

Entendiendo el Valor del Agua en la Agricultura: Herramientas para Negociar Intercambios de Agua

Elizabeth Schuster, Estudiante de Maestría y Asistente de Investigación, Departamento de Economía Agrícola y Recursos Naturales, Universidad de Arizona

Dra. Bonnie Colby, Profesora, Departamento de Economía Agrícola y Recursos Naturales, Universidad de Arizona

Lana Jones, Economista, Educadora y Periodista, Maestría, Departamento de Economía Agrícola y Recursos Naturales, Universidad de Arizona

Michael O'Donnell, Investigador Científico, Oficina de Investigación de Negocios y Economía, Universidad de Nuevo México

Octubre del 2011

Para comentarios y sugerencias, por favor comuníquese con la Dra. Colby al 520-621-4775 o al: bcolby@email.arizona.edu

Esta guía es parte de una serie de guías destinadas a ayudar a las agencias públicas, organizaciones sin fines de lucro, distritos de riego, ciudades, y negocios con la formación y la implementación de programas de adquisición de agua para mejorar la fiabilidad del suministro de agua durante épocas sequias y en el cambio climático. Otros títulos en esta serie de guías incluyen: Diseño de la Subasta del Agua para la Fiabilidad del Suministro de Agua: Diseño, Implementación y Evaluación; Contratos de Fiabilidad del Suministro del Agua durante el Año Seco: Una Herramienta para Directivos; y Bancos de Agua: Una herramienta para Mejorar la Fiabilidad del Suministro de Agua. Cada una de las guías se puede obtener en el siguiente enlace <http://ag.arizona.edu/arec/people/profiles/colby.html>.

Agradecimientos: Estamos agradecidos por el apoyo de la Iniciativa de Agua Dulce de la Fundación de la Familia Walton. Reconocemos a los profesores investigadores anteriores y actuales y a los asistentes de investigación de postgrado por su contribución en el proyecto de investigación de Mejorar la Fiabilidad del Suministro del Agua. Le agradecemos el apoyo de la Oficina de Reclamación de los Estados Unidos, y al personal de la Oficina Regional de Bajo Colorado por sus pláticas en curso sobre las necesidades y objetivos de los programas de adquisición de agua. Esta guía fue financiada por una donación del Sector de Aplicaciones del Programa de Investigación (SARP) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) y por una donación anónima. Reconocemos el apoyo proporcionado por el Proyecto de Investigación Multiestado del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, W2190, "Retos de la Política y Gestión del Agua en el Oeste." Las declaraciones, hallazgos, conclusiones y recomendaciones son las del equipo de investigación y no reflejan necesariamente los puntos de vista de la Fundación de la Familia Walton, del Departamento de Comercio de los Estados Unidos, o del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Apreciamos las sugerencias proporcionadas por Trent Teegerstrom del Departamento de Economía Agrícola y Recursos Naturales de la Universidad de Arizona, del personal de la Oficina Regional de la Cuenca del Bajo Rio Colorado del Departamento de Reclamación de los Estados Unidos, y por el Dr. Rolando Enrique Díaz Caravantes de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. También nos gustaría expresar nuestra gratitud a Fátima Luna, una estudiante de maestría en el Departamento de Economía Agrícola y Recursos Naturales de la Universidad de Arizona, por traducir esta guía de inglés al español.

Indice

<i>Resumen de la Guía</i>	3
<i>¿Porque el enfoque en los suministros de agua agrícola?</i>	4
<i>Evaluando el Valor del Agua en la Agricultura</i>	5
<i>Ganancia Neta del Agua, Procedimiento y Análisis</i>	8
<i>Ganancia Neta del Agua: Aplicaciones Prácticas del Suroeste de EE.UU. y el Noroeste de México</i>	13
Las Ganancias Netas del Agua en el Condado de Yuma, Arizona	14
El Oeste de Colorado, Otro Ejemplo para Calcular la Ganancia Neta del Agua	22
El Valle de Mexicali de Baja California, México, Cálculos de las Ganancias Netas del Agua para el Trigo y el Algodón	27
<i>Consideraciones de Riesgo para los Portafolios de Cultivos</i>	33
<i>Ajuste de pagos con el tiempo de los acuerdos plurianuales</i>	40
<i>Resumen: Herramientas para La Negociación De los Precios en las Adquisiciones de Agua</i>	42
<i>Referencias</i>	44
<i>Apéndice A: Fuentes para Presupuestos de Cultivos</i>	50
<i>Apéndice B. Presupuestos de los Cultivos de Yuma, Arizona</i>	51
<i>Apéndice C. Presupuesto de Cultivo para Maíz de Regadío, Oeste de Colorado</i>	59
<i>Apéndice D. Presupuestos de los Cultivos de Trigo y Algodón, el Valle de Mexicali</i>	60
<i>Apéndice E. Consideraciones de Riesgo para los Portafolios de Cultivos: Definiciones y Calculos</i>	62
Definiciones	62
Los Pasos para Calcular el Coeficiente de Variación y de Correlaciones de Cultivo	63
<i>Apéndice F. Resumen y Análisis Sobre el Uso Consuntivo de Agua</i>	68
<i>Apéndice G. Acrónimos y Glosario Bilingüe</i>	71
Acrónimos	71
Glosario	72
<i>Apéndice H. Tablas de conversión de unidades de medida</i>	74

Resumen de la Guía

En varias regiones semiáridas alrededor del mundo, suministros de agua confiables ya están totalmente asignados. Cuando las sequías causan recortes de suministro de agua, regiones semiáridas no tienen fuentes de agua sobrantes para superar la sequías y algunos usuarios de agua tienen que, necesariamente, disminuir el uso de agua o buscar acceso a suministros alternativos. Un mejor entendimiento sobre el valor económico del agua será cada vez más una herramienta valiosa para negociaciones de agua entre diversos grupos interesados. Otras partes interesadas en el agua de regiones áridas incluyen típicamente a agricultores, ciudades y pueblos, industrias, viviendas, organizaciones no gubernamentales interesadas en las necesidades de agua del medio ambiente y la salud pública, y agencias gubernamentales a nivel local y nacional.

Esta guía se enfoca en las regiones áridas de oeste de los EEUU y el noroeste de México, sin embargo las herramientas que se describen son aplicables en otras regiones alrededor del mundo. Los suministros de agua en el oeste de los Estados Unidos y el noroeste de México han sido expuestos a inundaciones y sequías extremas. Se espera que el cambio climático aumente la variabilidad de precipitación y el suministro de agua, así como a la demanda del agua por medio de aumentos de temperatura (Hartmann 2005; Garrick y Jacobs 2006; Rajagopalan, et al. 2009; Kenney, et al. 2010). El crecimiento de la población contribuye al mayor grado de incertidumbre en la predicción de la demanda futura del agua y de la cantidad adecuada del suministro del agua.

Adquisiciones especializadas del agua destinadas a mejorar la fiabilidad del suministro del agua (descritas en las otras tres guías en esta serie) pueden llegar a ser estrategias de adaptación importantes para directivos de agua usadas para afrontar los desafíos del suministro de agua cada vez menos confiables. Durante periodos de escasez de agua, el agua puede ser trasladada o intercambiada temporalmente a usos que de lo contrario experimentarían una reducción del suministro de agua. Estos intercambios de agua dependen del éxito de las negociaciones entre usuarios que tienen suministros de agua fiables—principalmente los agricultores y los distritos de riego. Uno de los desafíos que un comprador de agua afronta al participar en negociaciones de intercambio de agua es identificar el precio apropiado que un usuario de agua en agricultura es probable que acepte y evitar el pago de un precio excesivo. Por lo general, el comprador está interesado en pagar el precio más bajo que el vendedor está dispuesto a aceptar, mientras que el vendedor está interesado en recibir el precio más alto posible. Pero, ¿cuál es el valor del agua de uso agrícola para los agricultores o campesinos? Un método para analizar el valor del agua en la agricultura es a través del análisis de presupuesto de cultivo basado en la Ganancia Neta del Agua

(GNDA). Esta guía describe los pasos necesarios para comprender mejor el valor del agua en negociaciones con usuarios de agua en la agricultura. Ejemplos que ilustran los cálculos de la GNDA son proporcionados para el suroeste de Arizona, el oeste de Colorado y el valle de Mexicali en el noroeste de México.

Conocimiento sobre la GNDA se puede ver como algo análogo a la revisión de los valores de “Autométrica” (comúnmente llamado “blue book” en los Estados Unidos) en el proceso de comprar un auto usado, en donde el valor proporciona un estimado objetivo de los autos.¹ Mientras que el comprador y el vendedor pueden tener desacuerdos legítimos sobre cual valor de Autométrica es más acertado y que ajustes son apropiados, Autométrica sigue siendo una herramienta útil. Del mismo modo, la información historial que proviene de fuentes públicas accesibles sobre GNDA (como se describe en esta guía) es útil en la negociación sobre la adquisición de agua.

¿Porque el enfoque en los suministros de agua agrícola?

En todas las regiones áridas del mundo, la agricultura de regadío es uno de los mayores usuarios de agua. En los Estados Unidos, el riego consume más del 80% de toda el agua en la nación (USDA ERS 2004). En México, la agricultura también tiene el uso consuntivo más alto de agua, 78% (Urbina Soria y Martínez Fernández 2006, 193). Mientras que una porción del regadío de un cultivo en una región puede ser esencial para el suministro de alimentos locales, el riego de algunos cultivos puede ser suspendido temporalmente con el fin de proporcionar suministros básicos de agua a los usuarios del agua que de otro modo enfrentan pérdidas extremas y otras dificultades. Estos otros usuarios pueden incluir viviendas, ciudades, plantas de energía eléctrica, fábricas y programas ambientales diseñados para proteger la calidad del agua y el hábitat de especies amenazadas. Cuando los agricultores son compensados por la pérdida de ingresos debido a la falta de riego en sus cultivos y cuando el riego de suministros de alimentos esenciales y locales se mantiene, acuerdos voluntarios que trasladan temporalmente el uso del agua de regadío de cultivos a otros usos puede prescindir algunos de los trastornos que la escasez de agua crean en la economía regional. Puestos de trabajo, suministros de agua potable y el valioso hábitat natural, que de otra manera corren peligro, puede ser preservados.

¹ Para referencias, el sitio web de “Kelley Blue Book” se puede acceder a través del siguiente enlace: <http://www.kbb.com/>. El sitio web de la Autométrica: Reportes del Mercado Automotriz se puede acceder a través del siguiente URL: <http://www.autocosmos.com.mx/autos/usados/precios.aspx>

El sistema legal para la asignación del agua tiene un papel clave al explicar el enfoque de la agricultura como fuente de agua para otras localidades en tiempos de escasez. En varias cuencas fluviales en el oeste de los Estados Unidos, usuarios agrícolas del agua tienen la mayoría de derechos de más alto rango, junto con cantidades grandes de consumo de agua. Debido a la baja prioridad de derechos legales en general, usuarios urbanos e industriales son más propensos a enfrentar reducciones en el agua asignada durante épocas de sequía que usuarios de agua en la agricultura. En muchas ocasiones, los municipios están dispuestos a pagar una prima para asegurar el acceso a suministros de agua debido al alto costo del déficit de suministros de agua. Estos costos varían desde costos de racionamiento de agua en viviendas hasta costos relacionados con el cumplimiento de regulaciones ambientales durante épocas de sequías, como el suministro de los flujos de hábitat bajo la Ley de Especies en Peligro de Extinción en los Estados Unidos o el cumplimiento de las normas de calidad de agua.

La priorización de los derechos de agua, los sistemas legales y las regulaciones son diferentes en México, donde los derechos de agua municipales suelen tener prioridad sobre los derechos de agua en la agricultura. Sin embargo, la escasez de agua sigue siendo un problema urgente y un mercado para los intercambios de agua entre los agricultores ya está surgiendo en el Distrito de Riego del Valle de Mexicali (Carrillo 2009). Y, los intercambios de agua entre sectores cada vez más son solicitados como una solución para aumentar la fiabilidad del suministro de agua en el estado mexicano de Baja California, acompañados de mejoramientos en la infraestructura de transporte (sin embargo los mejoramientos de transporte puede que no sean necesarios en el caso de los intercambios de agua para el medio ambiente) (Medellín-Azuara et al. 2009). Tomando en cuenta estos debates en curso, una mejor comprensión del proceso de cálculo del valor del agua en la agricultura será una herramienta indispensable para la negociación de los intercambios de agua en México tanto como en los Estados Unidos.

Evaluando el Valor del Agua en la Agricultura

Hay varias formas de evaluar el valor del agua en la agricultura. La forma más directa es comparar precios recientes de las transacciones del mercado por el mismo tipo de intercambios de agua en la misma zona. Sin embargo, este enfoque requiere la disponibilidad y la acumulación de datos de transacciones reales de agua en una región específica. Los resultados se utilizan como referencia para la negociación de precios. Para que una comparación basada en el mercado sea eficaz, es necesario tener un mercado activo con transacciones regulares durante un periodo de años

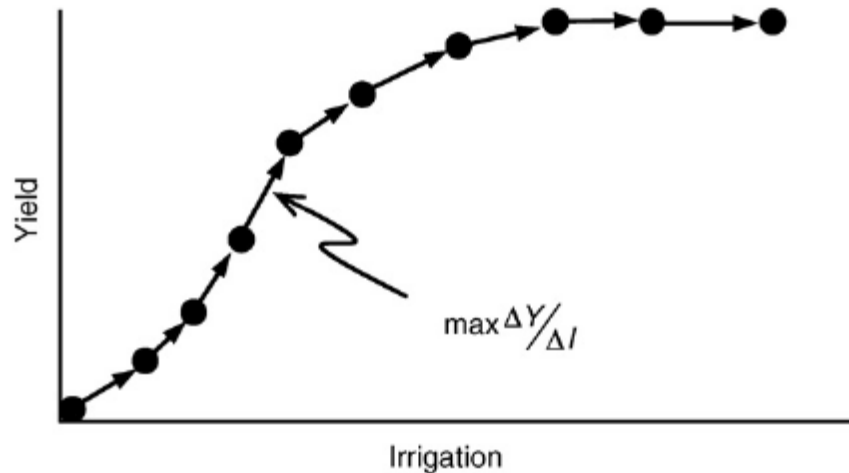
y tener información precisa sobre los términos de transacción (Young 2005). Si hay pocos participantes en el mercado, relativamente pocas transacciones recientes, o la información de precios se mantiene confidencial, la estimación precisa del valor del agua basado en la comparación del precio de mercado puede ser imposible. Un ejemplo de una base de datos disponible al público sobre transacciones de agua en el oeste de los Estados Unidos se puede encontrar en la página web de la Escuela Ben de la Ciencia Ambiental y Gestión (*Bren School of Environmental Science and Management*) en la Universidad de California, Santa Bárbara².

Otro enfoque usado para establecer el valor del agua en la agricultura es a través de las funciones de producción del cultivo bajo diferentes láminas de riego, la cual modela la relación entre el agua de riego y el rendimiento del cultivo. La figure 1 representa gráficamente una relación genérica, donde inicialmente un aumento de agua aumenta los rendimientos de cultivos, pero eventualmente los volúmenes de agua alcanzan un nivel lo suficientemente alto para que el rendimiento no siga aumentando, e incluso pueda disminuir con las aplicaciones subsecuentes de riego. La función de producción de agua de los cultivos también se puede estimar a través de la simulación del proceso de crecimiento de los cultivos a través de la modelización por computador (Brumbelow y Georgakakas 2006). Con ambos métodos, se tienen que hacer suposiciones sobre el nivel de otros insumos de producción agrícola como fertilizantes, pesticidas y mano de obra (de Juan et al. 1996). Este enfoque es intensivo en términos de trabajo y de datos, y por lo tanto es limitado en localidades y para cultivos donde las funciones de producción de cultivo bajo diferentes láminas de riego sean precisas y actualizadas diariamente y se encuentren disponibles.

² Registros de intercambios de agua, Universidad de California, Santa Bárbara, http://www.bren.ucsb.edu/news/water_transfers.htm.

Figura 1. Función de Producción del Cultivo de Agua Bajo Diferentes Láminas de Riego"

(Brumbelow y Georgakakas 2006, 155)



La GNDA es otro enfoque para evaluar el valor del agua utilizada en la agricultura. La GNDA estima el valor económico del agua en la finca en la producción de los cultivos. Se calcula restando los costos variables de producción (excluyendo los costos de agua) de la venta total por hectárea (Gibbons 1986).³ En otras palabras, el valor del agua se estima en la diferencia entre la venta total de los cultivos y los costos de insumos que son diferentes a los insumos del agua (Naeser y Bennett 1998). Esto representa la cantidad máxima que un agricultor puede pagar por el agua y salir sin ganancias o pérdidas. El cálculo de la GNDA también requiere la recopilación de datos lo que puede ser intensivo en la mano de obra, especialmente en zonas donde los datos de costo de producción de los cultivos no están fácilmente disponibles. A pesar de lo intensivo que puede ser la mano de obra en los cálculos de la GNDA, este proceso tiene ventajas en comparación con los dos métodos, el de la producción del cultivo bajo diferentes láminas de riego y el de la comparación de precios de mercado. Los beneficios del método de la GNDA son: que es accesible a través de escalas más amplias y es menos costoso que el método de la producción del cultivo bajo diferentes láminas de riego, y que puede ser aplicado en muchas regiones donde los datos no están disponibles para el método de comparación de precios de mercado.

La GNDA, como se discute aquí, es útil en la negociación del precio apropiado para un acre-pie de uso consuntivo de agua que puede ser transferida a otra localidad y para otra finalidad de uso. El cálculo de la GNDA es sencillo cuando los datos necesarios están disponibles. Sin embargo, muchos otros factores son importantes para que la negociación y aplicación de los intercambios temporales

³ Otro enfoque es considerar los costos variables y fijos de producción en la evaluación de la GNDA (Young, 2005). Sin embargo, solo los costos variables se utilizan en este análisis porque lo que importa es el valor del agua a corto plazo.

de agua tengan éxito. Estos otros factores, junto con la negociación del precio del agua, deben ser considerados. Requisitos legales y regulatorios pueden ser complejos y no son discutidos en esta serie de guías, ya que estos varían considerablemente y es mejor discutirlos con abogados y expertos de reglamento. Los intercambios de agua y el cambio de uso están regulados de maneras diferentes dependiendo del tipo de derecho de agua aplicado. Por ejemplo, si el agua utilizada bajo un contrato con una agencia gubernamental es planteada a ser trasladada temporalmente a otros usuarios- en ese caso varios reglamentos probablemente serán aplicables, aparte de esos que se aplican cuando los derechos de propiedad sobre el agua se transfieren. Aquellas personas interesadas en participar en dichas transferencias necesitan consultar con representantes de agencias gubernamentales para obtener más información sobre las regulaciones pertinentes. En el oeste de los Estados Unidos, se consulta con abogados y otros expertos con frecuencia para ayudar en el cumplimiento de intercambios de agua. En el caso de México, el gobierno tiene derechos de prioridad de toda el agua y a través de concesiones puede conceder el uso de agua a grupos no gubernamentales, como a los agricultores o industrias. A pesar de múltiples diferencias entre las leyes de agua entre los Estados Unidos y México, las implicaciones siguen siendo las mismas—consultar a un abogado puede ser necesario para navegar por los aspectos jurídicos de los intercambios de agua.

La cantidad de agua que puede ser trasladada se determina a través de las regulaciones gubernamentales apropiadas. En el oeste de los Estados Unidos, por lo general solo la parte de uso consuntivo de las desviaciones de aguas superficiales en una granja o aguas subterráneas de bombeo pueden ser transferidas, esto está en conformidad con el principio de “no dañar” aplicado a la regulación de intercambios de agua. Las pólizas y los procedimientos para definir y medir esta cantidad de agua varían considerablemente entre municipios y tipos de uso de agua.

La siguiente sección describe con detalle el enfoque de la GNDA. Las secciones posteriores proporcionan ejemplos de cómo se calcula la GNDA en práctica, utilizando cultivos claves y datos económicos del oeste de Arizona, el oeste de Colorado y el Valle de Mexicali, Baja California, México.

