

# Agricultura y servicios ecosistémicos: el caso del espárrago en Ica

Rosario Gómez y Francisco Flores\*

*Universidad del Pacífico, Lima*

## Resumen

En el mundo, se aprecia la expansión de una agricultura sostenible que es sinónimo de incremento en la productividad de los cultivos sobre la base del uso eficiente de los recursos naturales con un enfoque ecosistémico e intertemporal. Este artículo explora la articulación entre agricultura y servicios ecosistémicos a partir del caso del espárrago en Ica. Se trata de llamar la atención sobre el capital natural que apoya el desarrollo de este cultivo y la capacidad de los productores para adoptar prácticas de conservación de suelos y manejo de agua. Se evidencia que la probabilidad de adoptar alguna práctica de conservación de suelo o manejo de agua aumenta con la educación, la asesoría y capacitación y el acceso al crédito.

Palabras clave: Perú; espárrago; gestión de ecosistemas; agricultura sostenible; educación ambiental; conservación del suelo; agua; desiertos

## Agriculture and Ecosystem Services: A Case Study of Asparagus in Ica, Peru

## Abstract

Sustainable agriculture is growing around the world and is synonymous with increases in crop productivity based on the efficient use of natural resources and employing an ecosystem and intertemporal approach. This study explores the link between agriculture and ecosystem services on the basis of a case study

---

\* Artículo recibido el 27 de febrero y aprobado para su publicación el 30 de setiembre de 2015.  
Rosario Gómez es profesora en el Departamento Académico de Economía e investigadora en el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico.  
Correo electrónico: gomez\_zr@up.edu.pe  
Francisco Flores es alumno de último año de la Facultad de Economía y fue asistente de la investigación.  
Correo electrónico: franciscolflore\_10@hotmail.com

of the asparagus crop in Ica. It emphasizes the manner in which natural capital supports the development of this crop as well as the capacity of producers to adopt soil conservation and water management practices. The results show that the probability of adopting any such practices increases with levels of education, use of extension services, capacity building, and access to credit.

Keywords: Peru; asparagus; ecosystem management; sustainable agriculture; environmental education; soil conservation; water; deserts

### **Siglas usadas**

ANA	Autoridad Nacional del Agua
Cenagro	Censo Nacional Agropecuario
Cepal	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
MA	Millenium Ecosystem Assessment
Minagri	Ministerio de Agricultura y Riego
Senasa	Servicio Nacional de Sanidad Agraria
TUA	Tamaño de unidad agropecuaria
UA	Unidad agropecuaria
UNEP	United Nations Environment Programme
VPD	Déficit de presión de vapor

## INTRODUCCIÓN

A partir de 2005, sobre la base del aporte de la «Evaluación de los ecosistemas del milenio» (MA 2005c), se reconoce la importancia económica de los ecosistemas y de los servicios que brindan para mejorar el bienestar humano. Así, ha cobrado mayor importancia el análisis económico-ecosistémico, en el cual se trata de evidenciar la relación entre los servicios ecosistémicos y el funcionamiento de las actividades económicas. En este estudio, se explora e ilustra la articulación entre tales servicios y la agricultura, en particular en el caso del cultivo del espárrago. Cabe destacar que esta perspectiva ecosistémica se ha fortalecido con los marcos conceptuales de la economía de los ecosistemas (UNEP 2010) y el crecimiento verde (UNEP 2011).

El Perú tiene más del 80% de las zonas de vida en el mundo, entre las cuales se encuentran doce ecosistemas frágiles, megadiversidad que ha sostenido el desarrollo de diversos modos de vida y de producción. A lo largo de las últimas dos décadas, se aprecian notorios cambios en la actividad agrícola, es decir, el cultivo de productos en áreas distintas a las tradicionales, lo que ha contribuido con el proceso de diversificación de la oferta agroexportable, la adopción de tecnologías y buenas prácticas agrícolas y la certificación de procesos, entre otros aportes. Estos cambios están orientados tanto a responder a las exigencias de los mercados de destino como a mejorar la eficiencia en el uso de los recursos naturales, así mismo a gestionar el uso de recursos escasos como el agua. Es decir, gradualmente, se hace evidente la consideración de los servicios ecosistémicos en las decisiones de producción. Para ilustrar la articulación de todos estos factores, se ha seleccionado el caso de la producción de espárrago en Ica, cuyos productos derivados, según cabe destacar, se han diversificado en forma y presentación.

