normal distributions



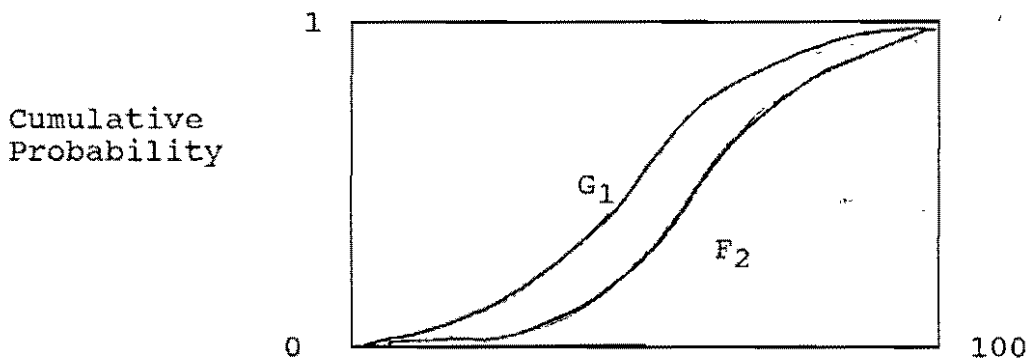
b) Changing mean response and variance of distributions



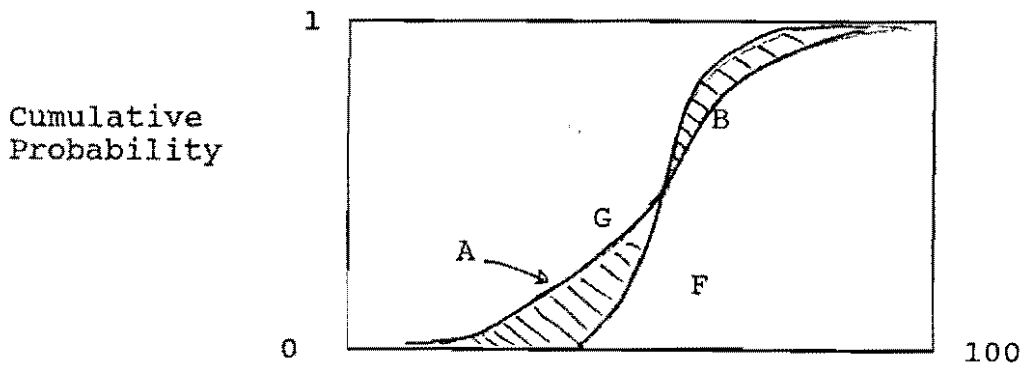
c) Changing skewness from positive (v) to negative (vi)

FIGURE 3

RANKING RISK EFFICIENT TECHNOLOGIES
USING STOCHASTIC DOMINANCE



INDEX OF POSSIBLE YIELD
FIRST DEGREE STOCHASTIC DOMINANCE



INDEX OF POSSIBLE YIELD
SECOND DEGREE STOCHASTIC DOMINANCE

AREA OF A > AREA OF B

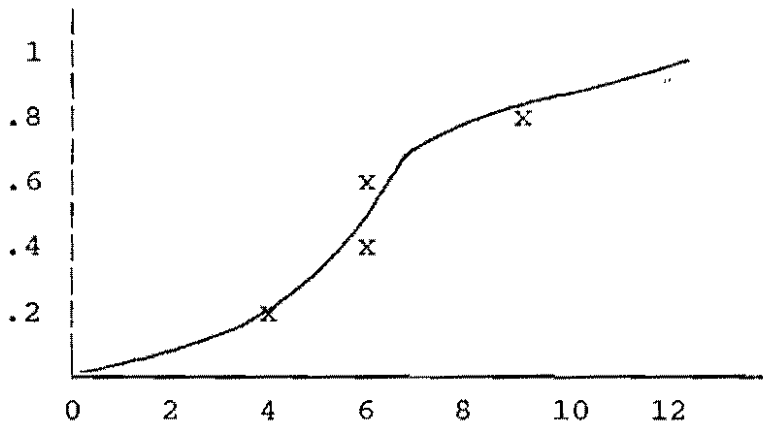
TABLE 1

NET BENEFITS BY LOCATION FOR TREATMENTS
0 kg N AND 80 kg N

LOCATION	NET BENEFITS (\$ / ha)	
	0 kg N	80 kg N
1	441	655
2	511	647
3	383	277
4	391	610
5	250	593
6	322	619
7	490	660
8	458	600
9	180	162
10	250	612
11	542	562
12	512	681
13	285	291
14	387	578
15	375	230
16	494	661
17	485	660
18	295	480
19	485	683
20	463	260
Average	400	526
Average of five lowest	252	244

FIGURE 4

SUBJECTIVE CDF BASED ON SPARSE DATA RULE FRACTILES



OBSERVATIONS OF CONTINUOUS RANDOM VARIABLE

$N = 4, 6, 6, 10$ SERVE AS

ESTIMATES OF $K/(N+1)$ FRACTILE

$1/(4+1), 2/(4+1), 3/(4+1), 4/(4+1)$