Ganancia Neta del Agua, Procedimiento y Análisis

Aunque los intercambios permanentes de agua son comunes en el suroeste de los Estados Unidos, el propósito de esta guía es focalizar el papel de la GNDA en los intercambios temporales de agua como parte de programas de pago por abstención de riego. Los programas de abstención de riego se caracterizan por el barbecho temporal de las tierras de cultivo, donde los agricultores reciben un pago por no regar una parte de la tierra que normalmente es de regadío. Hay muchas

razones por las que las tierras de cultivo puedan quedar en barbecho en áreas agrícolas activas. Los agricultores pueden abstenerse de plantar un cultivo, debido a los bajos precios de los cultivos y/o a los altos costos de insumos que hacen que un determinado cultivo no sea rentable, o debido a la gestión del suelo y a los factores agronómicos. En los Estados Unidos, algunos programas agrícolas federales proveen incentivos para el barbecho de tierras de cultivo. Sin embargo, esta guía se enfoca en los programas de pago por abstención de riego diseñados para reducir el uso consuntivo en el riego de cultivos con el fin de hacer el agua disponible para otros fines. La GNDA puede ser útil al identificar la gama de pago que un productor puede aceptar por unidad de agua consumida para que se abstenga de regar algún cultivo en particular.⁴

El cálculo es relativamente sencillo y es útil para informar las negociaciones de intercambios de agua. Gibbons y Colby (1986), Pittenger y Jones (2007) proporcionan un marco para el cálculo de la GNDA que sigue una serie de pasos. Primero se seleccionan cultivos claves en una región que pueden ser candidatos a participar en un programa de pago por abstención de riego (por lo general, los cultivos perennes de alto valor, tales como huertos y viñedos no son candidatos probables). Por segundo, se inicia el proceso de elaboración de un presupuesto de cultivo mediante la descripción de las operaciones y los insumos para cada cultivo candidato. En tercer lugar, se recolectan datos sobre los pasos del proceso de producción, calendario temporal, los insumos requeridos de producción y sus costos, y el resultante rendimiento del cultivo (generalmente obtenido por medio de entrevistas con agricultores y extensionistas agropecuarias. Los datos se utilizan para producir un presupuesto de un cultivo y una ubicación específica. Por último, se usan estos datos para calcular la GNDA por acre-pie de cada cultivo. El valor obtenido refleja las ganancias netas del agua de la producción de un cultivo. La GNDA se calcula restando los costos variables de producción (excluyendo los gastos de agua) de la venta total por hectárea. Otras partes interesadas en intercambios de agua por lo general no necesitarán crear un presupuesto nuevo de cultivo en cada caso. Muchos estados brindan acceso a la información necesaria a través de los presupuestos de producción de cultivos creados por economistas agrícolas en las universidades de concesión de tierras en los Estados Unidos o por SAGARPA en México (mire el Apéndice A para una lista de fuentes; mire el Apéndice G para una lista bilingüe de las siglas de esta guía).

⁴ El uso de contratos opcionales en programas de pago por abstención de riego se discute ampliamente en otra guía de esta serie titulada, "Contratos de Fiabilidad del Suministro del Agua durante el Año Seco: Una Herramienta para Directivos." La guía se encuentra en el sitio web del Departamento de Economía Agrícola y Recursos Naturales de la Universidad de Arizona en la página web: <http://ag.arizona.edu/arec/people/profiles/colby.html>

Para otras partes interesadas en intercambios de agua con un conocimiento de negocios, puede ser útil comparar el presupuesto de cultivo con el estado de ingreso de una empresa. Con diseño similar al del presupuesto de los cultivos, un estado de ingreso enlista (simplificada para el ejemplo) *venta total, gastos, e ingreso neto*. Los términos análogos en el presupuesto de cultivo son la *venta total, costos (divida entre costos variables y costos fijos) y ganancia neta* (también llamadas *ganancias netas a la gestión y el riesgo*). Consulte la Tabla 1 para una lista de definiciones de términos utilizados en la guía.

Dada la heterogeneidad de las granjas a través de una región determinada, uno de los desafíos en la creación de los presupuestos de cultivo es reflejar esa diversidad, mientras manteniendo un modelo general que pueda ser ampliamente aplicable. Presupuestos de cultivos a nivel de condado, como los que se hacen en las universidades de concesión de tierras en los Estados Unidos, buscan representar una granja “típica” dentro de ese condado y deben hacer suposiciones acerca de asuntos variables tales como la calidad del suelo, uso de insumos y mano de obra, y el acceso al mercado. Los ejemplos de este manual representan un subconjunto específico de la producción agrícola en el condado de Yuma, Arizona, en el oeste de Colorado y en el valle de Mexicali, México. Sin embargo, las granjas que cultivan los productos utilizados en estos ejemplos no serán igual de productivas o tendrán los mismos sistemas de costos. Granjas o distritos de riego específicos pueden diferir sustancialmente de los ejemplos proporcionados.

Además, los análisis de presupuestos de cultivos son sensibles a las hipótesis formuladas sobre las cantidades y los precios de insumo y producción. Costos de insumo, por ejemplo, pueden variar de una granja a otra. En consecuencia, los costos de insumo que figuran en un presupuesto de cultivo puede que no reflejen las condiciones verdaderas en una granja específica (Young, 2005). Los costos de insumo se calculan haciendo una lista de y recopilando datos de los costos de todas las actividades necesarias para ser completadas durante el ciclo de preparación, siembra y cosecha. Los insumos incluyen semillas, fertilizantes, pesticidas, herbicidas y mano de obra. La información sobre los costos de insumo en presupuestos de cultivos publicados se obtiene con frecuencia directamente a través de entrevistas con los gerentes de negocios agropecuarios. Los precios ofrecidos de los negocios agropecuarios pueden que no representen los precios que los productores realmente pagan, debido a que algunos productores pueden negociar con los proveedores para obtener precios reducidos gracias a las relaciones estrechas o a los descuentos por compras grandes.

Por otra parte, la GNDA no toma en cuenta el riesgo inherente a la producción agrícola y los riesgos en el mercado de los cultivos producidos o las percepciones de los productores sobre los

riesgos de participar en programas de pago por abstención de riego. Un productor puede estar dispuesto a aceptar *menos que* la GNDA como pago por el agua dependiendo de sus percepciones de riesgo y de sus preferencias de riesgo. Por lo tanto, en el contexto de un análisis de portafolio del cultivo, el agricultor puede considerar un barbecho de pago garantizado a ser menos riesgoso que un pago potencial futuro para una cosecha. Aunque el riesgo y las preferencias de riesgo no son inherentes en el cálculo de la GNDA, son consideradas en una sección posterior de esta guía titulada Consideraciones de Riesgo para los Portafolios de Cultivos, con instrucciones sobre el cálculo de las diferentes medidas de riesgo incluidas en el Apéndice E.

Por último, para nuevas propuestas de cultivos agrícolas, y para cultivos certificados orgánicos, los presupuestos de cultivo de forma publicada es poco probable que estén disponibles. A pesar de estas dificultades y limitaciones, la GNDA puede mejorar el entendimiento del valor económico del agua en la agricultura de regadío de una región específica. Las cifras de la GNDA son herramientas eficaces cuando datos precisos y específicos a un sitio pueden ser localizados, y pueden contribuir a negociaciones más informadas entre los compradores potenciales de agua y los usuarios agrícolas de agua. La tabla siguiente, Tabla 1, contiene las definiciones de la terminología general que se utilizara en las siguientes secciones de este documento.

Tabla 1: Terminología y Definiciones

Terminología	Definición
GNDA	La Ganancia Neta del Agua (GNDA) representa el costo máximo que un agricultor podría pagar por el agua y aún así sólo cubrir los gastos en la producción de un cultivo específico. La GNDA se calcula como la venta total por hectárea (o por acre) menos los costos variables (sin incluir los gastos de agua), y es un punto de referencia útil en las negociaciones de agua. (Consulte Apéndice H para la conversión de acres a hectáreas, así como una tabla completa de conversión de unidades de medida utilizada en esta guía).
Uso Consuntivo en Cultivos y la Agricultura	El uso consuntivo es el volumen de agua que el cultivo consume durante el ciclo de producción, ya sea a través de la incorporación a la biomasa vegetal o a través de la evapotranspiración, y la cual no regresa directamente al sistema hidrológico local como filtraciones en los acuíferos de agua subterránea o escorrentía superficial de agua. El uso consuntivo de agua en la agricultura también puede incluir la

	<p>evaporación de la superficie de los campos y de los canales de distribución de agua de distritos de riego. Esta cantidad es diferente de la cantidad de agua aplicada durante la producción de cultivos (Scheierling, Young, y Cardon 2004). Para más información sobre el uso consuntivo de agua en la agricultura, refiérase al Apéndice F.</p>
<p>La GNDA por acre-pie de Agua consumida</p>	<p>Este es el valor de la GNDA dividido por los acres-pie de agua consuntivo utilizados en la producción de ese cultivo.</p>
<p>Costos Variables</p>	<p>Los costos variables son costos que se pueden cambiar durante el transcurso del ciclo de producción de cultivos de temporada. Estos costos incluyen los pesticidas, semillas, fertilizantes y la mano de obra. Pueden ser considerados como los gastos directamente relacionados con la superficie plantada y la cantidad de producto cosechado, desde los costos de la preparación de la tierra hasta los costos de post-cosecha.</p>
<p>Costos Fijos</p>	<p>Los costos fijos son costos que no pueden ser modificados solamente por cambiar las cantidades de los insumos utilizados durante la producción de cultivos. Los costos fijos incluyen pagos de impuestos de propiedad, gastos de maquinaria, gastos por ser propietario, salarios de administración, y otras obligaciones de gastos que no varían con los rendimientos y los niveles de cosecha.</p>
<p>Pagos federales de apoyo a la agricultura</p>	<p>Los pagos federales de apoyo a la agricultura son pagos que el gobierno de los Estados Unidos hace a agricultores. Estos pagos varían mucho entre los cultivos y granjas que califican para obtener los pagos. Algunos pagos están vinculados a rendimientos específicos, mientras que otros pagos de apoyo son disociados (lo que significa que no están vinculados a los rendimientos de cultivos específicos). Los préstamos de pagos compensatorios (PPCs) están vinculados a un rendimiento específico y por lo tanto están incluidos en los cálculos de la GNDA del Condado de Yuma para el algodón de algodón americano.</p>
<p>Ganancia Neta a la Gestión y el Riesgo</p>	<p>Los economistas agrícolas utilizan el término, Ganancias Netas a la Gestión y el Riesgo, para representar la resta de los ingresos totales menos los gastos totales (los gastos incluyen los costos variables y fijos).</p>

Ganancia Neta del Agua: Aplicaciones Prácticas del Suroeste de EE.UU. y el Noroeste de México

Las siguientes tres secciones de esta guía proporcionan ejemplos prácticos de los cálculos de la GNDA de las regiones agrícolas ubicadas en Arizona, EE.UU., Colorado, EE.UU. y el Valle de Mexicali de México. Mientras que el proceso de cálculo de la GNDA para cultivos claves es similar en todas las regiones, estos tres ejemplos ilustran el proceso de cálculo usando diferentes fuentes de datos disponibles. Todas las tablas en esta guía fueron recopilados por los autores de este documento, basándose en información de fuentes primarias. Todos los presupuestos de los cultivos de los Estados Unidos fueron ajustados a la inflación usando el índice de Precios al Consumidor (CPI) de tablas proporcionadas por la Oficina de Estadísticas Laborales de los Estados Unidos, y los presupuestos de cultivos de México fueron ajustados por inflación utilizando Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC) tablas proporcionadas por el Banco de México. En las tres secciones, los valores se indican en USD (dólares de los Estados Unidos) y MXN (pesos mexicanos), y todas las conversiones de moneda se aplicaron después de ajustar por la inflación, utilizando un convertidor de divisas de OANDA (OANDA 2011). Los ajustes por inflación y la conversión entre dólares y pesos se proporcionan a los lectores a hacer una comparación directa de la GNDA entre las regiones.

La sección de Arizona utiliza datos de la GNDA del condado de Yuma durante el periodo del 2002-2009. La GNDA de los cuatro cultivos discutidos, que son el trigo cristalino, alfalfa, algodón americano y lechuga, muestra fluctuaciones durante todo el intervalo de tiempo. Las consecuencias son de dos tipos. En primer lugar, los ejemplos refuerzan el punto de vista que la GNDA es una gama de valores y no un solo valor. En segundo lugar, los datos y cálculos pueden proporcionar información valiosa para agricultores y otras partes interesadas respecto a las tendencias recientes en las ganancias de los cultivos principales, ayudando en la toma de decisiones. A continuación, la sección sobre el oeste de Colorado ilustra el proceso paso a paso para el cálculo del maíz usando la GNDA, complementando el entendimiento de los lectores sobre el proceso de cómputo. La sección del Valle de Mexicali sirve para reforzar la idea de que el concepto de la GNDA es ampliamente aplicable a través de regiones porque los presupuestos de cultivo utilizados, para el trigo y el algodón, están en un formato similar a los presupuestos de los cultivos de los Estados Unidos, facilitando la comparación de cálculos de la GNDA. El Valle de Mexicali puede ser considerado como un ejemplo representativo del estado Mexicano de Baja California, tomando en cuenta que abarca el 87% de la producción total agrícola para el estado (SAGARPA 2009).

Las Ganancias Netas del Agua en el Condado de Yuma, Arizona

En esta sección, demostramos el proceso de cómputo de la GNDA para cultivos principales en el condado de Yuma, Arizona y reportamos estos valores de la GNDA durante los últimos años. La GNDA se calcula tomando la venta total (que es el precio del cultivo multiplicado por el rendimiento total por acre) y restando los costos variables de producción (excluyendo el costo del agua). Matemáticamente, este se puede expresar de la siguiente manera:

$$\text{GNDA} = \text{Precio} * (\text{Rendimiento/acre}) - \text{Costos Variables}$$

Lo importante en este estudio es el valor por unidad de agua, por lo cual el resultado se divide por el volumen de agua consumida de un cultivo específico por acre de producción. Es importante calcular la GNDA basada en el uso consuntivo del agua en la granja en vez de agua aplicada por hectárea, porque las pólizas de intercambios de agua típicamente solo permiten que la porción del uso consuntivo del agua sea trasladada a otras localidades y a otros usos. Las estimaciones del volumen de consumo utilizadas en este estudio para el Condado de Yuma se obtuvieron de la Oficina de Reclamación del Sistema de Contabilidad del Bajo Rio Colorado (LCRAS) y el promedio de seis años se calcularon para los valores de uso consuntivo anuales (Bureau of Reclamation 2002-8).

Los precios promedio de cultivos y los costos de insumos de 2002-2006 y 2005-2009 se presentan abajo en las tablas 2, 3, 4 y 5 e basan en costos de los insumos de los presupuestos de los cultivos de la Universidad de Arizona (Teegerstrom y Knowles 1999; Teegerstrom y Tickes 1999; Teegerstrom, et al. 2001).⁵ Los precios de fertilizantes, insecticidas y herbicidas fueron recolectados a través de entrevistas personales con los proveedores de insumos en el otoño del 2009. Los rendimientos y los precios de los productos agrícolas básicos proceden de los Boletines de Estadísticas Agrícolas de Arizona (USDA 2003; 2004; 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010).⁶ Los datos del 2002-2006 se han actualizado del documento de Jones (2008). Después de terminar el cálculo, las cifras fueron actualizados a precios de abril del 2011 (USD) utilizando una tabla de la inflación de CPI proporcionada por la Oficina de Estadísticas de Trabajo de los Estados Unidos (US Bureau of Labor 2011). Los valores en la última columna de las tablas se convirtieron a pesos mexicanos usando los

⁵ Los años 2002-2006 y 2005-2009 fueron seleccionados para dar cabida a problemas de disponibilidad de datos.

⁶ Con los datos en la sección del condado de Yuma, un bushel de trigo = 27.22 kilogramos; Una tonelada (también se llama tonelada corta) = 907.18 kilogramos; 1 cwt = 45.36 kilogramos; 1 acre = 0.405 hectáreas. Una tabla con todas las conversiones de medida de este guía se encuentre en el Apéndice H.

tipos de cambio de abril 2011 (Oanda 2011). Para un resumen detallado de los costos de insume y el cálculo de la GNDA, refiérase al Apéndice B.

Las Tablas 2, 3, 4 y 5 representan los datos de la GNDA por acre-pie de agua para el trigo cristalino, alfalfa, algodón americano y lechuga en el Condado de Yuma, Arizona. Los datos se dividen por diferentes hileras (por acre) para el rendimiento, el precio por unidad, la venta total, los costos variables (excluyendo los costos del agua), las ganancias netas del agua, y el acre-pie de agua utilizada para uso consuntivo. Al separar los componentes, el lector puede ver cuáles son los variables que influyen en las fluctuaciones de la GNDA a través del tiempo. Cada tabla contiene una columna de valores promedio para los años 2002-2006, una columna de valores promedio para los años 2005-2009, y una columna que muestra el cambio del porcentaje del promedio de estas dos series (valores negativos, o valores que disminuyen, aparecen en paréntesis). La tabla del algodón americano contiene los valores promedio para los años 2006-2008 en vez de 2005-2009 porque el set de datos completos para la comparación de los cinco años pertinentes no estaba disponible. También en el caso del algodón, se enlistan los préstamos de pago compensatorios (PPC). Un PPC es un pago gubernamental que se hace a los productores cuando el precio de mercado del algodón cae más bajo que un umbral determinado.

Tabla 2: GNDA, Trigo Cristalino

Promedio de 5 años de Trigo Cristalino en Yuma (USD del 2011)				Trigo Cristalino de Yuma (MXN del 2011)	
Años	2002-2006	2005-2009	Cambio, %	2002-2006	2005-2009
Ganancia por Acre					
Búsheles/acre	102	106.1	4%	102	106.1
Precio(\$)/búshel	4.62	6.68	44%	54.11	78.12
Venta Total (\$/Acre)	471.71	708.40	50%	5518.98	8288.32
Costos Variables por Acre(\$)	391.22	560.75	43%	4577.28	6560.78
GNDA por Acre(\$)	80.49	147.65	83%	941.70	1727.53
Acre-pie de agua para uso consuntivo por acre	1.9	1.9		1.9	1.9
Ganancia Neta de Agua Consumida por Acre-Pie(\$)	42.36	77.71	83%	495.63	909.23

Tabla 3: GNDA, Alfalfa

Promedio de 5 años de Alfalfa en Yuma (USD del 2011)				Alfalfa de Yuma (MXN del 2011)	
Años	2002-2006	2005-2009	Cambio, %	2002-2006	2005-2009
Ganancia por Acre					
Toneladas/acre	9.3	9.3	0%	9.3	9.3
Precio(\$)/tonelada	112.05	143.47	28%	1310.98	1678.58
Venta Total (\$/Acre)	1042.06	1334.25	28%	12192.15	15610.78
Costos Variables por Acre(\$)	415.04	601.96	45%	4855.94	7042.90
GNDA por Acre(\$)	627.03	732.30	17%	7336.21	8567.87
Acre-pie de agua para uso consuntivo por acre	5.5	5.5		5.5	5.5
Ganancia Neta de Agua Consumida por Acre-Pie(\$)	114.00	133.14	17%	1333.86	1557.79

Tabla 4: GNDA, Algodón

Promedio de 3 años de Algodón en Yuma (USD del 2011)				Algodón de Yuma (MXN del 2011)	
Años	2002-2006	2006-2008	Cambio, %	2002-2006	2006-2008
Ganancia por Acre					
Libras/acre (fibras de algodón)	1323	1397	6%	1323	1397
Precio(\$)/Acre(fib de algodón)	0.54	0.57	5%	6.31	6.65
PPC(\$)/Libra	0.09	0.03	(69)%	1.09	0.34
Toneladas/acre (semilla)	1.05	1.05	0%	1.05	1.05
Precio(\$)/tonelada (semilla)	155.33	214.88	38%	1817.34	2514.09
Venta Total (\$/Acre)	1000.54	1060.11	6%	11706.33	12403.30
Costos Variables por Acre(\$)	1191.24	1270.03	7%	13937.46	14859.32
GNDA por Acre(\$)	(190.69)	(209.92)	(10)%	(2231.13)	(2456.02)
Acre-pie de agua para uso consuntivo	3.5	3.5		3.5	3.5
Ganancia Neta de Agua Consumida por Acre-Pie(\$)	(54.96)	(60.49)	(10)%	(642.98)	(707.79)

Tabla 5: GNDA, Lechuga

Promedio de 5 años de Lechuga en Yuma (USD del 2011)				Lechuga de Yuma (MXN del 2011)	
Años	2002-2006	2005-2009	Cambio, %	2002-2006	2005-2009
Ganancia por Acre					
Cwt/acre	345	342	(1)%	345	342
Precio(\$)/cwt	20.70	17.80	(14)%	242.13	208.20
Venta Total (\$/Acre)	7139.79	6085.90	(15)%	83535.49	71205.03
Costos Variables por Acre(\$)	5338.30	3442.14	(36)%	62485.16	40273.02
GNDA por Acre(\$)	1801.48	2643.76	47%	21077.33	30932.01
Acre-pie de agua para uso consuntivo por acre	1.3	1.3		1.3	1.3
Ganancia Neta de Agua Consumida por Acre-Pie(\$)	1396.50	2049.43	47%	16339.02	23978.30

En todos los casos, excepto en el del algodón de pellón largo, se muestra tanto en el periodo del 2002-2006 como en el de 2005-2009 valores positivos de la GNDA por acre, lo que indica que las ganancias exceden los costos variables de producción. El algodón americano muestra valores negativos de la GNDA por acre en ambos periodos, lo que indica que los costos variables superan las ventas totales por cultivo, incluso con los pagos federales de apoyo a la agricultura. En los casos en que los pagos federales de apoyo a la agricultura no están vinculados con el rendimiento, no deben ser incluidos en el cálculo de la GNDA. Sin embargo, los PPC's para el algodón americano están vinculados al rendimiento y por lo tanto tienen que ser incluidos para estos períodos de tiempo.