El inicio de la producción de espárrago en el Perú se remonta a finales de la década de 1950, siendo el único centro de producción, en ese momento, el departamento de La Libertad en los valles de Chao, Virú y Moche. La producción estaba centrada en el espárrago blanco. Luego, a mediados de la década de 1990, se impulsó la industria del espárrago verde en Ica. A partir de esto, cabe precisar que el valor de exportación del espárrago llegó a representar el 26% del valor de la agroexportación no tradicional en 2005. Luego, tras el proceso de diversificación de los productos de agroexportación no tradicional, el del espárrago representó el 14% en 2014 y su valor de exportación creció a una tasa promedio anual de 9% entre 2005 y 2014. Ica es una región significativa en la producción de espárrago y según el Censo Nacional Agropecuario (Cenagro) concentra el 31% de la superficie sembrada de este cultivo en el ámbito nacional (INEI 2012).

El espárrago se cultiva en zonas que tienen suelos sueltos y flancos que permitan su adecuado crecimiento. Este tipo de suelos es propio de la costa, donde predomina el ecosistema del desierto.

Tal como lo señalan diversos estudios, el funcionamiento de la agricultura depende de un conjunto de factores, que no son de índole exclusivamente tecnológica (Swinton *et al.* 2006). Adicionalmente, se reconoce que la actividad agrícola no se circunscribe a las parcelas de producción, sino que se requiere de un enfoque territorial, dadas las diversas interrelaciones económicas, sociales y ecológicas que articula la referida actividad. Por tanto, a partir de la agricultura, se puede realizar actividades de conservación que favorecen el mantenimiento de los servicios ecosistémicos (Swinton *et al.* 2007). En este contexto, el agente económico gradualmente incorpora otras variables en el proceso de decisión para la selección tanto de tecnologías como de mercados.

En esta investigación se plantea identificar las principales prácticas que desarrollan los productores de espárrago en Ica, de modo tal que permitan conservar el suelo y usar adecuadamente el agua. La hipótesis señala que los productores de espárrago tienen mayor probabilidad de realizar prácticas de conservación de suelo y agua en la medida en que mejore el nivel de educación y su acceso a asesoría, capacitación y crédito. Se entiende que si el suelo y el agua se conservan, el productor contará con servicios ecosistémicos para adaptarse a los cambios que se podrían dar en los mercados de insumos o del producto final, lo mismo que a los efectos del cambio climático.

El análisis cuantitativo se ha realizado sobre la base del CENAGRO 2012.

## **1. ECONOMÍA, SERVICIOS ECOSISTÉMICOS Y AGRICULTURA**

### **1.1 Una aproximación económica a la relación entre agricultura y servicios ecosistémicos**

La integración de los servicios ecosistémicos en el análisis económico es relativamente reciente y obedece a un cambio de paradigma en el concepto de desarrollo. En una síntesis sobre este cambio de paradigma, Shah (1999) realiza una analogía entre el desarrollo de las ciencias naturales y el de la economía. Según el autor, existe una relación entre el carácter reversible de los fenómenos físicos, desarrollado por Newton, y la visión de la economía como un flujo circular en el que los cambios del ambiente son ignorados. Por su lado, la escuela neoclásica impulsó la percepción de que los servicios ecosistémicos son un don de la naturaleza y de libre disposición, que había que aprovechar al máximo para el crecimiento económico, por tanto, ignoraba los costos asociados a la degradación ambiental y el deterioro o agotamiento de los servicios ecosistémicos (Fisher 1958).