Cada línea de la tabla proporciona información útil para determinar la fuente de variación de cada cultivo. ¿Los cambios en la GNDA a través de los dos periodos se debieron al cambio de ventas totales, al cambio de costos variables, o a ambos? Específicamente, la venta total de la alfalfa y del algodón americano (las semillas) incrementó porque el precio del mercado incremento en todos los casos, mientras que la venta total del trigo cristalino y del algodón americano (las fibras de algodón) aumentó porque los rendimientos y los precios aumentaron. A pesar de que los rendimientos de la alfalfa y el algodón americano (las semillas) no tuvieron cambios, el precio del mercado aumentó, lo que significa que las ventas totales aun así aumentaron. Ambos el rendimiento de la lechuga y el precio de mercado disminuyeron, dando lugar a una disminución de ventas totales.

Los cambios en las ventas totales y los costos variables tuvieron diferentes impactos en la GNDA para cada cultivo al comparar los dos periodos de tiempo, sin embargo en todos los casos (con excepción de la lechuga), las ventas totales y los costos variables incrementaron desde el primer valor al segundo valor. Las ventas totales del trigo cristalino incrementaron del primero al segundo periodo de tiempo por aproximadamente 50% mientras que los costos variables sólo incrementaron 43%, lo que significa que la GNDA del trigo cristalino aumentó. En el caso de la alfalfa, las ventas totales aumentaron el 28% mientras que los costos variables aumentaron en un porcentaje mayor, 45%, aun así la GNDA aumento porque la magnitud inicial de las ventas totales fue lo suficientemente alta como para atenuar el impacto del aumento de los costos variables. La lechuga, en cambio, presento una disminución de las ventas totales del 15% entre el primero y segundo periodo de tiempo, sin embargo, los costos variables disminuyeron dos veces más rápido, a un 36%, lo que llevo a un aumento de la GNDA de la lechuga. Por último, el algodón americano solo tuvo cambios menores en las ventas totales y los costos variables entre el primer y segundo periodo de tiempo, y la GNDA permaneció negativa en ambos periodos. Estas tendencias fluctuantes y en muchas veces

inconsistentes le dan al lector una idea más clara de muchas complicaciones ocultas que pueden influir en la negociación de los precios de intercambios de agua.

Con fines de comprender el valor del agua en la agricultura, el valor más importante es la GNDA *por acre-pie de agua consumida* debido a que esa cifra corresponde al punto de referencia del pago requerido para que un productor deje de consumir un acre-pie de agua. En otras palabras, cada cultivo consume una cantidad diferente de agua por acre, por lo que la GNDA por acre-pie de agua consumida le permite a los administradores de agua comparar el uso de agua entre diferentes cultivos. La comparación proporciona una percepción de cuáles son los cultivos que son más eficientes en costos y que pueden ser incluidos en los programas de pago por abstención de riego, como programas generalmente buscan adquirir agua a un bajo costo por unidad de agua obtenida.

La GNDA por acre-pie del trigo cristalino, alfalfa, algodón americano y lechuga (los promedios en el periodo del 2005-2009) fue \$77.71 USD, \$133.14 USD, -\$60.49 USD y \$2049.43 USD, respectivamente. Durante el periodo del 2005-2009, la GNDA por acre-pie de agua consumida para el trigo cristalino muestra un aumento del 83%, la alfalfa un aumento del 17% y la lechuga un aumento del 47%. El algodón de pellón largo, sin embargo, muestra una disminución del 10%. De hecho, el algodón americano es el único de los cuatro cultivos que tuvo un valor negativo de la GNDA por acre-pie de agua consumida durante el periodo combinado, 2002-2008, lo que sugiere que los productores de algodón americano no recuperaron sus costos variables.

Una explicación por los valores negativos del algodón americano es que los costos variables estimados en los presupuestos de cultivos en Arizona son más altos a los que los productores suelen pagar; es decir, le cuesta menos al productor producir que la cifra del costo variable asumida en el cálculo de la GNDA. Otra posibilidad está relacionada con la compensación que reciben los productores de algodón en forma de PPCs. Un agricultor tiene que ser clasificado como un cultivador de algodón activo para mantener la elegibilidad y seguir recibiendo los pagos federales de apoyo a la agricultura. Además, los altos precios para el algodón americano en la primavera del 2011, indican que los agricultores pudieron haber ganado confianza en que los precios de algodón una vez más aumentarían.

El gran valor positivo de la GNDA de la lechuga sugiere una alta ganancia en el mercado de la lechuga que requerirá pagos altos para que los productores dejen de irrigar. El mercado de la lechuga, sin embargo, es de carácter volátil y tiene estrechas ventanas de mercado (Teegerstrom 2010). Debido a que los costos de insumo son altos, si un productor pierde una ventana de mercado clave para cosechar y vender lechuga, el productor puede sufrir una pérdida significativa debido a

estos altos costos. Los costos variables de la lechuga de 2005-2009 fueron seis veces mayor que para el trigo cristalino. El carácter volátil de la lechuga muestra otra complejidad en el proceso de toma de decisiones—la decisión de un agricultor en cuanto a si debe o no mantener la lechuga en barbecho, y la decisión de un comprador potencial de agua para decidir si elige o no como blanco a la lechuga, varía de situación en situación.

Recordemos que la GNDA por acre-pie del trigo cristalino, la alfalfa, y el algodón americano durante el periodo 2005-2009 \$77.71 USD, \$133.14 USD, y -\$60.49 USD, respectivamente. Los valores relativamente bajos hacen que la selección de estos tres cultivos atractiva para los programas de pago por abstención de riego porque los precios necesarios para pagarle a los cultivadores que dejen de regar son relativamente bajos. Estos tres cultivos se rotan a menudo estacionalmente en la misma parcela de tierra y por lo tanto un contrato abstención de riego de 12 meses podría incluir los tres cultivos. Sin embargo, la alfalfa es un cultivo reparador de nitrógeno, lo que significa que la alfalfa es capaz de aumentar el contenido de nitrógeno en el suelo. Por lo tanto, los agricultores deben considerar los beneficios de la reparación de nitrógeno cuando decidan el valor monetario que están dispuestos a aceptar para temporalmente mantener la alfalfa en barbecho. Además, el alfalfar sigue siendo productivos durante años después de que son plantados, proporcionando muchas cosechas por año en el suroeste de Arizona. La calidad de la alfalfa cosechada varía estacionalmente y durante la vida de la posición de la alfalfa establecida y estos factores afectan el tiempo de y la aceptabilidad de los pagos para dejar de regar los campos de alfalfa.

Los ciclos de rotación de cultivos también deben tomarse en cuenta cuando cultivos de alto valor como la lechuga se incluyen en la rotación, que también podría aumentar el valor del agua en el acuerdo de abstención de riego. Otros problemas de tiempo estacionales afectan la gama de pagos que los agricultores considerarían aceptable. El cálculo de la GNDA refleja un valor del agua más allá de los costos variables de producción que no incluyen el agua. Por lo tanto, la activación de un acuerdo para abstenerse de regar un cultivo antes de que el agricultor haya invertido recursos en el siguiente ciclo de cultivo puede hacer posible que los agricultores acepten un pago menor por parte del comprador de agua. Por lo contrario, si un productor ya ha incurrido gastos en actividades de producción, el agricultor puede solicitar una compensación adicional en relación con los costos ya hundidos en el próximo ciclo de cultivo. El cuadro de la figura 1 ilustra los meses de siembra, el crecimiento y los ciclos de cosecha para cultivos principales en Yuma basados en los presupuestos de la Universidad de Arizona (Teegerstrom y Knowles 1999; Teegerstrom y Tickes 1999; Teegerstrom,

Palumbo, y Zerkoune 2001; Jones 2008). Las células de color azul en la figura 1 indican las ventanas de siembra importantes y las ventanas de cosecha se muestran en verde.

Figura 1: Temporada de Siembra y Cosecha en el Condado de Yuma, Arizona

Fechas Usuales de Siembra y Cosecha – Condado de Yuma												
Cultivo	Cosecha						Siembra					
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Alfalfa 1 ^{er} año												
Alfalfa otros años												
Algodón												
Trigo												
Lechuga, 2 ^{da}												
Lechuga, 1 ^{ra}												

El Oeste de Colorado, Otro Ejemplo para Calcular la Ganancia Neta del Agua

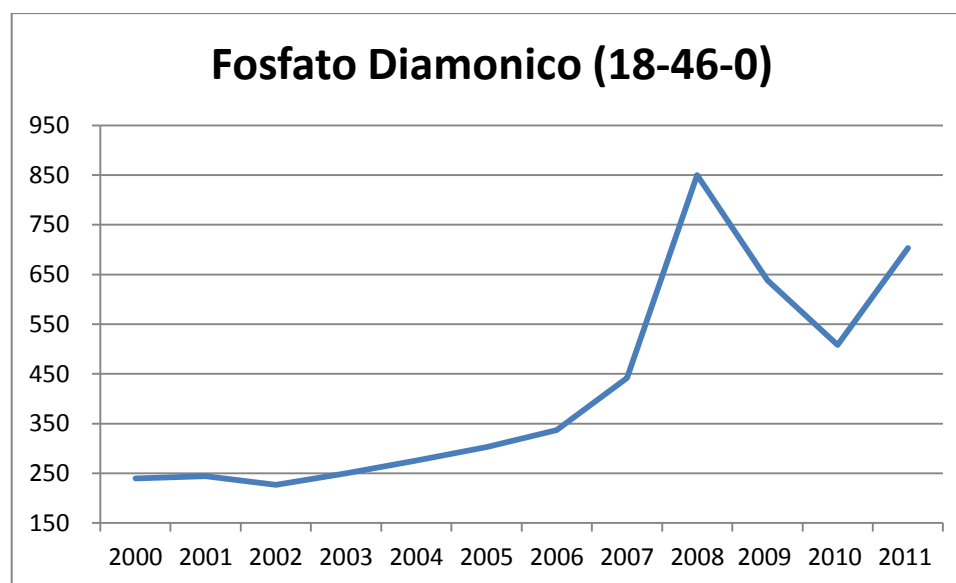
En esta sección se demuestra los pasos para el cálculo de la GNDA usando un ejemplo de la Cuenca del Río Colorado en el oeste de Colorado. Cada paso en esta sección se puede generalizar con facilidad, ilustrando cómo el proceso de cálculo de la GNDA es aplicable a regiones fuera de Arizona. Proporcionamos instrucciones específicas para que otras partes interesadas en intercambios de agua de diversas disciplinas puedan entender los cálculos. El maíz (granos) de regadío fue seleccionado como un ejemplo representativo y el presupuesto de los cultivos de maíz se encontró en la página web de la Extensión Agropecuaria de la Universidad del Estado de Colorado, donde los presupuestos de cultivos están enlistados por región y por cultivo (Colorado State University Extension 2008). Los datos del presupuesto de los cultivos, que se utilizan para calcular la GNDA, se muestran en la Tabla 6. Para un resumen detallado de los costos de los insumos y el cálculo NRTW para el oeste de Colorado, mira el Apéndice C. Diríjase al Apéndice A para obtener más fuentes de información para encontrar presupuestos regionales de cultivos. Consulte la Tabla 1 para la terminología y las definiciones utilizadas en esta sección.

Para calcular la GNDA, comience por investigar el proceso de producción y el tiempo necesario para un cultivo determinado. En Colorado, el maíz se planta por lo típico del 15 de Abril al 15 de Mayo y se cosecha en Noviembre (McDonald, Hofsteen y Downey 2003). Los boletines estadísticos anuales (compilado para cada estado) en la página web del Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas (NASS) del USDA también suele ser un buen recurso para las fechas de siembra y cosecha de los cultivos, aunque la siembra exacta y ventanas de la cosecha varían según la región dentro del Estado. Los cálculos de la GNDA varían con las diferencias en la ubicación física de la granja y los cultivos producidos. Cuanto más específica para un sitio sea la información obtenida de una localidad y un cultivo determinado, lo más preciso será el cálculo de la GNDA para ese sitio. En algunos estados, los datos de producción de cultivos están disponibles a nivel del condado, mientras que en otros estados esos datos se compilan para áreas más grandes del estado—así como en el oeste de Colorado.

Después, revise los costos y precios en la versión correspondiente del presupuesto total de cultivos y se busca datos actuales. Incluso si el presupuesto de cultivo contiene datos del año en curso, busque información actualizada de costos mediante la consulta de proveedores locales de insumos agrícolas y de los agentes de extensión agrícola en la región. Los costos y precios enlistados en el presupuesto fluctúan y también representan precios promedios entre agricultores, lo que

significa que pueden variar significativamente de una granja a otra. Los precios de insumos agrícolas pueden fluctuar significativamente con el tiempo, sobre todo en las condiciones económicas globales que afectan el costo del combustible y de insumos agrícolas de uso intensivo de energía. Un ejemplo de las fluctuaciones del precio de insumos se presenta en la Figura 2, que muestra los precios de los fertilizantes de fósforo (fosfato diamónico) en USD por tonelada desde 2000 hasta 2011. En consecuencia, la diligencia en la investigación de los precios de los insumos agrícolas, dará lugar a un cálculo más preciso de NRTW. Si costos variables más recientes y específicos de cada lugar para cualquier insumo están disponibles, actualice estos costos en este momento.

Figura 3. Precios del fertilizante de fosfato en USD/ton de 2000-2011 (USDA ERS 2011)



Continuando con la descripción del proceso del cálculo de la GNDA, después busque el precio actual de los productos básicos agrícolas y actualice la columna de precios de cultivos apropiados en el presupuesto. La sección superior de la Tabla 6 muestra las ventas totales de la producción, que es una función de los precios y el rendimiento. En este ejemplo, en el principio el precio del maíz del oeste de Colorado se ha actualizado a precios de enero del 2010 obtenidos de la página web del NASS del USDA y fue introducido en la parte superior de la Tabla 6, y después se ha actualizado a precios de abril 2011 utilizando las tablas del CPI (US Department of Labor 2011). La página web del NASS del USDA proporciona los precios detallados y los datos de los rendimientos por cultivo y los resultados pueden ser reducidos por otros criterios como periodo de tiempo, estado y condado.⁷ Los cultivos se clasifican generalmente por la calidad y los productores reciben precios diferentes dependiendo de la calidad, pero precios de los cultivos que figuran en las bases de datos y en los reportes en el Internet

⁷ El Servicio de Estadística Agrícola Nacional tiene un enlace rápido para buscar los precios de los productos agrícolas de cada Estado y de cada periodo de tiempo, <http://quickstats.nass.usda.gov/>.

son por lo general los precios promedio de todos los niveles de calidad. Por lo tanto, si una mayor especificidad está disponible en los precios de cultivos, uso de un precio que refleje el nivel de calidad actual es preferible cuando sea posible.

Después, refiérase a la columna que representa el rendimiento en la sección de ventas totales en el presupuesto de los cultivos especificados. Revise los rendimientos por acre para determinar si esta cantidad también necesita ser actualizada. Con los cambios en tecnología y los cambios climáticos, los rendimientos en una región determinada cambiarán con el tiempo. La unidad de medida de los rendimientos puede variar según el cultivo, aunque en este ejemplo se muestra en búsheles por acre. Hay que tener cuidado de usar la misma unidad de medida para los datos de precios y rendimientos, lo que significa que como el rendimiento en este ejemplo está en búsheles, la información de los precios obtenidos de la página web del NASS del USDA también fue obtenida en dólares por búshele. La información de rendimiento también se puede obtener de la página web del NASS del USDA, del sitio web de la extensión en sistemas agropecuarios de las universidades regionales, o de agricultores de la región de interés.

Enseguida, localice la sección del presupuesto de cultivos que describe los costos variables. Estos costos también pueden aparecer en el presupuesto de cultivos como Costos de Operación, Costos Directos, Costos Antes de la Cosecha y Costos de Cosecha, entre otros títulos. Estos costos todavía son considerados, desde una perspectiva económica, como costos variables. Dentro de los costos variables, la cantidad que el agricultor realmente paga por el agua se debe identificar y restar de los costos variables. Los costos de la aplicación de riego se mantendrán en el presupuesto de cultivos, así como cualquier gasto pagado por el agricultor para transportar agua a la granja. Esto se debe a que el cálculo de la GNDA se destina para asignar un valor al agua, y no a la mano de obra relacionada con el riego o el transporte del agua. Los costos de producción se han actualizado a precios de abril 2011 (USD) utilizando el CPI (US Department of Labor 2011).

Posteriormente, identifique cualquier costo fijo y elimine estos costos del presupuesto de cultivos. El presupuesto original de cultivos del 2008 de maíz de riego en el oeste de Colorado incluye una sección sobre los Costos de Propiedad y Posesión. Esta categoría incluye costos fijos como los costos de maquinaria y gastos generales, gastos generales de gestión, e impuestos de bienes raíces. Los costos fijos no son incluidos en los cálculos de la ganancia neta del agua con el fin de valorar el agua para la negociación de los intercambios temporales de agua.

Por último, busque datos sobre el volumen de uso consuntivo de agua utilizado por acre. El valor de uso consuntivo debe ser específico para cada cultivo, y los datos a nivel de condado o de

distrito de riego serán mucho más precisos que los datos de todo el estado. Los sitios que a menudo publican datos del uso consuntivo son las páginas web del Departamento de Agricultura del estado pertinente, artículos de investigación, o la Oficina de Reclamación (en línea o en forma impresa). Para este ejemplo, los datos de uso consuntivo se obtuvieron de una publicación de la Extensión Agropecuaria de la Universidad del Estado de Colorado, que muestra un valor de 2.1 acre-pies para el maíz (granos) de regadío en el oeste de Colorado (Schneekloth and Andales 2009).⁸

Estime los cálculos finales, del maíz en el oeste de Colorado, de la siguiente manera:

1. Calcule las ventas totales al multiplicar el precio por kilogramo por los rendimientos por acre. En la Tabla 6, localice el valor por acre de maíz producido, \$0.1415/ kilogramo, y multiplíquelo por 4,356.1 kilogramos, que es \$616.32 USD.
2. Reste los costos variables de las ventas totales, que en la Tabla 6 es \$616.32 USD menos \$369.55 USD. La GNDA es igual, en este ejemplo, a \$246.77 USD.
3. El uso consuntivo de agua por acre-pie utilizado en la Tabla 6 es 2.1. Divida la GNDA, \$246.77 USD, por 2.1 para obtener \$117.51 USD. Por lo tanto, el valor de la GNDA por uso consuntivo de agua por acre-pie utilizado en este ejemplo es \$117.51 USD.

Tabla 6: La GNDA, Maíz de Regadío del oeste de Colorado (en USD del 2011)

	Unidad	Precio o Costo/ Unidad	Rend. por Acre	Valor o Costo por Acre	Valor o Costo por Acre (en MXN del 2011)
Ingresos Totales de la Producción					
MAIZ	KG	0.1415	4,356.1	616.32	7210.92
Ingresos Totales				616.32	7210.92
Costos Variables					
Pre-cosecha Total				330.33	3864.87
Cosecha Total				39.22	
Total de Costos Variables				369.55	458.90
Ganancia Neta del Agua				246.77	2887.15
Acre-Pie de agua para uso consuntivo por acre				2.1	
Ganancia Neta del Agua por Acre-Pie de agua consumida				117.51	1552.23

⁸ Por comparación, cifras de uso consuntivo habían sido obtenidos anteriormente de sitio web del Departamento de Agricultura de Colorado. Los datos de uso consuntivo de tres condados en el oeste de Colorado fueron promediados para obtener un valor de 1.86 acres-pie de agua usada consuntivamente para el maíz en grano de esa región (Frank y Carlson 1999). A pesar de que se usa el valor de 2009 en esta publicación, es útil para los lectores tener en cuenta que los valores de uso consuntivo cambian a través del tiempo con diferentes condiciones climáticas. Vea el Apéndice F para más información sobre consideraciones de uso consuntivo.

Un análisis de sensibilidad es una herramienta útil para examinar la variación que puede ocurrir debido a cambios en los precios de cultivos o a los costos de insumos, o a los cambios climáticos y ambientales. El análisis de sensibilidad se puede calcular fácilmente en Microsoft Excel utilizando el formato de abajo como plantilla. El propósito de un análisis de sensibilidad es alterar sistemáticamente el valor de variables específicas con el fin de ver el efecto. Utilizando los datos del grano de maíz de regadío del oeste de Colorado de Tabla 6 en USD de abril 2011, el análisis de sensibilidad en la Tabla 7 muestra una amplia gama de valores posibles para la GNDA. La Tabla 7 muestra los efectos al aumentar o disminuir los precios de los cultivos y los rendimientos en un 10-20%.