Las consecuencias de un estilo de crecimiento y desarrollo económico que ignora esto último empezaron a evidenciarse en aquellas situaciones en las que la diferencia entre el costo social y el costo privado percibido por un agente causaban decisiones que disminuían el bienestar social. En este sentido, se evidenciaba que la conducta maximizadora de beneficios de los agentes económicos llevaba al deterioro o desaparición de los bienes

públicos o a la sobreexplotación de los bienes comunes (Pigou 1951; Buchanan y Stubblebine 1962; Shah 1999).

Tomando esto en cuenta, se ha intentado encontrar soluciones al problema de los recursos comunes o de libre acceso y a las externalidades mediante enfoques de dominio (por ejemplo, derechos de propiedad), de regulación (por ejemplo, cuotas de pesca) y de mercado (por ejemplo, bonos de carbono), aunque tales externalidades no terminan de ser resueltas (Stavins 2011). La situación descrita planteó la necesidad de pasar de un análisis estático a uno dinámico y de observar procesos de optimización intertemporal sobre los cuales guiarse para postular soluciones, incrementar el bienestar futuro y evitar el agotamiento en el tiempo de los bienes públicos o de los bienes de acceso libre.

Sin embargo, cabe precisar que la maximización intertemporal está sujeta al supuesto de expectativas racionales y a la disponibilidad de observaciones pasadas sobre las que es posible construir distribuciones de probabilidad. En el caso de varios de los servicios ecosistémicos, los efectos de la actividad humana recién se están considerando y estudiando, además, la disponibilidad de información pasada aún es limitada o, en muchos casos, los efectos son percibidos «en el punto en que las decisiones basadas en las señales de los precios han sido ya tomadas» (Shah 1999).

Sobre la base de una adecuada señalización de precios como referencia de la escasez relativa, se ha venido impulsando la búsqueda de fuentes alternativas de recursos, la creación de tecnologías o el desarrollo de bienes sustitutos, lo que en conjunto evita un agotamiento acelerado de dichos recursos (Stavins 2011). De lo anterior, se puede inferir que muchos servicios ecosistémicos son sensibles al deterioro o agotamiento, pues no son transados en el mercado o, de serlo, los precios que surgen por la disposición a pagar del usuario no reflejarían el valor intrínseco, ya que este solo percibe el beneficio directo que le reportan los servicios ecosistémicos.

En dicho contexto, la decisión económica del agente agrario no debería limitarse a la maximización de sus beneficios considerando solo su función de producción y su restricción presupuestaria, sino que tendría que incluir los costos y beneficios asociados a la conservación de los servicios ecosistémicos, dado que se sirve de los mismos. Adicionalmente, se reconoce que la actividad agrícola no se circunscribe a las parcelas de producción, sino que requiere de un enfoque territorial dadas las diversas interrelaciones económicas, sociales y ecológicas que articula. Por tanto, si bien la agricultura puede incluir actividades de conservación que favorecen el mantenimiento de los servicios ecosistémicos, algunas de las decisiones de producción respecto a ella pueden generar efectos adversos que deterioran los servicios ecosistémicos y generan costos sociales (externalidades) (Swinton *et al.* 2007). Por tanto, conocer y tomar en cuenta la depreciación del capital natural, cuantitativa y cualitativa-

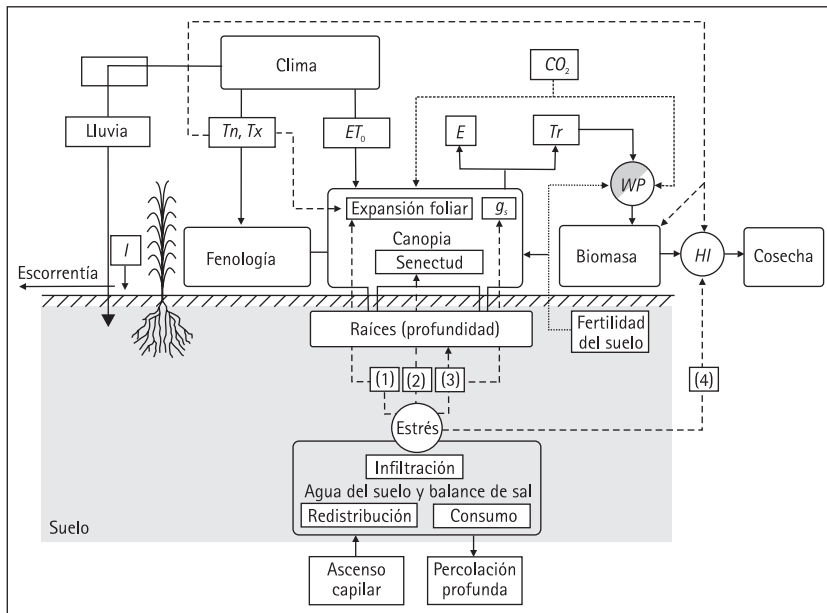
mente, estimularía la adopción de técnicas y decisiones de producción que lo conserven en el tiempo y minimicen los efectos en el flujo de beneficios que brindan los ecosistemas.

## 1.2. Los modelos: agronómico y económico

Para explicar la producción y su relación con los insumos, existen modelos agronómicos y modelos económicos. Mientras uno agronómico, como señalan Zhengfei *et al.*, «se enfoca en los procesos naturales del crecimiento de un cultivo en términos del rol de factores climáticos, agua, nutrientes y otros insumos agronómicos» (2006: 203), por su parte, los modelos económicos agrícolas agregan a lo anterior los factores socioeconómicos (capital, trabajo) y se construyen a un nivel agregado (en regiones o en una propiedad agrícola), lo que genera problemas en la correcta evaluación del rol de los insumos y sesgos en las conclusiones (Bachman 1952; Lave 1964; Stovall 1966; Day 1969; Paris 1981). Frente a ello, un enfoque integrador de los procesos biológicos y su interacción con los factores ambientales permite un mejor reconocimiento de los servicios ecosistémicos involucrados en la agricultura y el efecto de las intervenciones en el ecosistema (Swinton *et al.* 2006).

Un ejemplo de modelo agronómico es el AquaCrop, desarrollado por la FAO, cuyos conceptos son resumidos por Steduto *et al.* (2012) (gráfico 1).

**Gráfico 1**  
**Modelo AquaCrop, FAO**



Fuente: Faostat.

Este modelo es útil para explicar la producción potencial de un cultivo según su nivel de consumo hídrico, sin embargo también ayuda a incluir otros componentes: clima, cultivo, suelo y manejo del cultivo. El clima comprende los siguientes aspectos: régimen térmico (temperatura máxima  $T_x$ ; temperatura mínima  $T_n$ ), lluvia, irrigación ( $I$ ), evapotranspiración ( $ET_0$ ) y concentración de  $CO_2$  (dióxido de carbono). El cultivo abarca aspectos sobre: desarrollo, crecimiento y procesos vinculados al rendimiento final, como: fenología, canopia, profundidad de las raíces, transpiración vegetal ( $T_r$ ), evaporación del suelo ( $E$ ), producción de biomasa y cultivo final aprovechable.

El componente lluvia e irrigación permite aproximarse al balance de agua y sal en el suelo, ya que es tratado como un conjunto de capas cuyas características individuales condicionan el flujo de agua y las sales en ella contenidas mediante procesos de entrada –infiltración (lluvias y aguas de riego) y ascenso capilar– y salida –escorrentías, percolación y evapotranspiración– que determinan la disponibilidad total de agua en el suelo. El manejo del cultivo comprende las prácticas de riego y de administración de la propiedad. Entre los sistemas de riego se consideran: gravedad, aspersión y goteo, entre otros; y entre las actividades de gestión productiva se incluyen: fertilización, *mulching* (acolchado) del suelo y transformación de su superficie (camellones, surcos y terraplenes, entre otros).

Una vez definidos los componentes principales de este modelo, es necesario explicar las relaciones existentes entre ellos y el producto potencial, lo que facilitará su clasificación desde el enfoque de los servicios ecosistémicos. La temperatura influye directamente en el desarrollo de las plantas (fenología) y sus niveles extremos reducen la productividad del agua ( $WP$ ) y el nivel relativo de producto «cosechable» respecto de la biomasa ( $H$ ), disminuyendo la producción potencial. Por otra parte, la lluvia y la evapotranspiración influyen en el balance hídrico del suelo, afectando el desarrollo de la planta.