Las tablas 2, 3, 4 y 5 de la GNDA de la sección del Condado de Yuma y el análisis de sensibilidad en la Tabla 7 de esta sección sirven para demostrar la variabilidad inherente a la de la GNDA con el tiempo. Eventos poco frecuentes pueden alterar significativamente los rendimientos y los precios, como las heladas de las 2 a 3 de febrero del 2011 en Yuma, después de lo cual sólo el 60% de la lechuga era comercializable y los precios de la lechuga casi se duplicaron durante la noche, a partir de entre \$12.50 USD y \$ 13.55 USD a alrededor de entre \$21.60 USD a \$23 USD por cada 24 unidades de cartón (Nolte 2011). Por lo tanto, se recomienda que las estimaciones de la GNDA utilizado en las negociaciones del contrato para programas de pago por abstención de riego consideran 3 a 5 años de los precios promedios de rendimiento de los cultivos, precios de cultivos y de costos de los insumos, para compensar los valores extremos y proporcionan una representación más precisa de las ganancias de los cultivos con el tiempo. Variabilidad de los precios y los rendimientos se tratará en la sección de este manual titulado Consideraciones de Riesgo para los Portafolios de Cultivos. La siguiente sección demuestra como los mismos cálculos que se aplicaron en el presupuesto de cultivos del oeste de Colorado se pueden aplicar a presupuestos de cultivos de trigo y algodón del Valle de Mexicali, México.

Tabla 7: Observando Cambios en la GNDA Dados los Cambios en los Rendimientos y los Precios de Maíz de Regadío en el Oeste de Colorado (USD de abril del 2011)

Análisis de Sensibilidad			Precios Alternativos				
		Precios	\$0.11	\$0.13	\$0.14	\$0.16	\$0.17
	Rend.	Cambio en %	-20%	-10%	0%	10%	20%
Alternativos (Kg/Acre)	3484.9	-20%	\$24.89	\$74.20	\$123.50	\$172.81	\$222.11
	3920.5	-10%	\$74.20	\$129.66	\$185.13	\$240.60	\$296.07
	4356.1	0%	\$123.50	\$185.13	\$246.77	\$308.40	\$370.03
	4791.7	10%	\$172.81	\$240.60	\$308.40	\$376.19	\$443.99
	5227.3	20%	\$222.11	\$296.07	\$370.03	\$443.99	\$517.94

El Valle de Mexicali de Baja California, México, Cálculos de las Ganancias Netas del Agua para el Trigo y el Algodón

Esta sección, al igual que en la sección anterior del oeste de Colorado, muestra paso a paso los cálculos de la GNDA de dos cultivos principales en el área de Mexicali, el trigo y el algodón. Es útil mostrar otro ejemplo porque algunos aspectos de los datos necesarios se acceden en un formato diferente a los del Condado de Yuma, Arizona y del oeste de Colorado. Para el área de Mexicali, le dedicamos la atención suficiente a cómo encontrar los datos necesarios. Sin embargo, los pasos de cálculo son los mismos a los del ejemplo del oeste de Colorado, y el lector debe referirse a la sección anterior para más detalles. Consulte la Tabla 1 para la terminología y las definiciones utilizadas en esta sección, el Apéndice G para las siglas y glosario bilingüe, y el Apéndice H para una tabla de conversión de unidad de medida.

Un grupo designado por el gobierno Mexicano llamado la Comisión para la Asistencia Técnica, Agropecuaria y Forestal del Estado de Baja California mantiene los presupuestos de cultivos principales a través del sitio web gubernamental. La página web está gestionada por la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable, OEIDRUS. OEIDRUS ofrece una gran cantidad de datos anuales sobre las hectáreas sembradas, hectáreas cosechadas, la producción (en toneladas), rendimiento (en toneladas por hectárea), el precio anual por tonelada, y el valor total de la producción (en miles de MXN), por cultivo y por región.⁹ El Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT) proporciona una base de datos similar en México por cultivo y por estado, pero no por región, así que mientras el CIMMYT se puede considerar como un recurso valioso de datos, nos enfocamos en la base de datos de la OEIDRUS porque incluye los datos a nivel de distrito.

⁹ Con los datos del Valle de Mexicali, la medida “tonelada” refiere a “tonelada métrica”; es decir, una tonelada métrica es igual que 2,204.62 libras. Ve el Apéndice H para la tabla de conversión de unidades métricas.

Para tener acceso a los datos de Baja California, consulte los pasos siguientes (y refiérase a la Figura 4):

1. Utilice la dirección siguiente http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/.
2. Seleccione *Estadística Básica*.
3. Seleccione *Agrícola*.
4. Seleccione *Anuarios*.
5. Siga las instrucciones para buscar dentro de la base de datos. Los datos pueden ser exportados a Excel al seleccionar el botón de *Consulta* y luego el icono de Excel.

Figura 4. La base de datos OEIDRUS para la producción de cultivos

The screenshot shows the OEIDRUS web application interface. On the left is a navigation menu with categories like 'Estadística Básica', 'Agrícola', 'Pecuaria', 'Pesquera', 'Forestal', etc. The main area contains a search bar and a form titled 'Anuario Estadístico de la Producción Agrícola'. The form has several dropdown menus and radio buttons for selecting filters: 'Ciclo' (Otoño - Invierno, Primavera - Verano, Perennes, Año Agrícola (OI + PV), Ciclicos - Perennes), 'Año' (2009), 'Estado' (BAJA CALIFORNIA), 'Distrito' (Todos Los Distritos), 'Municipio' (Todos Los Municipios), 'Modalidad' (Riego, Temporal, Riego + Temporal), 'Cultivo' (Genérico, Detalle), and 'Ordenado Por' (Cultivo). A 'Consulta' button is located below the form. Below the form is a table titled 'ESTADO BAJA CALIFORNIA' showing production data for the 2009 cycle, specifically for the 'Ciclicos y Perennes' cycle and 'Riego + Temporal' modality. The table has columns for Cultivo, Sup. Sembrada (Ha), Sup. Cosechada (Ha), Producción (Ton), Rendimiento (Ton/Ha), PMR (\$/Ton), and Valor Producción (Miles De Pesos).

Cultivo	Sup. Sembrada (Ha)	Sup. Cosechada (Ha)	Producción (Ton)	Rendimiento (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Producción (Miles De Pesos)
1 ACEITUNA	4,706.50	1,157.00	2,341.60	2.02	6,443.80	15,088.80
2 ACELGA	55.00	55.00	330.00	6.00	7,337.45	2,421.36
3 AGAVE	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4 AGUACATE	37.00	30.00	72.00	2.40	10,766.67	775.20

Para acceder a los presupuestos de los cultivos de trigo y algodón de Baja California, consulte los siguientes pasos:

1. Comience con la página web principal OEIDRUS de Baja California, http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/.
2. Seleccione el vínculo correspondiente ya sea para el *Sistema Producto Trigo* o el *Sistema Producto Algodón*

3. Ponga el cursor sobre la flecha a la derecha de la pestaña titulada *Producción*. Subraye *Producción Primaria* y después seleccione *Costos*.

Después de acceder a los presupuesto de cultivos, comience con los cálculos de la GNDA. Siga los pasos descritos en la sección del oeste de Colorado para actualizar los datos de costos en los presupuestos de cultivos. Consulte el Apéndice D para la versión más detallada de los presupuestos de cultivos de Mexicali. Consulte las tablas 8 y 9 para la GNDA de trigo duro y el algodón, respectivamente, en Mexicali. Las tablas fueron recopiladas por los autores a partir de datos primarios para el Valle de Mexicali del sitio web OEIDRUS para Baja California y de SAGARPA. Los valores de las tablas 9 y 8 fueron ajustados por la inflación mediante el INPC (Índice Nacional de Precios al Consumidor, equivalente al IPC de Estados Unidos) a abril de 2011 MXN, y después se convirtieron en USD utilizando el tipo de cambio abril 2011 (Oanda 2011).

Para calcular las ventas totales de producción, puede ser útil a consultar la distribución del presupuesto de cultivos del maíz de regadío de la sección del oeste de Colorado (Tabla 6). A diferencia del ejemplo del oeste de Colorado, se necesita recolectar manualmente los datos de las ventas totales para los presupuesto de cultivos de Baja California. Utilice la base de datos de la página web de OEIDRUS para obtener los datos necesarios para calcular las ventas totales. Sin embargo, los datos de OEIDRUS se han sumado y se les ha tomado el promedio de varias granjas de diferentes tamaños, de esta manera los datos específicos a una granja son más precisos y por lo tanto son preferibles cuando están disponibles.

1. A través de la base de datos de OEIDRUS, busque por el año y distrito correspondiente
2. Obtenga un valor por el precio promedio del mercado por tonelada. En los casos de los presupuestos de cultivos utilizados en este ejemplo, el año fue o 2007-2008 (para el trigo) o 2008-2009 (para el algodón). Por lo tanto, un precio promedio fue utilizado para los dos años del período.
3. Obtenga un valor para el rendimiento (toneladas por hectárea). Al igual que el precio por tonelada, a los rendimientos también se les tomo el promedio sobre dos años para los presupuestos de cultivos del trigo y algodón en este ejemplo. Los datos más precisos de rendimiento a nivel de la granja, a nivel del ejido, o a nivel de módulo de riego también pueden ser obtenidos a través del contacto con agrónomos, agentes de extensión agrícola o agricultores.

4. Multiplique el precio de mercado por tonelada por el rendimiento. El valor obtenido es la venta total de la producción.

Para finalizar el cálculo de la GNDA, proceda con los pasos siguientes.

1. Reste los costos fijos, los cuales se enumeran bajo la categoría diversos e incluye los costos detallados, tales como asistencia técnica, seguros de cultivos e intereses. También reste el costo del agua. El valor resultante son los Costos Variables (sin el costo del agua), lo que es \$8217.78 MXN para el trigo y \$15339.59 MXN para el algodón.
2. Tome las ventas totales precedentes de la producción menos los costos variables (sin el costo del agua). Para el trigo, el cálculo es $\$15112.20 \text{ MXN} - \$8217.78 \text{ MXN} = \$6894.42 \text{ MXN}$. Para el algodón, el cálculo es $\$17073.23 \text{ MXN} - \$15339.59 \text{ MXN} = \$1733.65 \text{ MXN}$. La diferencia es la GNDA para el trigo y el algodón en el Valle de Mexicali.
3. Localice los metros cúbicos por hectárea de agua consumida. Refiérase a las fuentes enumeradas en la sección oeste de Colorado, o contactar ingenieros agrónomos de la Universidad Autónoma de Baja California (UABC) o empleados de SAGARPA. Las cifras de uso consuntivo utilizados en las Tablas 8 y 9 se obtuvieron de SAGARPA (Carrillo 2009).
4. Divida la GNDA por los metros cúbicos por hectárea de agua consumida. El valor resultante es el GNDA por metros cúbicos por hectárea de agua que se consume, o $\$1,060.68 \text{ MXN}$ para el algodón y $\$194.79 \text{ MXN}$ para el trigo para el algodón. Para este ejercicio, 1,000 metros cúbicos por hectárea de agua consumida fue seleccionado como la unidad de medida para facilitar la comparación entre los presupuestos de los cultivos, aunque la unidad de medida utilizada para cuantificar el volumen de agua frecuentemente dependerá de los requisitos legales en una región determinada.
5. Para la conversión a acres y acres-pies: Los ingresos totales, los costos variables y GNDA se multiplicaron por 0.4046 para convertir de hectáreas a un valor por acre. El uso consuntivo del agua se convirtió de 1,000 metros cúbicos por hectárea a acres-pies por acre dividiendo el respectivo valor (6.50 o 8.90) por 3.048.

Es interesante comparar la GNDA del Condado de Yuma con el valor del mismo cultivo en el Valle de Mexicali, teniendo en cuenta la proximidad geográfica, las cadenas de suministro similares, las condiciones climáticas más o menos equivalentes, y la dependencia del Río Colorado para el agua de riego en ambos casos. En el caso del trigo cristalino, la GNDA para el Condado de Yuma es \$ 77.71 USD por acre-pie de agua consumida (en la Tabla 2 del período más reciente), y para el Valle de

Mexicali, el valor es \$ 111.78 USD por acre-pie de agua que se consume (de la Tabla 8). En el caso del algodón, el algodón en el presupuesto de cultivo de Yuma es procesado, mientras que el algodón en el presupuesto del cultivo de Valle de Mexicali es el algodón sin procesar que todavía contiene la semilla (algodón hueso). Por lo tanto, una comparación directa de la GNDA para algodón no es posible entre las dos regiones, reafirmando la idea de que la GNDA es sumamente específica a la ubicación. Además, como se mencionó al principio de la guía, las consideraciones jurídicas serán diferentes entre los Estados Unidos y México. Sin embargo, el proceso de cálculo de GNDA es el mismo en los dos lados de la frontera. La siguiente sección presentará detalles con respecto a las preferencias de riesgo, proporcionando una comprensión más sólida para las partes interesadas acerca de la toma de decisiones a nivel de finca.

Tabla 8. GNDA, Trigo Cristalino, El Valle de Mexicali (en MXN de abril del 2011)

	Unidad	Precio o Costo/Unidad	Rend. Por Ha.	Valor o Costo Por Hectárea	Para Comparación: Valor o Costo por Acre (USD del 2011)	
Ingresos Totales de Producción	ton	2421.83	6.24	15112.20	USD	522.51
Costos Variables	MXN			8217.78	USD	284.13
Ganancia Neta del Agua	MXN			6894.42	GNDA USD	238.38
1,000 m ³ de agua para uso consuntivo por hectárea	1,000 m ³			6.50	AP de agua para uso consuntivo por acre	2.13
Ganancia Neta del Agua en 1,000 m³ por hectárea	MXN			1060.68	GNDA por AP de agua consumida	111.78

Tabla 9. GNDA, Algodón, el Valle de Mexicali (en MXN de abril del 2011)

	Unidad	Precio o Costo/Unidad	Rend. Por Ha.	Valor o Costo por Hectárea	Para comparación: Valor o Costo por Acre (USD del 2011)	
Ingresos Totales de Producción	ton	4,099.22	4.165	17073.23	USD	590.31
Costos Variables	MXN			15339.59	USD	530.37
Ganancia Neta del	MXN			1733.65	GNDA USD	59.94
1,000 m ³ de agua para uso consuntivo por hectárea	1,000 m ³			8.90	AP de agua para uso consuntivo por acre	2.92
Ganancia Neta del Agua en 1,000 m³ por hectárea	MXN			194.79	GNDA por AP de agua consumida	20.53

Consideraciones de Riesgo para los Portafolios de Cultivos

Los productores agrícolas se encuentran con una variedad de riesgos incluyendo el tiempo impredecible, precios de insumos y productos que cambian, fluctuaciones de las condiciones del mercado, y los cambios en el costo del financiamiento de la deuda y de la contratación laboral (USDA 1997). Una estrategia para manejar el riesgo de hogares agrícolas es que los miembros del hogar busquen empleo afuera del sector agrícola. Otra estrategia para la gestión de riesgos es sembrar cultivos en tierras agrícolas espacialmente dispersas, situadas en diferentes microclimas para tomar ventaja de condiciones únicas de cultivo y de ventanas de cosechas (Wilson, Thompson y Cook, 1997). Los agricultores también pueden sembrar una mezcla de cultivos, combinar la producción agrícola y ganadera, y buscar fuentes alternativas de ingresos agrícolas (Jones y Colby 2010). La mezcla ideal de las actividades generadoras de ingresos variara de un agricultor a otro dependiendo del nivel de aversión al riesgo del individuo. En esta sección nos enfocamos en el papel de los pagos de programas de abstención de riego en la diversificación de actividades agrícolas generadoras de ingresos. Consulte la Tabla 1E en el Apéndice E para ver la tabla de la terminología relacionada con el riesgo.

La “aversión al riesgo” es una manera de clasificar como las personas toman decisiones cuando se enfrentan a diversos resultados inciertos y las probabilidades de que los resultados ocurran. Supongamos que un agricultor neutral al riesgo se le ofrezcan dos opciones: Opción 1) un ingreso neto anual de \$500,000, o Opción 2) la probabilidad de 50-50 de ganar un ingreso neto ya sea de \$1, 000,000 o cero ingreso. Un agricultor neutral al riesgo no tendrá preferencia entre estas dos opciones, ya que, por definición, si la persona encargada de tomar decisiones es neutral al riesgo solo considerara el “valor esperado” al tomar la decisión. Por lo tanto el valor esperado es la suma de valores de cada resultado, multiplicado por la probabilidad que ese resultado pase.

Por ejemplo. El valor esperado de la Opción 2 (arriba) es $0.50 \times \$1,000,000 + 0.50 \times \$0 = \$500,000$.

Por el contrario, si se le presentan estas dos opciones un agricultor con aversión al riesgo, el elegiría la primera opción que garantiza \$500,000. Además, un agricultor con aversión al riesgo estaría dispuesto a aceptar una cierta cantidad inferior a \$500,000 en lugar de aceptar la opción riesgosa (Opción 2) que tiene un valor esperado de \$500,000.

En la producción agrícola, los agricultores además de considerar el valor esperado de los ingresos netos del portafolio de un cultivo, también consideran su varianza en los ingresos netos, y un

agricultor con aversión al riesgo prefiere un portafolio de cultivo con menor varianza. La varianza puede ser considerada como el grado de desviación positivo y negativo de la media (definido en el Apéndice E). A menudo, las actividades de menor riesgo con una menor varianza no proporcionan la mayor ganancia esperada. Por lo tanto, un productor tratará de emplear una combinación de actividades que equilibre el rendimiento esperado con la variabilidad asociada con ese rendimiento. La mezcla de actividades puede incluir recibir pagos por el barbecho de tierra agrícola regada para transferir el agua a otro uso. En los casos donde los agricultores tienen oportunidades para participar en programas temporales de pago por abstención de riego, el barbecho genera ingresos con diferentes características de riesgo de los ingresos de los cultivos. Esta sección de la guía explora una variedad de arreglos del portafolio de cultivos del Condado de Yuma, Arizona, con la adición de barbecho como cultivo en el portafolio.

La administración financiera de portafolio es un tema popular que abarca una amplia gama de estrategias de reducción de riesgo. La idea básica consiste en seleccionar una combinación de bienes que son diversos en el nivel de riesgo. Los portafolios serán diferentes, dependiendo en el nivel de aversión al riesgo y de los objetivos financieros de cada persona. Los portafolios de cultivos son similares a los portafolios financieros, sin embargo, se enfrentan a una serie diferente de complejidad. Por ejemplo, Lavee (2010) descubrió que en Israel, la incertidumbre en el suministro de agua afecta la diversificación del portafolio de cultivos y los agricultores eran menos propensos a invertir en cultivos que duran múltiples temporadas debido a la incertidumbre en los suministros de agua.

El área de la gestión de riesgo agrícola se enfoca en muchos tipos de ingresos agrícolas del hogar, costos, y bienes. Estudios recientes han demostrado que el cambio de valores en la tierra puede tener un mayor impacto en las selecciones de cultivos de los agricultores que los precios de los cultivos (Barnett y Coble 2009). Sin embargo, debido que esta guía se enfoca en el uso agrícola de agua, esta sección de la guía enfatiza la gestión de riesgo en la producción de cultivos de regadío. Aunque los agricultores puedan comprender intuitivamente como reducir el riesgo mediante la diversificación de cultivos basado en sus años de experiencia, economistas agrícolas miran la diversificación y la reducción de riesgo sistemáticamente. El riesgo en las ventas netas se puede emprender al combinar estratégicamente las actividades generadoras de ingresos que se correlacionen entre sí en grados diferentes. Calcular correlaciones es útil en este contexto, ya que le permite a otras partes interesadas a tomar decisiones informadas basadas en valores numéricos.

Idealmente, el productor identificara maneras de combinar las actividades generadoras de ingresos negativamente correlacionadas para conseguir la mayor reducción de variabilidad de los ingresos netos de la granja (Sonka y Patick 1984). Que las actividades generadoras de ingresos sean “negativamente correlacionadas” implica que una de las actividades es más lucrativa bajo circunstancias que hacen a la otra actividad menos lucrativa. Por ejemplo, una ola de calor temprana en el verano puede reducir los rendimientos y las ventas netas de un cultivo específico, pero también puede aumentar los rendimientos y ganancias de otro cultivo. Un productor tendrá como objetivo seleccionar una variedad de cultivos que se ven afectadas de manera diferente por las fuerzas externas. Esto puede ser difícil de lograr en una mezcla de cultivos, ya que los rendimientos de cultivos tienden a ser afectados por las mismas fuerzas, tales como heladas, sequías y otras condiciones regionales. Aunque puede ser difícil encontrar cultivos que tienen una correlación negativa, que combina de manera positiva, pero correlacionada semanalmente, las actividades correlacionadas también puede reducir la variabilidad de los ingresos netos de la finca. Los pagos que se les hacen a los productores para que dejen de regar normalmente no están correlacionados con las ganancias netas de la producción de cultivos. En consecuencia, los pagos para la abstención de riego pueden ser un medio para reducir la variabilidad total de los ingresos netos de la finca.

Correlaciones de los Ingresos Netos de Cultivos. Una correlación de 1.0 indica que los ingresos netos de los dos cultivos están perfectamente correlacionados (los ingresos netos suben y bajan de forma idéntica). Una correlación cerca al cero indica que los dos ingresos netos varían de una manera completamente ajena uno del otro. Una correlación negativa indica que mientras que el ingreso neto de un cultivo aumenta, el ingreso neto del otro cultivo disminuye—es decir, se mueven en direcciones opuestas. Una correlación de -1.0 entre el ingreso neto del cultivo principal de una finca sería ideal en equilibrar el riesgo, pero es poco probable. Una correlación cercana a cero es más realista y es favorable para reducir el riesgo.