Otros aspectos y procesos que ayudan a comprender este modelo son los siguientes: la concentración de  $CO_2$  afecta la productividad del agua, la cantidad de canopia (parte superior de las plantas) y el proceso de fotosíntesis y transpiración vegetal, impactando sobre el desarrollo de la planta y el nivel de producto final; la extensión de la canopia influye en el nivel de biomasa, relacionado con el producto final; la profundidad de las raíces se relaciona positivamente con el nivel de agua y nutrientes consumidos por la planta, lo que influye en su desarrollo (FAO 2003); la transpiración vegetal se vincula con la fotosíntesis (Allen *et al.* 1998), determinando también este desarrollo; la evaporación del suelo influye en la disponibilidad de agua en el suelo (Allen *et al.* 1998), y esta en el desarrollo vegetal; las características del suelo y los flujos de entrada y salida que determinan la disponibilidad total de agua en el suelo también afectan el desarrollo de la planta; la fertilización provee de nutrientes al suelo, beneficiando el desarrollo del cultivo; el *mulching* reduce

la evaporación del suelo, evitando la disminución de la disponibilidad total de agua en el suelo; por último, el tratamiento de la superficie del suelo permite mejoras en el control de las escorrentías, reteniendo el agua de riego y de lluvia e incrementando su infiltración, lo que aumenta la disponibilidad total de agua en el suelo.

Por otra parte, el Millenium Ecosystem Assessment (MA 2005a) ha identificado los servicios ecosistémicos fundamentales para la actividad agrícola. Entre los de provisión que se han reportado está la disposición de recurso hídrico y la diversidad genética. El agua, necesaria para el ciclo vegetativo y el desarrollo de la planta, también está presente en el modelo AquaCrop, en forma de lluvia, irrigación y disponibilidad total de agua en el suelo. La diversidad genética no aparece en ese modelo, pues este se aplica para un solo cultivo. Sin embargo, esta diversidad se conserva en los ecosistemas y permite la disponibilidad para el agricultor de una amplia gama de variedades para ser cultivadas.

En cuanto al servicio de regulación, el MA refiere a la regulación atmosférica y climática, al ciclo hidrológico y el mantenimiento de la calidad del agua, a la regulación de la erosión y el mantenimiento de la calidad del suelo y al control de plagas y enfermedades. Respecto de la regulación atmosférica y climática, el régimen térmico y la humedad ambiental –los componentes del modelo AquaCrop– determinan en conjunto el déficit de presión de vapor (VPD). Este se relaciona positivamente con la transpiración vegetal, aumentando el requerimiento hídrico, y negativamente con el volumen de nubes. El menor volumen de nubes genera mayor luminosidad y, en consecuencia, una mejora en el proceso de fotosíntesis (Roberts *et al.* 2012).

Respecto del mantenimiento de la calidad del suelo, este se logra gracias a la interacción de la estructura y las características del suelo (textura, profundidad, retención hídrica) con otros factores que no aparecen en el modelo AquaCrop, como algunas propiedades químicas (grado de acidez) y biológicas (materia orgánica, microfauna) (Jaenicke y Lengnick 1999). El control de plagas y enfermedades no se reconoce en los componentes de ese modelo, sin embargo, se logra gracias a la microfauna (insectos) que coexiste con los cultivos (Swinton *et al.* 2006; MA 2005a).

El servicio de soporte incluye la formación de suelo, el ciclo de nutrientes y la formación de materia orgánica, que constituyen en sí mismos la base para el desarrollo de cualquier cultivo, pues sostienen los procesos biológicos fundamentales para el desarrollo de la planta. En el modelo AquaCrop, el ciclo de nutrientes se vincula con el nivel de canopia y biomasa (Vandermeer 1995; MA 2005a).