La Tabla 10 muestra la venta total por acre de alfalfa, algodón, trigo cristalino y lechuga en el Condado de Yuma, Arizona de 2000-2008 y la Tabla 11 muestra la variación de las ventas totales de los cultivos en términos del coeficiente de variación (Jones y Colby 2010). El coeficiente de variación, que es una medida estándar del nivel de riesgo, mide la variación de una variable dada como una proporción de la desviación estándar a la media y se calcula como un porcentaje (Jung, Shambora y Choi 2010). Un valor alto indica una variación mayor en torno a la media (y un nivel de riesgo más

alto) y un valor cercano a cero indica poca variación en torno a la media (y un nivel de riesgo menor). En la Tabla 11, por ejemplo, vemos que la lechuga tiene un coeficiente de variación mucho más alto que el del algodón de pellón largo. La tabla 12 muestra las correlaciones de la venta de los cultivos, donde las ventas de cultivos son una función del precio y el rendimiento (Jones y Colby 2010).

El coeficiente de variación y las correlaciones del ingreso del cultivo son las únicas medidas cuantificables de riesgo que exploramos en esta sección de la guía. Otros factores, además del nivel de aversión al riesgo, contribuyen a la decisión de un agricultor para sembrar o no un cultivo con un potencial mayor de ganancias más altas. Los agricultores, por ejemplo, posiblemente quieren sembrar un cultivo de alta ganancia (como la lechuga), pero no pueden hacerlo debido a las barreras de entrada a mercados especializados para ese cultivo. Otros obstáculos para la diversificación de los cultivos pueden ser el acceso maquinaria adecuada, conocimientos especializados de gestión, y la disponibilidad de mano de obra por temporada.

Tabla 10: Venta Total de Cultivos Seleccionados, Condado de Yuma, Arizona (USD)

Condado de Yuma, Arizona										
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	AVG
Alfalfa Henificada										
Acres Cosechados	30000	31500	32000	31000	28000	28000	21500	25000	25000	28000
Rendimiento/Acre (toneladas)	8.7	8.3	8.6	9.7	10.0	9.1	9.1	9.4	9.8	9.2
Precio/Tonelada (\$)	94.00	99.00	100.00	89.50	99.50	124.00	128.00	151.00	186.00	119.00
Venta total/ Acre (\$)	814.98	816.75	862.00	866.36	995.00	1129.64	1160.96	1419.40	1822.80	1098.65
Algodón de pellón largo										
Acres Cosechadas	25300	25500	17900	24500	26700	27300	21900	16800	9800	21744
Rendimiento/Acre (libras)	1385	1129	1397	1254	1438	1213	1315	1457	1420	1334
Precio/libra (\$)	0.40	0.28	0.46	0.66	0.44	0.52	0.53	0.60	0.57	0.50
PPC/libra (\$)*	0.04	0.30	0.14	0.04	0.13	0.15	0.09	0.00	0.00	0.10
Venta Total/ Acre (\$)	610.81	654.12	847.29	887.80	829.81	805.62	813.71	868.37	809.40	791.88
Trigo Cristalino										
Acres Cosechadas	38600	36400	44300	46000	42500	36300	35000	36200	43100**	40050
Rendimiento/Acre (búshels)	101.7	95.8	96.5	102.7	100.0	103.0	106.0	107.0	107.3**	102.5
Precio/ búshel (\$)	3.50	3.95	4.40	4.65	4.25	4.20	4.85	7.11	8.30	5.39
Venta Total/ Acre (\$)	355.94	378.64	424.70	477.40	425.10	432.60	514.21	760.77	890.70	560.78
Lechuga										
Acres Cosechadas	50300	51800	50000	49600	46500	49600	47600	39900	32700	46444
Rendimiento/Acre (cwt)	350.0	365.0	350.0	360.0	360.0	325.0	330.0	365.0	360.0	351.7
Precio/cwt (\$)	13.10	16.50	38.70	10.30	22.20	14.60	14.10	21.00	15.80	18.48
Venta total/ Acre (\$)	4585.00	6022.50	13545.00	3708.00	7992.00	4745.00	4653.00	7665.00	5688.00	6511.50

*PPC: Prestamos de pagos compensatorios son una forma de apoyo para los precios agrícolas en los Estados Unidos. Los agricultores pueden solicitar y recibir un PPC cuando el precio del algodón caiga debajo de un precio mínimo establecido.** Los Acres Cosechados y el Rendimiento/Acre del 2008 para el Trigo Cristalino no están disponibles al nivel del condado. Los valores promedios del 2007 y 2009 fueron utilizados.

Tabla 11: Coeficiente de Variación de los Ingresos de Cultivos

Condado de Yuma	Desviación Estándar	CV
Alfalfa Henificada	337.78	31%
Algodón de pellón largo	95.06	12%
Trigo Cristalino	183.65	33%
Lechuga	3001.15	46%

CV, la coeficiente de variación, se calcula dividiendo la desviación estándar de cada cultivo por su media. Después se multiplica el valor por 100. Diríjase al Apéndice E para una explicación detallada del cálculo.

Tabla 12: Correlaciones de los Ingresos de Cultivos

	Correlaciones de Cultivos en Yuma				
	Alfalfa	Algodón	Trigo	Lechuga	Barbecho
Alfalfa	1.00				
Algodón	0.35	1.00			
Trigo	0.95	0.43	1.00		
Lechuga	-0.11	0.26	-0.04	1.00	
Barbecho	0.91	0.60	0.86	-0.12	1.00

El pago de barbecho utilizado en el análisis de portafolio proviene del pago promedio por acre en el acuerdo de PVID-MWD (Distrito de Riego de Palo Verde - Distrito Metropolitano de Agua 2004). El pago se inició en el 2005 y aumenta en un 2.5% cada uno de los primeros cinco años. Como los pagos no estaban disponibles para años anteriores al 2005, se asume que el pago es 2.5% menos por cada año anterior, con el pago compuesto anualmente.

Las Tablas 10 y 11 muestran que la lechuga tiene el promedio mayor de venta total por acre de \$6511.50 USD. Sin embargo, cuando se ve el coeficiente de variación como indicador de riesgo, la lechuga es la más riesgosa de los cuatro cultivos, al 46%. Alfalfa, por el contrario, tiene un promedio menor de venta total por acre de \$ 1098.65 USD, pero es relativamente menos riesgosa con un coeficiente de variación de 31%. Esto implica que, aunque la lechuga proporciona el más alto promedio de venta total por acre, un productor con aversión al riesgo desearía reducir la superficie en acres de la lechuga en favor de un cultivo alternativo o de una fuente de ingresos que exhiba menos variabilidad. Además, un agricultor puede utilizar el coeficiente de variación para seleccionar una serie de cultivos con diferentes niveles de grado de riesgo de un portafolio de cultivos.

La elección de cultivos mezclados con una gama de correlaciones de cultivos es otro método para variar el nivel de riesgo en un portafolio de cultivos. Usando los datos del Condado de Yuma de la Tabla 10, la Tabla 12 muestra las correlaciones de cultivos, con una gama de -0.12 al 0.95. Las

ventas del trigo y la alfalfa son altamente, pero no perfectamente, correlacionadas a 0.95, por lo que el portafolio del trigo y la alfalfa no sería muy eficaz en la reducción de riesgos. El portafolio del trigo y la lechuga sería más eficaz ya que la correlación es de -0.04 . Inicialmente parece que un portafolio de barbecho y trigo, con una correlación de 0.86, sería menos eficaz en la reducción del riesgo que un portafolio de trigo y lechuga. Sin embargo, es importante entender que la correlación entre el trigo y los pagos de barbecho es incidental y fue el resultado que ambos aumentaron (por diferentes razones) durante el período de tiempo analizado. La implicación de las estrategias de gestión de riesgos es que, bajo ciertas condiciones, una combinación de trigo y barbecho puede contribuir a una reducción de riesgo. Las Tablas 11 y 12 consideran sólo dos de los muchos riesgos que pueden afectar las ventas netas de la producción de cultivos, el riesgo de los cambios del precio que los agricultores reciben por los cultivos que producen y el riesgo asociado con los cambios en el rendimiento por acre.

Mientras que el ejemplo anterior describe un portafolio simple de dos cultivos, portafolios alternativos de cultivos múltiples pueden crearse lo cual reducirá aún más el riesgo. Otros cultivos (no incluidos en las Tablas 10, 11, y 12), así como pagos de barbecho se pueden incluir en el portafolio anterior.

Si un productor está tratando de diversificar su portafolio de cultivos, entonces puede reaccionar a las ofertas de abstención de riego a cambio de un pago. Mientras que la GNDA representa un pago mínimo teórico que se requiere para adquirir agua de riego, un productor puede en realidad aceptar un pago menor, porque el pago que se reciban para barbecho está garantizado a través de un contrato con la parte que solicita el uso del agua, e probablemente implica menos riesgo que la producción de cultivos. En los programas de pago por abstención de riego alrededor del oeste de los Estados Unidos los pagos a los productores a menudo han superado considerablemente GNDA. Esto ocurre cuando los usuarios del agua agrícolas tienen fuerte poder de negociación, donde el valor del agua de los usuarios agrícolas de más alto rango es alto para el comprador, y por muchas otras razones.

En algunas situaciones, la lectura de esta sección de la guía y la información en las Tablas 10, 11 y 12 pueden ser suficientes para darle al lector un entendimiento satisfactorio de la función de riesgo en los portafolios de los cultivos. Sin embargo, si el lector tiene interés en calcular las correlaciones de cultivos y el coeficiente de variación para una región específica y/o en un período de tiempo que no son incluidos en esta guía, por favor, consulte el Apéndice D para obtener instrucciones de cálculo.

El entendimiento de los factores que afectan la toma de decisiones a nivel de la finca es útil para las partes interesadas para evaluar el valor del agua en la agricultura en negociaciones de intercambios temporales. Los agricultores y los compradores de agua se beneficiarán de una opinión más amplia de los riesgos involucrados en la producción de cultivos de regadío. Además, puede ser beneficioso para que los administradores regionales del agua comprendan los múltiples factores que juegan un papel cuando los agricultores consideran las ventajas y desventajas entre los diferentes cultivos, ya que estas decisiones también tienen un impacto en el uso agrícola del agua. Los grupos que deseen adquirir temporalmente el agua de los productores deben considerar la inclusión de un análisis sobre el portafolio de ingresos agrícolas y las consideraciones de riesgo cuando presenten sus ofertas a los agricultores y a los distritos de riego.

Ajuste de pagos con el tiempo de los acuerdos plurianuales

Participantes en la negociación de intercambios de agua temporales también tienen que considerar de incluir un método por el cual el pago a los productores se puede ajustar con el tiempo. Acuerdos de uso de agua agrícola puede extenderse por varios años, incluso cuando el uso es temporal e intermitente, como en el caso de opciones de año seco donde se activa la transferencia a otro uso de agua por las condiciones de escasez de agua. (Para más información sobre los contratos de agua contingentes, consulte una guía anterior de esta serie titulado " Contratos de Fiabilidad del Suministro del Agua durante el Año Seco: Una Herramienta para Directivos ") ¹⁰ En los acuerdos plurianuales, algún método de ajuste de los pagos a través del tiempo es importante para la estabilidad del acuerdo. Si una discrepancia notable se desarrolla entre el precio que se paga bajo el acuerdo y las percepciones del valor del agua en la región, entonces las partes pueden tratar de disolver el contrato, lo que puede resultar en costos y conflictos. Por ejemplo, si aumentan los precios de los cultivos y el riego de cultivos es más rentable que cuando se firmó el acuerdo, la participación puede no ser atractivo para los agricultores. Por otro lado, si una economía regional tiene una caída y se desploma la actividad económica, el precio negociado puede parecer demasiado alto y los compradores urbanos pueden tratar de desestabilizar el acuerdo.

A fin de evitar futuros conflictos impulsados por tales cambios económicos, el acuerdo para la transacción debe especificar un método para ajustar los pagos por unidad hechos para el uso de agua en los años del acuerdo. El índice se debe basar en factores observables públicamente que no están directamente bajo el control de las partes en la transacción. Una opción sencilla es ajustar los pagos

¹⁰ Se puede acceder a través del siguiente enlace del Departamento de Economía Agrícola y Recursos Naturales de la Universidad de Arizona: <http://ag.arizona.edu/arec/people/profiles/colby.html>

basados en el Índice de Precios al Consumidor con el fin de tomar en cuenta la inflación. Las tablas regionales del CPI (INPC en México) existen para varias áreas de los Estados Unidos, y la región apropiada puede ser especificada en el acuerdo.

Otros índices regionales específicos pueden ser utilizados también. Transacciones de agua en el oeste de los EE.UU. se ha demostrado que suben y bajan con los valores de la vivienda urbana (Basta y Colby 2011). En los Estados Unidos, el pago por unidad de agua suministrada a través de barbecho puede ser ajustado anualmente en base del Índice de Precios de Vivienda (HPI) de la Agencia Federal de Financiamiento de Vivienda (FHFA), por ejemplo. El HPI se publica cada trimestre, y es compilado por la FHFA para las casas residenciales de una sola unidad, basado en un promedio ponderado de las ventas y los eventos de refinanciación (FHFA 2011). Cambios en el HPI para una zona urbana cercana se podrían utilizar para ajustar los pagos de agua resultantes de barbecho en una base anual. El uso de un índice de valor de la vivienda sirve para relacionar los pagos de barbecho con a los cambios económicos en la economía regional.

Un método de ajuste diferente es enfocarse en los cambios en la rentabilidad de la agricultura. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos produce un índice anual de los Precios Recibidos por el Productores y uno de Precios Pagados por el Productor para todos los productos agrícolas en los Estados Unidos (USDA NRCS 2011). La proporción del índice de los Precios Recibidos por el Productores dividida por el índice de Precios Pagados por el Productor ofrece un indicador general de la rentabilidad de las explotaciones agrarias. En los casos donde se desea una mayor especificidad, los cálculos de GNDA utilizado en el principio para el desarrollo de un acuerdo de precios puede ser recalculado anualmente para la región con precios actualizados de los cultivos, los rendimientos y los costos de los insumos. El GNDA actualizado se puede utilizar para ajustar los pagos por el agua.

Independientemente de la complejidad del método de ajuste seleccionado, el principio de ofrecer a los ajustes anuales en los pagos es importante para la estabilidad de los acuerdos plurianuales de abstención de riego.

Resumen: Herramientas para La Negociación De los Precios en las Adquisiciones de Agua

A los participantes potenciales de transacciones de agua les parecerá una preparación útil para la negociación estimar el valor actual del agua utilizada para crecer cultivos mediante el cálculo de la GNDA, y examinar las fluctuaciones de la GNDA en años recientes. Además, consideraciones de la gestión de riesgo en los ingresos netos de la finca pueden ayudar en las negociaciones de agua. Los productores pueden ser más propensos a participar en intercambios de agua después de discutir las formas en que los ingresos de los intercambios de agua pueden ayudar a diversificar sus portafolios de ingresos agrícolas. Convenir en un método para ajustar los pagos con el tiempo es un paso crucial para asegurar contratos estables. Armado con un mejor entendimiento del valor del agua en la agricultura, y tomando en cuenta que los productores a menudo se interesan en la diversificación de portafolio y en la estabilidad a largo plazo de un contrato, un comprador potencial del agua puede participar más efectivamente en las negociaciones de intercambios de agua. Una preparación eficaz puede reducir la probabilidad de pago en exceso, mientras que aumenta la probabilidad de una exitosa negociación para adquirir agua. A continuación se presentan algunas sugerencias para estructurar las negociaciones de precios en la adquisición de agua relacionados con el uso temporal de agua normalmente utilizada para el riego de cultivos.

- 1) Estructure la transacción para enfocarse en las unidades reducidas de uso consuntivo del agua, en lugar de en la superficie agrícola de barbecho o en las cantidades de agua desviada.
- 2) Identifiquen correctamente el volumen de la reducción del uso consuntivo que se asocia con cada hectárea de cultivo de regadío temporal propuesto para el barbecho. Normalmente, esto implica la verificación de varios años de producción de cultivos en las parcelas específicamente dirigidas a barbecho, y la identificación de las cifras más actualizadas y disponibles para cada cultivo para uso consuntivo de la zona. (Consulte el Apéndice F para obtener información adicional sobre el cálculo de uso consuntivo de agua de los cultivos).
- 3) Prepare una estimación de la GNDA por metros cúbicos consumidos por hectárea por los cultivos plantados en las parcelas propuestas para el barbecho. Esta estimación debe basarse en los datos de los últimos tres a cinco años por rendimientos de cultivos, precios de los cultivos y costos de los insumos, para evitar que las condiciones inusuales en un año en particular domine el análisis.
- 4) Solicite comentarios sobre las estimaciones de la GNDA de las partes en la transacción e incorpore información adicional referente a las parcelas en cuestión.

- 5) Utilice la GNDA revisado como referencia en la negociación del precio por unidad de agua que deberá suministrarse a través de tierras agrícolas de barbecho. Por ejemplo, una oferta puede ser expresada como "dos veces la de la GNDA para la mezcla de los cultivos crecido en los últimos tres años en las parcelas destinadas a ser puestas en barbecho".
- 6) Si el acuerdo se pretende extender durante varios años, ponerse de acuerdo a un método para ajustar los pagos efectuados por el uso de agua durante los años del acuerdo.

Esta guía cubre sólo uno de varios temas relacionados a las adquisiciones de agua que están analizados en una serie continua de guías. Esta guía es parte de una serie de guías destinadas a ayudar a las agencias públicas, organizaciones sin fines de lucro, gobiernos locales y al sector privado con la formación y la implementación de programas de adquisición de agua para mejorar la fiabilidad del suministro de agua durante épocas sequias y en el cambio climático.

Referencias

Barber, N. L. "Summary of Estimated Water use in the United States in 2005." (Fact Sheet 2009-3098). *USGS Publications Warehouse*. U.S. Geological Survey, Octubre 2009. Web. 2 Octubre 2009. <http://pubs.usgs.gov/fs/2009/3098/pdf/2009-3098.pdf>.

Barnett, Barry J., y Keith H. Coble. "Are our agricultural risk management tools adequate for a new era?" *Choices, A publication of the Agricultural and Applied Economics Association* 24.1(1^{ra} trimestre 2009):36-39.

Basta, Elizabeth and Bonnie Colby. "Urban Water Transaction Prices: Effects of Growth, Drought and the Housing Market." *Department of Agricultural Economics, University of Arizona*. Trabajo en curso, Disponible bajo petición de Colby, 2011.

Boehlje, Michael D. and Vernon R. Eidman. *Farm Management*. New York: John Wiley & Sons, 1984.

Brumbelow, Kelly y Aris Georgakakas. "Determining crop-water production functions using yield-irrigation gradient algorithms." *Agricultural Water Management* 87.2(2006): 151-161.

Bureau of Reclamation. "Lower Colorado River Accounting System Evapotranspiration and Evaporation Calculations." *LCRAS Reports, Yuma Area ET Rate Table for Yuma* (Año Calendario 2002-8). *US Department of the Interior*. Bureau of Reclamation, Septiembre 2009. 24 Junio 2011. <http://www.usbr.gov/lc/region/g4000/wtracct.html>

Carrillo-Guerrero, Yamilett. "Water conservation, Wetland restoration and Agriculture in the Colorado River Delta, Mexico." Doctoral Dissertation, University of Arizona, Tucson, Arizona, 2009. Disponible del base de datos de la biblioteca de la Universidad de Arizona.

Colby, B., K. Pittenger y L. Jones. Voluntary Irrigation Forbearance to Mitigate Drought Impacts: Economic Considerations. University of Arizona Department of Agricultural and Resource Economics, 30 Marzo 2007. Web. 15 Junio 2011. <http://ag.arizona.edu/azwater/ewsr/BOR%20forbear%20rpt%203-30-07.pdf>

Colorado State University Extension. "2008 Estimated Production Costs and Returns - Irrigated Corn for Grain in Western Colorado." *Crop Enterprise Budgets*. Colorado State University Extension, 2008. Web. 20 Octubre 2010. <http://www.coopext.colostate.edu/abm/cropbudgets.htm>.

De Juan, J.A., J.M Tarjuelo, M. Valiente, y P. Garcia. "Model for optimal cropping patterns within the farm based on crop water production functions and irrigation uniformity: Development of a decision model." *Agricultural Water Management* 31(1996):115-143.

Frank, Anthony y David Carlson. "Colorado's Net Irrigation Requirements for Agriculture, 1995." *Colorado State Publications Library Digital Repository*. Colorado Department of Agriculture, Diciembre 1999. Web. 25 Noviembre 2010. <http://cospl.coalliance.org/fez/eserv/co:3072/ag92ir71999internet.pdf>.

Federal Housing Finance Agency. "About HPI." Federal Housing Finance Agency 2011. Web. 27 Junio 2011. <http://www.fhfa.gov/Default.aspx?Page=81>

Garrick, D. and K. Jacobs. "Water Management on the Colorado River: From Surplus to Shortage in Five Years." *Southwest Hydrology* (Mayo/Junio 2006): 8-9.

Gibbons, D. *The Economic Value of Water*. Washington, D.C.: Resources for the Future, 1986.

Hartmann, H. "Use of climate information in water resources management." *Encyclopedia of Hydrological Sciences*. M.G. Anderson, ed. West Sussex, UK: John Wiley and Sons, Ltd, 2005.

International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). Agricultural prices and production database 2009. Web. 15 Marzo 2011. <http://apps.cimmyt.org/agricdb/default.aspx>

Jones, L. "Update to Net Returns to Water – Yuma County, Arizona." En los archivos de los autores. 2008.

Jones, Lana y Bonnie G. Colby. "Farmer Participation in Temporary Irrigation Forbearance: Portfolio Risk Management." *Rural Connections* (Mayo 2010): 43-48.

Jung, Chulho, William Shambora, y Kyongwook Choi. "Are stocks really riskier than bonds?" *Applied Economics* 42.4(2010): 403-412.

Kenney D., A. Ray, B. Harding, R. Pulwarty, B. Udall. "Rethinking Vulnerability on the Colorado River." *Journal of Contemporary Water Research Education* 144.1(2010): 5-10.

Kenny, J., N. Barber, S. Hutson, K. Linsey, J. Lovelace y M. Maupin. "Estimated Use of Water in the United States in 2005." (Circular 1344). *U.S. Geological Survey*. U.S. Geological Survey and U.S. Department of the Interior, 2009. Web. Octubre 2009. <http://pubs.usgs.gov/circ/1344/pdf/c1344.pdf>.

Nolte, Kurt. "2010 agriculture season in review." *Yuma Sun* 7 Marzo 2011. Web. 28 Junio 2011. <http://www.yumasun.com/articles/prices-68234-yuma-freeze.html>

Lavee, Doron. "The effect of water supply uncertainty on farmers' choice of crop portfolio." *Agricultural Water Management* 97.11(2010):1847-1854.

Markowitz, H.M. *Portfolio Selection*. Cowles Foundation for Research in Economics at Yale University. New York: John Wiley and Sons, Inc., 1959.

McDonald, Sandra K., Lindsey Hofsteen, y Lisa Downey. "Crop Profile for Field Corn in Colorado." *National Information System for the Regional IPM Centers*. U.S. Department of Agriculture, 2003. Web. Octubre 2010. <http://www.ipmcenters.org/cropprofiles/docs/COfieldcorn.pdf>.

Medellín-Azuara, J., L.G. Mendoza-Espinosa, J.R. Lund, J.J. Harou, and R.E. Howitt. "Virtues of simple hydro-economic optimization: Baja California, Mexico." *Journal of Environmental Management* 90(2009):3470-3478.

Naeser, R. y L. Bennett. "The Cost of Noncompliance: The Economic Value of Water in the Middle Arkansas River Valley." *Natural Resources Journal* 38(1998): 445-463.

Oanda. Foreign Exchange Average Converter. Oanda Average Exchange Rates 2011. Web. 29 Marzo 2011. <http://www.oanda.com/currency/average>

O'Donnell, Michael y Bonnie Colby. "Water Banks: A Tool for Enhancing Water Supply Reliability." *Department of Agricultural and Resource Economics, University of Arizona*, Enero del 2010. Web. 4 agosto del 2011. <http://ag.arizona.edu/arec/pubs/facultypubs/ewsr-Banks-final-5-12-10.pdf>

O'Donnell, Michael y Bonnie Colby. "Dry-Year Water Supply Reliability Contracts: A Tool for Water Managers." *Department of Agricultural and Resource Economics, University of Arizona*, Octubre del 2009. Web. 4 agosto del 2011. <http://ag.arizona.edu/arec/pubs/facultypubs/ewsr-dyo-Final-5-12-10.pdf>

O'Donnell, Michael y Bonnie Colby. "Water Auction Design for Supply Reliability: Design, Implementation, and Evaluation." *Department of Agricultural and Resource Economics, University of Arizona*, 27 Mayo del 2009. Web. 4 agosto 2011. <http://ag.arizona.edu/arec/pubs/facultypubs/ewsr-AUCTION-final-5-12-10.pdf>

Palo Verde Irrigation District – Metropolitan Water District. "PVID-MWD Landowner Agreement." *Palo Verde Irrigation District*. Palo Verde Irrigation District 2004. Web. <http://www.pvid.org/PVIDMWDProgram/tabid/58/Default.aspx>.

Rajagopalan B., K. Nowak, J. Prairie, M. Hoerling, B. Harding, J. Barsugli, A. Ray y B. Udall. "Water Supply Risk on the Colorado River: Can Management Mitigate?" *Water Resources Research* 45.W08201(2009): 1-7.

Scheierling, Susanne M., Robert A. Young, y Grant E. Cardon. "Determining the Price-Responsiveness of Demands for Irrigation Water Deliveries versus Consumptive Use." *Journal of Agricultural and Resource Economics* 29.2(2004):328-345.

Schneekloth, J. and A. Andales. "Irrigation: Seasonal Water Needs and Opportunities for Limited Irrigation for Colorado Crops." Colorado State University Extension (September 2009). Web. 24 Junio 2011.

Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentacion (SAGARPA). *Oficina estatal de Información para el desarrollo rural sustentable, Baja California*. OEIDRUS-Baja California. Web. 27 Abril 2011. http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/

Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentacion (SAGARPA). "Sistema Producto Algodon." OEIDRUS-Baja California. Web. 27 Abril 2011. <http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/algodonbc/>

Secretaria de Agricultura, Ganaderia, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentacion (SAGARPA). "Sistema Producto Trigo." OEIDRUS-Baja California. Web. 27 Abril 2011. <http://www.oeidrus-bc.gob.mx/sispro/trigobc/>

Sonka, S., y G. Patrick. "Risk Management and Decision Making in Agricultural Firms." *Risk Management in Agriculture*. P. J. Barry, ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1984.

Teegerstrom, T. Personal Communication. Cooperative Extension, University of Arizona, 2010.

Teegerstrom, T. y T. Knowles. "Arizona Field Crop Budgets 1999-2000: La Paz County." *Cooperative Extension*. University of Arizona, 2000. Web. Marzo 2010. <http://ag.arizona.edu/arec/pubs/fieldcropbudgets.html>.

Teegerstrom, T. y B. Tickes. "Arizona Field Crop Budgets 1999-2000: Yuma County." *Cooperative Extension*. University of Arizona, 2000. Web. Marzo 2010. <http://ag.arizona.edu/arec/pubs/fieldcropbudgets.html>.

Teegerstrom, T., J. Palumbo, y M. Zerkoune. "2000-2001 Arizona Vegetable Crop Budgets: Western Arizona." *Cooperative Extension*. University of Arizona, 2001. Web. Marzo 2010. <http://ag.arizona.edu/arec/pubs/westernvegcropbudgets.html>.

University of California, Santa Barbara. California Water Transfer Records. Bren School of Environmental Science and Management, University of California. 16 Julio 2010. Web. 3 Marzo 2011. <http://www.bren.ucsb.edu/news/water_transfers.htm>

Urbina Soria, Javier, y Julia Martinez Fernández. "Más allá del cambio climático: Las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global." Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, y Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Psicología, Octubre 2006. Web. 14 Junio 2011. http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=508

U.S. Department of Agriculture. "Fertilizer Use and Price." Economic Research Service, 6 Mayo 2011. Web. 15 Junio 2011. <http://www.ers.usda.gov/Data/FertilizerUse/>

U.S. Department of Agriculture. *Arizona Agricultural Statistics*. National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, 2010. Web. Mayo 2010. http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Arizona/index.asp.

U.S. Department of Agriculture. *Colorado Agricultural Statistics*. National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, 2010. Web. Noviembre 2010. http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Colorado/Search/index.asp.

U.S. Department of Agriculture. "2008 Arizona Agricultural Statistical Bulletin." *Arizona Agricultural Statistics*. National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, Septiembre 2009. Phoenix, AZ.

U.S. Department of Agriculture. "Agricultural Prices." National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, Septiembre 2008. Web.

<http://usda.mannlib.cornell.edu/MannUsda/viewDocumentInfo.do?documentID=1002>.

U.S. Department of Agriculture. "2006 Arizona Agricultural Statistical Bulletin." *Arizona Agricultural Statistics*. National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, Septiembre 2007. Phoenix, AZ.

U.S. Department of Agriculture. "2005 Arizona Agricultural Statistical Bulletin." *Arizona Agricultural Statistics*. National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, Septiembre 2006. Phoenix, AZ.

U.S. Department of Agriculture. "2004 Arizona Agricultural Statistical Bulletin." *Arizona Agricultural Statistics*. National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, Septiembre 2005. Phoenix, AZ.

U.S. Department of Agriculture. "2003 Arizona Agricultural Statistical Bulletin." *Arizona Agricultural Statistics*. National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, Septiembre 2004. Phoenix, AZ.

U.S. Department of Agriculture. "2002 Arizona Agricultural Statistical Bulletin." *Arizona Agricultural Statistics*. National Agricultural Statistics Service, U.S. Department of Agriculture, Septiembre 2003. Web.

http://www.nass.usda.gov/Statistics_by_State/Arizona/Publications/Annual_Statistical_Bulletin/02bul/main.htm.

U.S. Department of Agriculture Economic Research Service. "Irrigation and Water Use." The United States Department of Agriculture, Economic Research Service, 2004. Web. 12 Junio 2010.

<http://www.ers.usda.gov/briefing/wateruse/>.

U.S. Department of Agriculture Farm Service Agency. "Non-recourse Marketing Assistance Loan." *Farm Service Agency*. U.S. Department of Agriculture, Junio 2010. Web. Junio 2010.

<http://www.fsa.usda.gov/FSA/webapp?area=home&subject=prsu&topic=col-nl>.

U.S. Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service. "Price Indexes and Discount Rates." *U.S. Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service* Junio 2011. Web.

Junio 2011. <http://www.economics.nrcs.usda.gov/cost/priceindexes/index.html>

U.S. Department of Agriculture Risk Management Agency. "Introduction to Risk Management." *North Central Risk Management Education Center*. University of Nebraska-Lincoln, Diciembre 1997. Web.

<http://www.ncrme.org/docs/IntrotoRiskManagement.pdf>.

U.S. Department of Labor. *CPI Inflation Calculator*. U.S. Department of Labor, 2010. Web. 9 Marzo 2010. <http://data.bls.gov/cgi-bin/cpicalc.pl>.

U.S. Department of Labor. Consumer Price Index. Bureau of Labor and Statistics 2011. Web. 13 Junio 2011. <http://www.bls.gov/cpi/>

Wilson, Paul N., Gary D. Thompson and Roberta L. Cook. "Mother Nature, Business Strategy, and Fresh Produce." *Choices, A publication of the Agricultural and Applied Economics Association* (1^{ra} trimestre 1997):18-25.

Young, R. *Determining the Economic Value of Water*. Washington, D.C.: Resources for the Future, 2005.

Apéndice A: Fuentes para Presupuestos de Cultivos

Los presupuestos de cultivos se pueden encontrar en muchos sitios web de la extensión en sistemas agropecuarios de las universidades que en los Estados Unidos se llaman universidades de concesión de tierras (universidades de “land-grant”). Universidades de concesión de tierras son una de las categorías de instituciones de educación superior en los Estados Unidos que se crearon por medio de la legislación aprobada de mediados a finales de 1800. Una de los principales objetivos de estas universidades públicas es el enfoque a mejorar la agricultura y por lo tanto, son centros de investigación agrícola y de la extensión en sistemas agropecuarios. Un mapa de todas las universidades de concesión de tierras en los Estados Unidos se puede encontrar en la página web http://www.csrees.usda.gov/qlinks/partners/partners_map.pdf del Instituto Nacional del USDA de la Alimentación y la Agricultura (antes conocido como Investigación Cooperativa Estatal, Educación y Servicio de Extensión).

El sitio web de la Biblioteca de Educación al Riesgo Agrícola también tiene muchas páginas web con presupuestos de cultivos por estado y se puede localizar en <http://www.agrisk.umn.edu/Budgets/StateWebsites.aspx>. Esta página web está patrocinada mutuamente por la Agencia de Gestión de Riesgo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos y por la Universidad de Minnesota.

Los presupuestos de cultivos utilizados en este trabajo se encuentran en las páginas web del Departamento de Economía Agrícola y Recursos Naturales de la Universidad de Arizona y de la Agricultura y Gestión de Empresas en la Universidad Estatal de Colorado, respectivamente, de la siguiente manera:

<http://ag.arizona.edu/arec/extension/budgets.html>

<http://www.coopext.colostate.edu/abm/cropbudgets.htm>

En México, los presupuestos de cultivos por estado se pueden localizar en el sitio web del gobierno administrado por la Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable, OEIDRUS. Los presupuestos de cultivos utilizados para el Valle de Mexicali se obtuvieron en la siguiente página web:

http://www.oeidrus-bc.gob.mx/oeidrus_bca/

Apéndice B. Presupuestos de los Cultivos de Yuma, Arizona

Las siguientes tablas muestran la GNDA de la alfalfa, el trigo cristalino, el algodón americano y la lechuga en el Condado de Yuma, Arizona. Con la excepción del algodón de pellón largo, cada tabla contiene cinco años de los precios y rendimientos más altos y bajos en el periodo de 2005-2009, los promedios de cinco años en el mismo periodo, y los precios y rendimientos del año más reciente, el 2009. La tabla del algodón americano muestra lo mismo con la diferencia que el periodo es de tres años, 2005-2008. Cada Tabla incluye también la venta total por acre, el costo variable por acre (excluyendo el costo del agua), la GNDA por acre, el volumen estimado de agua necesaria para crecer cada cultivo, respectivamente, y, finalmente, la GNDA por acre-pie de agua consumida.

Los cálculos de la GNDA a continuación se basan en los costos de los presupuestos de cultivos de la Universidad de Arizona (Teegerstrom y Knowles 1999; Teegerstrom y Tickes 1999; Teegerstrom, et al 2001), que se han actualizado usando los índices de costo de producción del USDA (USDA 2010). Todos los precios de insumos químicos se han actualizado a través de comunicación personal con los proveedores de insumos químicos. Los precios de rendimientos y de productos agrícolas básicos proceden de los Boletines de Estadísticas Agrícolas de Arizona (USDA 2005; 2006; 2007; 2008; 2009; 2010). El uso consuntivo agua de cultivos se obtuvo de las cifras del uso anual del agua del LCRAS (Bureau of Reclamation 2002-8). Los números en paréntesis representan valores negativos. Todos los precios han sido ajustados a los valores de abril del 2011 en USD (US Bureau of Labor 2011). Refiérase a Apéndice H para una tabla de conversión de medidas, teniendo en cuenta lo siguiente: un bushel de trigo es igual que 27.22 kilogramos y una tonelada en el condado de Yuma es una tonelada corta igual que 907.18 kilogramos.

Trigo Cristalino en Yuma (en USD de abril del 2011)	2009	Promedio de 5 años	Alta	Baja
<u>Ingresos por Acre</u>				
Rendimiento/acre	107.5	106.1	107.5	103
Precio/ búshel	\$8.61	\$6.68	\$8.61	\$4.49
Venta Total (\$/Acre)	\$925.79	\$710.41	\$925.79	\$462.43
Costos Variables por Acre				
	\$560.75	\$560.75	\$560.75	\$560.75
Ganancia Neta del Agua Por Acre	\$365.04	\$149.66	\$365.04	(\$98.32)
Acre-Pie de agua utilizada para uso consuntivo por acre	1.9	1.9	1.9	1.9
Ganancia Neta del Agua por Acre-pie de Agua Consumida	\$192.13	\$78.77	\$192.13	(\$51.75)

Producción de Alfalfa en Yuma (en USD de abril del 2011)	2009	Promedio de 5 años	Alta	Baja
<u>Ingresos per Acre</u>				
Rendimiento/acre	9.05	9.29	9.8	9.05
Precio/ton	\$118.73	\$143.47	\$179.32	\$118.73
Ganancia Total (\$/Acre)	\$1,074.41	\$1,338.08	\$1,757.97	\$1,074.41
Costos Variables por Acre	\$601.96	\$601.96	\$601.96	\$601.96
Ganancia Neta del Agua Por Acre	\$472.45	\$736.12	\$1,156.01	\$472.45
Acre-Pie de agua utilizada para uso consuntivo por acre	5.5	5.5	5.5	5.5
Ganancia Neta del Agua por Acre-pie de Agua Consumida	\$85.90	\$133.84	\$210.18	\$85.90

Cuando estas tablas se compilaron, los datos más recientes de rendimiento por acre (fibra de algodón) eran del 2008 y los datos más recientes de rendimiento por acre (semilla) eran del 2006, por lo que la tabla abarca los años 2006-2008. Los PPC no son aplicables a menos que los precios de algodón del condado sean más bajos que la tasa del préstamo establecida por La Agencia de Servicios Agrícolas y sólo estaban disponibles en el 2006 (USDA FSA, 2010). El cálculo de la GNDA es el mismo al de otros cultivos, con la excepción que el PPC se añade como otra fuente de ingreso en el cálculo de la venta total.

Algodón americano en Yuma (en USD de abril del 2011)	2008	Promedio de 3 años	Alta	Baja
<u>Ingresos por Acre</u>				
Rendimiento/acre (fibras de algodón)	1420	1397	1420	1315
Precio/libra (fibras de algodón)	\$0.57	\$0.57	\$0.60	\$0.55
PPC/libra	\$0.00	\$0.03	\$0.00	\$0.09
Rendimiento/acre (semilla)	1.05	1.05	1.05	1.05
Precio/tonelada (semilla)	\$276.35	\$214.88	\$276.35	\$172.94
Venta Total (\$/Acre)	\$1,095.65	\$1,024.99	\$1,095.65	\$1,020.42
Costos Variables por Acre	\$1,270.03	\$1,270.03	\$1,270.03	\$1,270.03
Ganancia Neta del Agua Por Acre	(174.38)	(245.04)	(174.38)	(249.60)

Acre-Pie de agua utilizada para uso consuntivo por acre	3.50	3.50	3.50	3.50
Ganancia Neta del Agua por Acre-pie de Agua Consumida	(49.82)	(70.01)	(49.82)	(71.32)

Lechuga en Yuma (en USD de abril del 2011)	2009	Promedio de 5 años	Alta	Baja
Ingresos por Acre				
Rendimiento/acre	345	342	345	325
Precio/cwt	\$22.28	\$17.80	\$22.06	\$14.61
Venta Total (\$/Acre)	\$7,688.06	\$6,116.87	\$7,688.06	\$4,745.44
Costos Variables por Acre	\$3,442.14	\$3,442.14	\$3,442.14	\$3,442.14
Ganancia Neta del Agua Por Acre	\$4,245.92	\$2,674.73	\$4,245.92	\$1,303.31
Acre-Pie de agua utilizada para uso consuntivo por acre	1.3	1.3	1.3	1.3
Ganancia Neta del Agua por Acre-pie de Agua Consumida	\$3,266.09	\$2,057.48	\$3,266.09	\$1,002.54

Datos precisos sobre los costos variables es un componente importante para calcular la ganancia neta del agua. Las siguientes tablas ilustran el tipo de datos en cuestión y las cifras reales de los costos variables en cultivos específicos en el Condado de Yuma, Arizona. Tome nota de los detalles facilitados sobre la medida de calendario anual de diversas operaciones de producción de cultivos. Este tipo de información es útil para determinar el mejor momento del año para pedirles a los agricultores que dejen de regar en un programa de pago por abstención de riego. Idealmente, la solicitud ocurrirá cuando pocos o nada de gastos se hayan invertido en el crecimiento de un cultivo que no será cosechado por participación en un programa de pago por abstención de riego. Sólo en la tabla detallada de alfalfa de los costos variables, el mes indicado representa el primer mes en el que la operación empezó durante el año calendario. La cantidad de veces que se realiza la operación no se limita al primer mes (el mes enumerado en la tabla), sino que se dispersa por todo el año, a intervalos regulares.

Las cifras de los costos variables a continuación se basan en los costos de los presupuestos de cultivos de la Universidad de Arizona (Teegerstrom y Knowles 1999; Teegerstrom y Tickes 1999;

Teegerstrom, et al 2001) y fueron actualizados al año 2010 usando los Indices de Precios Pagados de Producción (PPPI) del USDA (USDA NRCS 2010). Todos los precios de insumos químicos se han actualizado a través de comunicación personal con los proveedores de insumos químicos. Todos los precios se ajustaron a USD de abril de 2011 (US Bureau of Labor 2011).

Condado:		Yuma					
Cultivo:		Alfalfa					
Costos Variables:		\$601.96 USD					
Mes	Veces que se Realiza la Oper.	Operaciones	Clase	Costo	Total Acumulado (\$)	% del Costo Variable Total	Total Acumulado (%)
Ene	16	Irrigar	Crecimiento	56.82	56.82	9.4%	9.4%
Ene	9	Cortar la paja de alfalfa	Cosecha	79.68	136.50	13.2%	22.7%
Ene	9	Rastrillar	Cosecha	37.51	174.01	6.2%	28.9%
Ene	9	Embalar	Cosecha	162.27	336.28	27.0%	55.9%
Ene	9	Colectar pajas y llevarlas al lado de la carretera	Cosecha	86.98	423.27	14.4%	70.3%
Feb	4	Retocar los extremos del campo y de las camas	Crecimiento	14.90	438.16	2.5%	72.8%
Feb	1	Aplicar herbicidas/tierra	Crecimiento	33.63	471.79	5.6%	78.4%
Mar	1	Aplicar insecticida/Aire	Crecimiento	31.08	502.88	5.2%	83.5%
Sep	1	Irrigar/Aplicar fertilizantes	Crecimiento	22.09	524.97	3.7%	87.2%
Oct	0.3	Renovar	Crecimiento	2.34	527.31	0.4%	87.6%
Oct	0.3	Sembrar	Preparación de tierras	18.28	545.59	3.0%	90.6%
Diversas		Uso de camioneta		29.99	575.58	5.0%	95.6%
		Interés de la operación		26.38	601.96	4.4%	100.0%
TOTAL				601.96	601.96	100.0%	100.0%

Condado:		Yuma				
Cultivo:		Algodón				
Costos Variables:		\$1,270.03 USD				
Mes	Operaciones	Clase	Costo	Total Acumulado (\$)	% del Costo Variable Total	Total Acumulado (%)
Dic	Remover	Preparación de tierras	14.83	14.83	1.2%	1.2%
Dic	Discar	Preparación de tierras	17.78	32.60	1.4%	2.6%
Ene	Nivelar con laser	Preparación de tierras	50.54	83.15	4.0%	6.5%
Ene	Labrar las camas	Crecimiento	3.26	86.40	0.3%	6.8%
Ene	Lista	Preparación de tierras	9.60	96.00	0.8%	7.6%
Feb	Pre-irrigar	Crecimiento	6.16	102.16	0.5%	8.0%
Mar	Echar paja	Preparación de tierras	7.62	109.78	0.6%	8.6%
Mar	Sembrar	Preparación de tierras	10.88	120.65	0.9%	9.5%
Mar	Remover tapa	Crecimiento	6.21	126.87	0.5%	10.0%
Abr	Cultivar	Crecimiento	28.58	155.44	2.3%	12.2%
Abr	Fertilidad de suelos	Crecimiento	2.89	158.33	0.2%	12.5%
May	Irrigar/aplicar fertilizante	Crecimiento	72.62	230.95	5.7%	18.2%
Jun	Irrigar	Crecimiento	6.16	237.11	0.5%	18.7%
Jun	Deshierbe manual	Crecimiento	96.35	333.45	7.6%	26.3%
Jun	Aplicar insecticida / tierra	Crecimiento	43.83	377.28	3.5%	29.7%
Jun	Aplicar herbicida / tierra	Crecimiento	11.76	389.04	0.9%	30.6%
Jul	Aplicar insecticida / tierra	Crecimiento	192.82	581.86	15.2%	45.8%
Jul	Aplicar insecticida / tierra	Crecimiento	14.35	596.21	1.1%	46.9%
Jul	Deshierbe manual	Crecimiento	96.35	692.55	7.6%	54.5%
Jul	Aplicar insecticida /Aire	Crecimiento	14.35	706.90	1.1%	55.7%
Ago	Aplicar insecticida /Aire	Crecimiento	12.20	719.09	1.0%	56.6%
Ago	Aplicar insecticida /Aire	Crecimiento	15.58	734.67	1.2%	57.8%
Ago	Irrigar/aplicar fertilizante	Crecimiento	64.57	799.24	5.1%	62.9%
Sep	Aplicar insecticida /Aire	Crecimiento	15.95	815.19	1.3%	64.2%
Sep	Aplicar Defoliante /Aire	Cosecha	42.82	858.01	3.4%	67.6%
Sep	Aplicar Defoliante /Aire	Cosecha	25.08	883.08	2.0%	69.5%
Sep	Control de polvo	Crecimiento	29.34	912.42	2.3%	71.8%

Sep	Preparar los extremos	Cosecha	1.65	914.07	0.1%	72.0%
Sep	Algodón, primera pizca	Cosecha	77.08	991.15	6.1%	78.0%
Sep	Hacer montones de algodón	Cosecha	16.98	1008.12	1.3%	79.4%
Sep	Ultima cosecha de algodón	Cosecha	41.75	1049.87	3.3%	82.7%
Sep	Acarrear	Cosecha	6.55	1056.42	0.5%	83.2%
Sep	Despepitar el algodón	Post Cosecha	108.55	1164.97	8.5%	91.7%
Dic	Clasificar el algodón	Mercadeo	3.18	1168.15	0.3%	92.0%
Dic	Evaluación de cultivos	Mercadeo	9.04	1177.19	0.7%	92.7%
Dic	Cortar los tallos	Post Cosecha	6.44	1183.62	0.5%	93.2%
Dic	Discar residuos	Preparación de tierras	18.10	1201.73	1.4%	94.6%
Diversas	Uso de camioneta		35.99	1237.71	2.8%	97.5%
	Interés operativo de 6%		32.31	1270.03	2.5%	100.0%
TOTAL			1270.03	1270.03	100.0%	100.0%

Condado: Yuma Cultivo: Trigo Cristalino Variable Costs: \$560.75 USD						
Mes	Operaciones	Clase	Costo	Total Acumulado (\$)	% del Costo Variable Total	Total Acumulado (%)
Dic	Discar	Preparación de tierras	60.85	60.85	10.9%	10.9%
Dic	Labrar las camas	Preparación de tierras	3.26	64.11	0.6%	11.4%
Dic	Nivelar con laser	Preparación de tierras	41.31	105.42	7.4%	18.8%
Dic	Aplicar fert. / tierra	Crecimiento	101.45	206.87	18.1%	36.9%
Dic	Sembrar	Preparación de tierras	35.65	242.52	6.4%	43.2%
Ene	Bordear	Crecimiento	3.14	245.66	0.6%	43.8%
Ene	Irrigar	Crecimiento	4.93	250.59	0.9%	44.7%
Feb	Aplicar herb. / tierra	Crecimiento	28.49	279.08	5.1%	49.8%
Feb	Irrigar / pasar el fert.	Crecimiento	113.65	392.73	20.3%	70.0%
Feb	Aplicar herb./ tierra	Crecimiento	24.39	417.13	4.4%	74.4%
Mar	Aplicar Insect. /Aire	Crecimiento	16.71	433.83	3.0%	77.4%
Mar	Irrigar	Crecimiento	9.86	443.69	1.8%	79.1%
Jun	Combinar Cosecha	Cosecha	55.57	499.26	9.9%	89.0%
Jun	Acarrear	Cosecha	15.17	514.44	2.7%	91.7%
Jun	Discar residuos	Preparación de tierras	18.10	532.54	3.2%	95.0%
Diversas	Uso de camioneta		18.00	550.54	3.2%	98.2%
Diversas	Interés operativo de 6%		10.21	560.75	1.8%	100.0%
TOTAL			560.75	560.75	100.0%	100.0%

Condado: Yuma Cultivo: Lechuga Costos Variables: \$3442.14 USD						
Mes	Operaciones	Clase	Costo	Total Acumulado (\$)	% del Costo Variable Total	Total Acumulado (%)
Jul	Remover	Preparación de tierras	27.07	27.07	0.8%	0.8%
Jul	Discar	Preparación de tierras	18.41	45.48	0.5%	1.3%
Jul	Nivelar con laser	Preparación de tierras	26.43	71.91	0.8%	2.1%

Jul	Bordear	Crecimiento	0.62	72.53	0.0%	2.1%
Jul	Pre-irrigar	Crecimiento	6.16	78.69	0.2%	2.3%
Jul	Fertilidad de la tierra	Crecimiento	2.89	81.58	0.1%	2.4%
Jul	Control de polvo	Crecimiento	5.77	87.35	0.2%	2.6%
Ago	Aplicar Fert. /Tierra	Crecimiento	111.20	198.55	3.3%	5.9%
Ago	Aplicar Herb. /Tierra	Crecimiento	126.35	324.90	3.7%	9.6%
Sep	Lista	Preparación de tierras	7.12	332.02	0.2%	9.8%
Ago	Pre-Formar	Preparación de tierras	10.72	342.74	0.3%	10.1%
Ago	Formar camas	Preparación de tierras	23.24	365.98	0.7%	10.8%
Sep	Sembrar	Preparación de tierras	130.31	496.29	3.8%	14.6%
Sep	Control de pájaros	Crecimiento	5.88	502.16	0.2%	14.8%
Sep	Poner los aspersores	Crecimiento	5.87	508.03	0.2%	15.0%
Sep	Irrigar	Crecimiento	6.72	514.75	0.2%	15.2%
Sep	Aplicar Insect. /Aire	Crecimiento	31.32	546.07	0.9%	16.1%
Sep	Exploración de campo	Crecimiento	86.71	632.78	2.6%	18.6%
Oct	Aplicar Insect. /Tierra	Crecimiento	32.58	665.36	1.0%	19.6%
Oct	Aplicar Insect. /Tierra	Crecimiento	52.93	718.29	1.6%	21.2%
Sep	Irrigar /Aplicar Fert.	Crecimiento	22.71	741.00	0.7%	21.8%
Sep	Remover aspersores	Crecimiento	5.87	746.87	0.2%	22.0%
Sep	Hacer las zanjas	Crecimiento	3.20	750.07	0.1%	22.1%
Oct	Irrigar /Aplicar Fert.	Crecimiento	144.80	894.87	4.3%	26.4%
Oct	Desahijar	Crecimiento	96.35	991.21	2.8%	29.2%
Oct	Cultivar	Crecimiento	42.41	1033.62	1.2%	30.5%
Oct	Aplicar Fung. /Tierra	Crecimiento	50.47	1084.09	1.5%	31.9%
Oct	Aplicar Insect. /Tierra	Crecimiento	10.80	1094.89	0.3%	32.3%
Oct	Aplicar Insect. /Aire	Crecimiento	32.34	1127.23	1.0%	33.2%
Oct	Irrigar /Aplicar Fert.	Crecimiento	44.79	1172.02	1.3%	34.5%
Oct	Deshierbe manual	Crecimiento	96.35	1268.37	2.8%	37.4%
Oct	Aplicar Insect. /Tierra	Crecimiento	25.63	1294.00	0.8%	38.1%
Nov	Aplastar el bordeado	Crecimiento	0.62	1294.61	0.0%	38.1%
Nov	Aplastar las zanjas	Crecimiento	1.07	1295.68	0.0%	38.2%
Nov	Cosechar, Cargar y Acarrear	Cosecho	2088.00	3383.69	61.5%	99.7%
Dic	Discar Residuos	Preparación de tierras	9.20	3392.89	0.3%	100.0%
Diversas	Uso de camioneta		29.99	3422.88	0.9%	100.9%
	Interés operativo de 6%		19.26	3442.14	0.6%	100.0%
TOTAL			3442.14	3442.14	100.0%	100.0%

Apéndice C. Presupuesto de Cultivo para Maíz de Regadío, Oeste de Colorado

Todos los precios se han actualizado a USD de abril del 2011 utilizando el CPI (US Department of Labor 2011)

	Unidad	Precio o Costo / Unidad	Cantidad	Valor o Costo Por Acre	Valor o Costo / Unidad de Prod.
VENTA TOTAL DE LA PRODUCCION					
MAIZ	KG	0.1415	4,356.1	616.32	
INGRESO TOTAL				616.32	0.1415
COSTOS VARIABLES					
Pre-cosecha de Operación					
Semilla	Dólares	46.73	1.00	46.73	0.27
Fertilizante	Dólares	97.12	1.00	97.12	0.57
Herbicida (aplicada)	Dólares	31.43	1.00	31.43	0.18
Insecticida	Dólares	13.30	1.00	13.30	0.08
Agua de riego	Dólares	24.09	1.00	24.09	0.14
Trabajo de riego	Dólares	51.06	1.00	51.06	0.30
Seguro del cultivo	Dólares	25.71	1.00	25.71	0.15
Aplicación especializada	Dólares	11.56	1.00	11.56	0.07
Fumigación aérea especializada	Dólares	7.71	1.00	7.71	0.04
Asesor de cultivos	Dólares	5.78	1.00	5.78	0.03
Combustible	Dólares			14.15	0.08
Reparación y mantenimiento	Dólares			6.53	0.04
Mano de obra	Dólares			7.27	0.04
Intereses	Dólares			11.99	0.07
Agua de riego, restada	Dólares	24.09	1.00	-24.09	-0.14
Pre-cosecha Total				330.33	2.07
Cosecha de Operación					
Combustible	Dólares			5.34	0.03
Reparación y mantenimiento	Dólares			4.36	0.03
Mano de obra	Dólares			1.44	0.01
Flete	Dólares			28.08	0.16
Cosecha Total				39.22	0.23
Costos Variables Totales				369.55	2.30
GANANCIA NETA DEL AGUA				246.77	
AP de agua utilizada para uso consuntivo por acre				1.86	
GNDA POR AP DE AGUA CONSUMIDA				132.67	

Apéndice D. Presupuestos de los Cultivos de Trigo y Algodón, el Valle de Mexicali
Costos de producción para trigo cristalino de 2007-8. Se han actualizados a MXN de abril del 2011 (INCP 2011)

	Unidades			Costo por ha.
	Unidad	Cantidad	Costo	
Preparación de suelos				1420.68
Barbecho	Maquila	1	487.09	487.09
Rastreo postbarbecho	Maquila	2	243.55	487.09
Floteo	Maquila	1	243.55	243.55
Bordeo	Maquila	1	121.77	121.77
Canales y drenaje	Maquila	2	40.59	81.18
Siembra				885.69
Semilla	KGS	180	3.08	555.28
Siembra	Maquila	1	243.55	243.55
Permiso de riego y conservación	Cuota	1	86.86	86.86
Fertilización				3628.17
FOSFATO MONOAMONICO 11-52-00	KGS	150	5.18	776.91
Urea	KGS	350	4.82	1687.77
Amoniaco	KGS	120	4.71	565.02
10-34-00	KGS	80	3.93	314.34
Aplicación de fertilizante	Maquila	2	121.77	243.55
Flete granulados	KGS.	500	0.08	40.59
Riegos				1053.33
Costo de Agua	LTS.	117	6.09	712.37
Aplicación de riego	Labor	6	56.83	340.96
Control de plagas y malezas				878.79
Dimetoato	LTS.	1.5	77.12	115.68
Sigma	Dosis	1	600.74	600.74
Aplic. De herbicida e insecticida	Aerea	1	162.36	162.36
Cosecha				1063.48
Combinada	Maquila	1	527.68	527.68
Flete	Ton	6	89.30	535.80
Diversas				1014.77
Asistencia técnica	Cuota	1	146.13	146.13
Seguro agrícola	Cuota	1	316.61	316.61
Intereses	Tasa	1	552.04	552.04
SUBTOTAL				9944.92
Renta parcela	Maquila	1	1623.63	1623.63
Total Costos de Producción				11568.56
Costo de agua restada				(3350.78)
Total Costos variables				8217.78

Costos de producción del cultivo de algodón, del 2008-2009. Se han actualizados a MXN de abril del 2011 (INCP 2011).

	Unidades				Costo por ha.
	Veces	Cantidad	Unidad	Costo	
Preparación de suelo					2491.42
Barbecho	1	1	ha	622.85	622.85
Rastro	2	1	ha	332.19	664.38
Nivelación	2	1	ha	332.19	664.38
Surcado	1	1	ha	332.19	332.19
Bordeo	1	1	ha	207.62	207.62
Siembra o Plantación					793.93
Permiso de siembra	1	1	ha	24.91	24.91
Semilla	1	15	kg	31.89	478.35
Siembra	1	1	ha	290.67	290.67
Fertilización					5356.55
Urea (46-00)	2	125	kg	11.03	2757.17
Fosfato Monoamonico (11-52-00)	1	100	kg	14.12	1411.80
Amoniaco (NH3) y Servicio	1	120	kg	7.47	896.91
Aplicación terrestre	2	1	ha	145.33	290.67
Riego					1631.88
Agua	6	25	lts	6.23	934.28
Riego	6	1	ha	66.44	398.63
Limpia de canales	2	1	Jor	83.05	166.09
Permiso de riego y conservación	1	1	ha	132.88	132.88
Control de plagas y enf.					2387.53
Azodrin	1	1.5	lts	140.35	210.52
Tamaron	1	1.5	lts	156.96	235.44
Karate	1	0.6	lts	412.75	247.65
Gusathion	1	3.5	lts	117.93	412.75
Aplicación aérea	2	1	ha	207.62	415.24
Trifluoralina	1	1.8	ha	90.52	162.94
Aplicación terrestre	1	1	ha	207.62	207.62
DEF	1	1.5	ha	163.60	245.40
Drop	1	0.25	ha	999.89	249.97
Cosecha					3612.56
Pizca	1	1	ha	2740.56	2740.56
Flete	1	1	ha	581.33	581.33
Desvare	1	1	ha	290.67	290.67
Diversas					1636.03
Asistencia técnica	1	1	ha	232.53	232.53
Seguro Agrícola	1	1	ha	581.33	581.33
Intereses	1	1	ha	822.17	822.17
Total Costos de Producción					17909.90
Costos de agua y costos fijos restados					(2570.31)
Total Costos Variables					15339.59

Apéndice E. Consideraciones de Riesgo para los Portafolios de Cultivos: Definiciones y Cálculos

Definiciones

Tabla 1E: Terminología y Definición

Terminología	Definición
Neutral al Riesgo	Las personas son clasificadas como neutrales al riesgo si toman decisiones basadas en la ganancia esperada más alta, independientemente de las probabilidades con distintos niveles de ganancia o pérdida.
Aversión al Riesgo	Las personas son clasificadas como adversas al riesgo, si están dispuestas a aceptar una ganancia baja si es asociada con un menor riesgo.
Valor Esperado	El valor esperado es similar a un promedio ponderado, donde las ponderaciones son las probabilidades respectivas, y se calcula multiplicando la suma de cada variable por la probabilidad de que esa variable ocurra.
Ganancia Esperada	La ganancia esperada se calcula como la suma de cada venta neta posible (donde la ganancia neta es igual a los ingresos menos los costos) multiplicada por la probabilidad de que esa ganancia neta ocurra.
Variabilidad	La variabilidad es el rango completo de movimiento de las variables en el tiempo
Varianza	La varianza es el cuadrado de las desviaciones [en torno o respecto] a la media y se puede describir como el grado de desviación positivo y negativo de la media.
Desviación Estándar	La desviación estándar (DE) es el grado de desviación respecto a la media de una variable. La DE es la raíz cuadrada de la varianza.
Covarianza	La covarianza puede ser considerada como la forma en que dos variables, a y b, se mueven juntas en la misma u opuesta dirección con respecto a la desviación de los valores medios. (La varianza es

	un caso especial de la covarianza, en donde dos variables son iguales).
Correlación	La correlación está limitada por el rango de valores de -1 y 1, y describe la dirección del movimiento que dos variables tienen en relación una de la otra. Una correlación de 1 significa que las dos variables se mueven exactamente en la misma dirección; una correlación de cero implica que las dos variables no están relacionadas; y una correlación de -1 significa que cuando una variable aumenta la otra disminuye, o viceversa.
Coeficiente de variación	El coeficiente de variación (CV) es la desviación estándar dividida por el valor esperado y es una medida de dispersión (Jung, Shambora y Choi 2010).

Las definiciones proporcionadas en esta tabla son adoptadas de Boehlje y Eidman (1984).

Los Pasos para Calcular el Coeficiente de Variación y de Correlaciones de Cultivo

Los ejercicios siguientes ofrecen instrucciones detalladas para calcular el coeficiente de variación de alfalfa basado en los datos de la Tabla 10 del Condado de Yuma. Después, se mostrarán los pasos necesarios para calcular la correlación entre los cultivos de alfalfa y algodón. Aunque cifras específicas están implantadas en las instrucciones, los pasos son generalizados fácilmente para ser aplicables a cualquier cultivo o región. Consulte la Tabla 1E para las definiciones de los términos relacionados con la administración de riesgo.

La desviación estándar es necesaria para calcular el coeficiente de variación. La desviación estándar se puede escribir en el siguiente formato:

$$s = \sqrt{\frac{\sum (x - \mu)^2}{n - 1}}, \text{ en donde:}$$

s =Desviación estándar

Σ =Suma de

x =Venta total por acre (USD)

μ = media de venta total del periodo de tiempo

n =Numero de años

Tabla 2E. Calculando la Coeficiente of Variación del Alfalfa

A	B	C	D	E
Calculando la Desviación Estándar y la Coeficiente de Variación de Alfalfa				
Año	Venta Total/Acre	Venta Total Media	Columna B	Columna
2000	814.98	1098.65	-283.67	80468.67
2001	816.75	1098.65	-281.9	79467.61
2002	862	1098.65	-236.65	56003.22
2003	866.36	1098.65	-232.29	53958.64
2004	995	1098.65	-103.65	10743.32
2005	1129.64	1098.65	30.99	960.3801
2006	1160.96	1098.65	62.31	3882.536
2007	1419.4	1098.65	320.75	102880.6
2008	1822.8	1098.65	724.15	524393.2
<i>Divida 912758.2 por n-1</i>				912758.2
<i>Tome la raíz cuadrada de 114094.8</i>				114094.8
Desviación Estándar de la Venta Total del Cultivo, Alfalfa:				337.78
<i>Desviación estándar dividida por la media</i>				0.307449
Coeficiente de Variación:				31%

Tabla 2E fue introducida de un documento de Excel y muestra todos los pasos necesarios para calcular el coeficiente de variación, según se detalla en los siguientes pasos.

1. La columna B, Venta Total/Acre (USD), muestra las ventas totales por cada año desde 2000 hasta 2008 de alfalfa del Condado de Yuma, Arizona.
2. La columna C, Promedio de Venta Total de 2000-2008, es la suma de la columna B dividida por nueve, ya que hay nueve años en la muestra (Que se muestra como μ en la ecuación de desviación estándar).
3. La columna D = Columna B - Columna C (Que se muestra como $(n-\mu)$ en la ecuación de desviación estándar).
4. La columna E = (columna D)². (Se muestra como $(x-\mu)^2$ en la ecuación de desviación estándar).
5. Como se muestra en la tabla, los valores de la columna E de los años 2000-2008 se suman para obtener un valor de 912758.2. (Se muestra como $\Sigma(x-\mu)^2$ en la ecuación de desviación estándar).
6. Divida 912758.2 por 8 para obtener 114094.8. (Se muestra como $(\Sigma(x-\mu)^2)/(n-1)$ en la ecuación de desviación estándar).
7. Saque la raíz cuadrada de 114094.8 para obtener 337.78. Ese valor es la desviación estándar de la alfalfa en la Tabla 11.

8. Divida 337.78 por 1098.65 (el promedio) para obtener 0.307449. Multiplíquelo por 100 para convertir ese número a un porcentaje. El coeficiente de variación es 31%, también enumerado en la Tabla 11. Los valores de CV en esta guía tienen un rango de 12% a 46%, con una mayor CV indicando un mayor riesgo. Un valor de CV de 31% para la alfalfa se puede considerar moderadamente arriesgado. El CV proporciona más información útil cuando se compara con el CV de otros cultivos u otras fuentes de ingresos agrícolas.

A continuación, mostraremos los cálculos para la correlación de los cultivos. Para calcular la correlación de los cultivos, necesitamos la siguiente información para calcular la covarianza:

$$\text{cov}(x, y) = \frac{\sum (x - m_x)(y - m_y)}{n - 1}, \text{ en donde}$$

Cov(x,y)= covarianza, en el contexto de esta guía, de cualquiera de los dos cultivos

Σ =Suma de

x=Venta total por acre (USD) para el primer cultivo

m_x = media de venta total del periodo de tiempo para el primer cultivo

y= Venta total por acre (USD) para el segundo cultivo

m_y = valor esperado o media de venta total del periodo de tiempo para el segundo cultivo

n= Numero de años

$$\text{corr}(x, y) = \frac{\text{cov}(x, y)}{s_x s_y}, \text{ en donde}$$

Corr(x,y)= correlación entre dos cultivos x e y

S_x = Desviación estándar del cultivo x

S_y = Desviación estándar del cultivo y

Tabla 3E. Correlación de la Alfalfa y el Algodón

A	B	C	D	E	F	G	H
Calculando la Covariancia y Correlación de la Alfalfa y el Algodón							
Año	Venta	Venta	Columna	Venta	Venta	Columna	Columna
2000	814.98	1098.65	-283.67	610.81	791.88	-181.07	51364.44
2001	816.75	1098.65	-281.9	654.12	791.88	-137.76	38834.86
2002	862	1098.65	-236.65	847.29	791.88	55.41	-13112.51
2003	866.36	1098.65	-232.29	887.8	791.88	95.92	-22281.00
2004	995	1098.65	-103.65	829.81	791.88	37.93	-3931.33
2005	1129.64	1098.65	30.99	805.62	791.88	13.74	425.77
2006	1160.96	1098.65	62.31	813.71	791.88	21.83	1360.16
2007	1419.4	1098.65	320.75	868.37	791.88	76.49	24533.81
2008	1822.8	1098.65	724.15	809.4	791.88	17.52	12686.30
<i>Sume la Columna H para los años 2000-8; después divida 89880.50 por n-1:</i>							89880.50
<i>Divida 11235.06 por el valor de la desviación estándar de la alfalfa y el algodón :</i>							11235.06
Correlación de los Cultivos de la Alfalfa y el Algodón:							0.35

Tabla 3E fue introducida de un documento de Excel y muestra todos los pasos necesarios para calcular la correlación de los cultivos de alfalfa y trigo, según se detalla en los siguientes pasos.

1. Las columnas A-D en la Tabla 3E son las mismas que las columnas A-D en la Tabla 2E. Entonces, las siguientes tres columnas, E, F y G, tienen datos equivalentes que serán necesarios para calcular la covarianza. Comience siguiendo los pasos del 1-3 de las instrucciones anteriores, esta vez para el algodón.
2. En la columna H, multiplique la columna D por la columna G. En otras palabras, multiplicar $(x - m_x)$ para la alfalfa del año 2000 (-283.67) por $(y - m_y)$ para el algodón del año 2000 (-181.07). Después, procederá a multiplicar los valores respectivos de 2001 y continuará hasta el 2008.
3. Sume los valores en la columna H de los años 2000-8 para obtener 89880.50. (se muestra en la ecuación de covarianza como $\Sigma(x - m_x)(y - m_y)$).
4. Para completar el cálculo de la covarianza de la alfalfa y el algodón, divida la respuesta del paso 3 por n-1, o por 8, para obtener un valor de 11235.06.
5. La correlación no es más que la covarianza dividida por el producto de las desviaciones estándar.
 - a. Localice el valor de la desviación estándar de la alfalfa en la Tabla 2E, que equivale a 337.78.

- b. Utilice el valor de la desviación estándar del algodón en la Tabla 11 de la sección de Consideraciones de Riesgo para los Portafolios de Cultivos en esta guía. Ese valor es 95.06.
- c. $S_x * S_y = 337.78 * 95.06 = 32109.37$.
- d. La covarianza dividida por $(S_x * S_y) = 11235.06/32109.37 = 0.35$. Teniendo en cuenta que una correlación de 1 representa una correlacion perfecta, y una correlacion de zero significa que no existe ningún tipo de relacion entre las dos variables, entonces una correlacion de 0.35 indica una relación positiva y debil entre los ingresos de alfalfa y algodón.

Apéndice F. Resumen y Análisis Sobre el Uso Consuntivo de Agua

Identificar correctamente las unidades de uso consuntivo que están asociados con cada acre de cultivos de regadío propuestos para barbecho temporal puede ser un desafío. Dadas las limitaciones de la recopilación de datos, la falta de datos de campo actualizados, y presupuestos limitados para mejorar los datos de uso consuntivo, los altos niveles de precisión en el cálculo de uso histórico consuntivo de agua a fines de las negociaciones de abstención de riego pueden no ser posibles. Inexactitudes llevan consecuencias. Si el uso consuntivo de cultivos está sobreestimada y esa sobreestimación es utilizada para calcular la cantidad transferible, entonces existe el riesgo de permitir una transferencia de agua a otros usuarios que sobrepasa lo que históricamente estaba utilizada en forma consuntiva. Esto llevaría a agotamientos de suministros de agua adicionales y posibles daños y perjuicios a los usuarios del agua río abajo y en los ecosistemas. En muchos estados en el oeste de los Estados Unidos, los reglamentos estatales de agua especifican los procedimientos para la cuantificación de los usos consuntivos con el fin de las transferencias de agua, con especial énfasis en la prevención de daños a los usuarios del derecho de agua de aguas abajo.

Invertir esfuerzos para obtener información sobre el uso consuntivo de agua que sea precisa, actualizada y específica a la ubicación de los cultivos mejorará la precisión global de los contratos de abstención de riego. En esta sección de la guía, se muestra la ecuación para calcular la evapotranspiración cultivos, además de una lista con viñetas de factores generales tratando de la variación en uso consumo de cultivos.

- El Cálculo de uso consuntivo de agua en cultivos:

Uso consuntivo agrícola en el Sistema de Contabilidad del Bajo Río Colorado (LCRAS) incluye uso consuntivo total de cultivos además de la evaporación del canal. Uso consuntivo de cultivos, por otro lado, por lo general sólo se refiere al volumen de agua que consume la cosecha durante el ciclo de producción, ya sea mediante su incorporación en la biomasa de las plantas o a través de la evapotranspiración, y que no es devuelto directamente al sistema hidrológico local como las filtraciones hacia los acuíferos de aguas subterráneas o escurrimiento de agua superficial.

Uso consuntivo de cultivos, también conocido como evapotranspiración del cultivo (ET), se mide por la siguiente ecuación, donde el algodón se utiliza como un ejemplo (LCRAS 2009, 14):

$$\text{ET de algodón} = n[(ET_0 * K_{\text{algodón}}) - \text{PPT}_{\text{Efectiva}}] * AC_{\text{algodón}}/12$$

Dónde:

ET algodón	=	ET anual de algodón para la parcela (acre-pie)
n	=	La suma de n tiempo (mensual)
ET ₀	=	Referencia diaria para la evapotranspiración (pulgadas)
K algodón	=	Coeficiente de ET diario específico de algodón (adimensional) (cada cultivo tiene un valor K)
AC_ algodón	=	Superficie sembrada de algodón para el número total de parcelas en cuestión (acres)
PPT_Efectiva	=	La precipitación efectiva

Algunos científicos de suelo consideran la ecuación de ET del cultivo análoga a la ecuación de la oferta y la demanda. El ET₀ representa las condiciones climáticas de los datos de la estación meteorológica, y la más caliente o más frío, más húmedo o seco el clima es, más o menos la atmósfera aumenta la demanda de agua. El K representa el suministro - la tasa natural de la evapotranspiración de cada cultivo con respecto a otro tipo de cultivo. Por lo tanto, la ecuación incluye multiplicando el ET₀ por el coeficiente K de cultivos, que muestra la interacción entre el clima y el tipo de cultivo.

Después, la precipitación se resta. A continuación, ya que las tasas de evapotranspiración cambian significativamente a medida que una planta se desarrolla, una nueva ET se calcula sobre una base diaria, y todos los valores diarios se suman para obtener un valor anual. Por último, el valor se divide por 12 pulgadas por pie para obtener un valor en acre-pies (la precipitación y los valores diarias de ET son en pulgadas).

- El uso consuntivo de agua en los cultivos es sensible a las variaciones espaciales y temporales:

El uso consuntivo de agua en los cultivos es fuertemente afectado por el clima y por lo tanto, puede variar de región a región y año a año. La radiación solar es considerada como el principal influencia en el uso consuntivo, seguido por el viento. Ya que las condiciones climáticas cambian de año en año, uso consuntivo de cultivos cambiará de cada año. Consulte la Tabla 1F para obtener un ejemplo de cómo la ET de los cultivos de alfalfa, algodón, lechuga y trigo ha variado anualmente en el Condado de Yuma, Arizona. Tenga en cuenta que el promedio de ocho años fue usado en los cálculos de NRTW para el condado de Yuma para proporcionar un valor constante durante los dos períodos de tiempo que se muestra en las tablas 2, 3, 4 y 5.

LCRAS utiliza los datos de la estación meteorológica para el cálculo del uso consuntivo de cultivos, lo que significa que los datos regionales solo pueden ser tan precisos como la estación meteorológica más cercana, sin embargo las microclimas dentro de una región pueden también afectar ET del cultivo. Los científicos del suelo no están claros en la medida en que los microclimas afectan a la ET de los cultivos, y se requiere más investigación en esta área para mejorar las estimaciones de uso consuntivo de cultivos.

Tabla 1F. ET de cultivos en AP por año, el Condado de Yuma, Arizona (LCRAS 2002-2008)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	Average	SD
Alfalfa	5.63	5.43	5.28	5.16	5.73	5.84	5.40	5.50	0.25
Algodón	3.47	3.42	3.41	3.39	3.62	3.60	3.41	3.47	0.10
Lechuga	1.38	1.28	1.12	1.18	1.42	1.41	1.21	1.29	0.12
Trigo	2.07	1.83	1.86	1.67	1.92	2.04	1.92	1.90	0.14

- Fecha de cosecha y uso consuntivo:

Los agricultores en una región determinada suelen a cosechar los cultivos dentro de una amplia ventana de tiempo. Por ejemplo, en el condado de Yuma, los agricultores pueden cosechar algodón desde el 10 de agosto hasta el día de Acción de Gracias, o incluso más tarde. La diferencia en la fecha de cosecha puede tener un impacto directo sobre el uso consuntivo de cultivos.

Ejemplo. De la tabla 1F, se puede ver que 3.41 AP es el uso consuntivo de agua para el algodón en el condado de Yuma y ese uso consuntivo se calculaba según una cosecha en el mes de octubre. Sin embargo, el uso consuntivo de septiembre y octubre es 0.58 y 0.157 (LCRAS 2008), respectivamente, de modo que una cosecha de agosto se traduciría en un uso consuntivo de algodón de alrededor de 2.67, lo que representa un 28% inferior.

Un error tan grande como el 28%, agregado durante cientos de acres, podría dar lugar a una estimación incorrecta de uso consuntivo de agua cuando se negocia una transferencia temporal del agua de riego para un uso diferente. En consecuencia, la fecha de cosecha local es otro factor a considerar en el diseño y la implementación de programas de pago por abstención de riego.

Apéndice G. Acrónimos y Glosario Bilingüe

Acrónimos

Inglés	Español
Acre-feet: AF	Acre-pie: AP
Autonomous University of Baja California: UABC	Universidad Autónoma de Baja California: UABC
Bushel: BU	Bushel: BU
Coefficient of Variation: CV	Coeficiente de variación: CV
Consumer Price Index: CPI (for the US)	Índice de Precios al Consumidor: CPI
Economic Research Service: ERS	Oficina de Investigaciones Económicas: ERS
Farm Service Agency: FSA	La Agencia de Servicios Agrícolas: FSA
Hundred weight: CWT	Cien libras: CWT
International Maize and Wheat Improvement Center: CIMMYT	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo: CIMMYT
Loan Deficiency Payment: LDP	Los préstamos de pago compensatorios: PPC
Lower Colorado River Accounting System: LCRAS	Sistema de Contabilidad del Bajo Rio Colorado: LCRAS
Mexican pesos: MXN	Pesos mexicanos: MXN
National Agricultural Statistics Service: NASS	Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas: NASS
National Index for Consumer Prices: INPC (for Mexico)	Índice nacional de precios al consumidor: INPC
National Oceanic and Atmospheric Administration's: NOAA	La Administración Nacional Oceánica y Atmosférica: NOAA
Natural Resources Conservation Service: NRCS	Agencia de Conservación de Recursos Naturales: NRCS
Net Return to Water: NRTW	Ganancia Neta del Agua: GNDA
Office of Information for Sustainable Rural Development: OEIDRUS	Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable: OEIDRUS
Producer Prices Paid Index: PPPI	Índice de precios pagado al productor:
Secretary of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries, and Food: SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca, y Alimentación: SAGARPA
Sector Applications Research Program: SARP	Sector de Aplicaciones del Programa de Investigación: SARP
Standard deviation: SD	Desviación Estándar: DE
U.S. Dollars: USD	Dolares estadounidenses: USD
United States Department of Agriculture: USDA	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos: USDA

Glosario

Inglés	Español
Agricultural extension agent	Extensionista agropecuaria
Allocation	Asignación
Climate Change	Cambio climático
Coefficient of variation	Coeficiente de variación
Consumptive use	Uso consuntivo
Cooperative Extension	Extensión Agropecuaria
Correlation	Correlación
Covariance	Covarianza
Crop Budget	Presupuesto de cultivo
Crop Portfolio	Portafolio de cultivos
Crop revenue	Ingresos de Cultivos
Demand	La demanda
Durum wheat	Trigo cristalino
Evaporation	Evaporación
Evapotranspiration	Evapotranspiración
Expected return	Ganancia esperada
Expected value	Valor esperado
Expenses	Gastos
Fallowing	En barbecho
Farm/crop budget	Presupuesto de cultivos
Federal farm support payments	Pagos federales de apoyo a la agricultura
Fixed Costs	Costos fijos
Forbearance programs	Programas de pago por abstención de riego
Gross returns	Ganancia total
Gross revenues	Venta total
Habitat flows	Flujos de habitat
Heterogeneity	Heterogeneidad
Irrigated agriculture	Agricultura de regadío
Irrigation district	Distrito de riego
Jurisdiction	Jurisdicción
Legal entitlements	Derechos legales
Loan deficiency payment	Prestamos de pagos compensatorios
Market price comparison method	El método de comparación de precios de mercado
Net growth	Crecimiento neto
Net Income	Ingresos netos
Net Returns	Ganancia neta
Net Returns to Management and Risk	Ganancia neta a la gestión y al riesgo

Net Returns to Water	Ganancia neta del agua
Net Returns to Water per acre-foot of water consumed	Ganancia neta del agua por acre-pie de agua consumida
Net revenues	Venta neta
“No harm” principle	Principio de “no dañar”
Permanent water transfer	Intercambios de agua permanentes
Prior appropriation	La doctrina de apropiación previa
Risk averse	Aversión al riesgo
Risk neutral	Neutral al riesgo
Risk Preferences	Preferencias de riesgo
River basin	Cuenca fluvial
Seepage	Filtración
Stakeholders	Otras partes interesadas
Standard deviation	Desviación estándar
Temporary water transfer	Intercambios de agua temporales
Time period	Periodo de tiempo
Total revenue	Ingreso total
Transpiration	Transpiración
Upland cotton	Algodón Americano (a veces se refiere como “algodón Americano <i>upland</i> ” y en otras partes se conoce simplemente como “algodón”)
Variability	Variabilidad
Variable Costs	Costos variables
Variance	Varianza
Water acquisition programs	Programas de adquisición de agua
Water consumption	Consumo de agua
Water market transaction	Transacciones del mercado de agua
Water rights	Derechos de agua
Water supply reliability	Fiabilidad del Suministro de agua
Water transfer	Intercambios de aguas
Water Users	Los usuarios del agua
Water-crop production function	Función de producción del cultivo de agua bajo diferentes láminas de riego

Apéndice H. Tablas de conversión de unidades de medida

Tabla de conversión de unidades métricas

1 Búshel de trigo	60 libras	27.22 kilogramos
1 Búshel de alfalfa	60 libras	27.22 kilogramos
1 Búshel de maíz en grano	56 libras	25.4 kilogramos
Cien libras (Cwt)	100 libras	45.36 kilogramos
1 tonelada corta	2,000 libras	907.18 kilogramos
2,204.62 libras	1,000 kilogramos	1 Tonelada métrica
1 acre	0.4046 hectáreas	
1 acre-pie	304.8 milímetros	1,233 m ³ por acre

Puntos para tomar en cuenta: En los datos agrícolas del condado de Yuma, el algodón está procesado y es clasificado como semillas y fibra, mientras que el algodón mexicano aparece como algodón hueso, lo que quiere decir que no es procesado. Por lo tanto, no se puede hacer una conversión directa de unidad a unidad.

Conversión monetaria

Conversión de divisa		
Abril 2011	1 USD	11.7 MXN

Ajustes de inflación de los Estados Unidos

Debido a que los precios habían sido convertidos a los precios de enero del 2010 usando la calculadora de inflación del CPI, para la versión final de esta guía, todos precios y costos de Yuma y de Colorado se ajustaron a precios de abril del 2011. El valor del CPI de abril del 2011 se dividió por el valor de enero del 2010 para obtener una relación de 1.04. A continuación, todos los precios y costos se dividieron por 1.04.

Ajuste del CPI	
Enero 2010	216.687
Abril 2011	224.906
1.03793	

Ajustes de inflación de México

Los costos de producción de trigo empezaron en el mes de diciembre del 2007. Por eso, el valor del INPC para los precios agrícolas de abril de 2011 se dividió por el valor del INPC de diciembre del 2007, lo que

Ajuste del INPC trigo	
Diciembre 2007	81.1633
Abril 2011	99.9773
1.2318	

resultó con un valor de 1.23. A continuación, todos los precios y costos de los presupuestos de trigo cristalino del Valle de Mexicali se dividieron por 1.23 para ajustar para la inflación.

Los costos de producción de algodón empezaron en el mes de abril del 2008. Por eso, el valor del INPC para los precios agrícolas de abril de 2011 se dividió por el valor del INPC de abril del 2008, lo que resultó con un

Ajuste INPC algodón	
Abril 2008	83.0285
Abril 2011	99.9773
1.204133	

valor de 1.20. A continuación, todos los precios y costos de los

presupuestos de algodón del Valle de Mexicali se dividieron por 1.20 para ajustar para la inflación.