Por el lado de los modelos económicos, la forma de representar la producción es a través del concepto función de producción, el cual muestra una relación entre los factores de



producción y la producción, relación usualmente expresada a través de una función matemática que incluye factores como el capital y la mano de obra y una medida referida a la productividad total de los factores que suele relacionarse con la ganancia en eficiencia gracias a la tecnología. Sin embargo, de aplicarse esta función de producción –formalmente expresada como  $Q_t = A f(k_t, l_t)$ , donde  $A$  es el indicador de productividad,  $k$  el capital y  $l$  la mano de obra– para explicar el producto agrícola, se estaría sobreestimando la participación del capital y el trabajo en la producción y desestimando el rol que cumplen otros factores, como los servicios ecosistémicos (Oury 1965).

Una de las primeras formas de introducir variables como el clima fue la propuesta por Oury (1965), quien empleó una función Cobb–Douglas e introdujo una variable *dummy* que representara el clima. Aunque esta metodología parece poco útil para valorar el rol de los servicios ecosistémicos, el mismo autor señala la dificultad de seleccionar individualmente distintas características climáticas debido a la interdependencia existente entre ellas.

Posteriormente, el trabajo de Mundlak y Hellinghausen (1982) trató de construir, sobre la base de una regresión, una función de producción agrícola global, en la cual se dividieron las variables endógenas en un vector de insumos ( $x$ ) y un vector de variables de estado ( $z$ ). Entre las primeras se comprendía aquellas fácilmente medibles, como tierra, fertilizantes, maquinaria, trabajo y población pecuaria; mientras que las segundas se referían a las condiciones naturales, pero los efectos de estas en los cultivos individuales solían compensarse a nivel agregado, perdiendo significancia en la función.

Sin embargo, los mismos autores consideraron variables de estado, como la producción potencial de biomasa y el factor de déficit hídrico debido a que las condiciones naturales sí afectan el producto agregado a través de su influencia en el nivel de idoneidad de las tierras para la agricultura. La expresión formal de ello fue la siguiente:  $Q_{it} = x'_{it}\beta_i + u_{it}$  y  $\beta_i = \Pi z_i + w_i$ , donde  $w$  y  $u$  son valores aleatorios de distribución independiente. Aunque esta aproximación parece considerar algunos servicios de provisión y soporte a través de las variables de estado (déficit hídrico como referencia a la disponibilidad de agua y producción potencial de biomasa como representación de las condiciones favorables creadas por el suelo y las precipitaciones), ignora el rol del resto de los servicios ecosistémicos.

Fleischer *et al.* (2007) plantean una forma alternativa para incorporar ciertos servicios ecosistémicos en el proceso de producción, según la cual los insumos sujetos al criterio de decisión del agricultor –capital, trabajo, semillas utilizadas– son considerados en un vector de variables endógenas ( $x$ ); aquellos insumos que no están bajo el control del agricultor –clima y condiciones del suelo– se consideran en un vector de variables exógenas ( $z$ ); y también, en el caso de este modelo, se incluyen las habilidades de gestión del campo en

un vector ( $m$ ). La expresión formal de esta relación sería la siguiente:  $Q_t = f(x_t, z_t, m_t)$ . La utilidad económica de esta última función de producción puede observarse en trabajos como el realizado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal 2009), que la utilizó para determinar las pérdidas en producción y rentabilidad en cultivos vitales (frijol, maíz y arroz) para Centroamérica debido a los efectos del cambio climático reflejados en alteraciones del vector de las variables exógenas.

Reconociendo la importancia de los servicios ecosistémicos y los esfuerzos realizados por incorporarlos en las funciones de producción, en la siguiente sección se analiza un caso de estudio: el cultivo de espárrago en Ica. Para ello, se explica la importancia económica del cultivo en el país y en Ica en particular y, luego, el ecosistema del desierto y sus servicios ecosistémicos y vinculación con la agricultura. Con la finalidad de aproximar la relación entre agricultura y servicios ecosistémicos, el análisis se centra en la adopción de prácticas de conservación de suelo y manejo de agua como *proxy* al manejo de los servicios ecosistémicos de provisión, regulación y soporte.

## 2. LA EXPANSIÓN DEL ESPÁRRAGO EN EL PERÚ

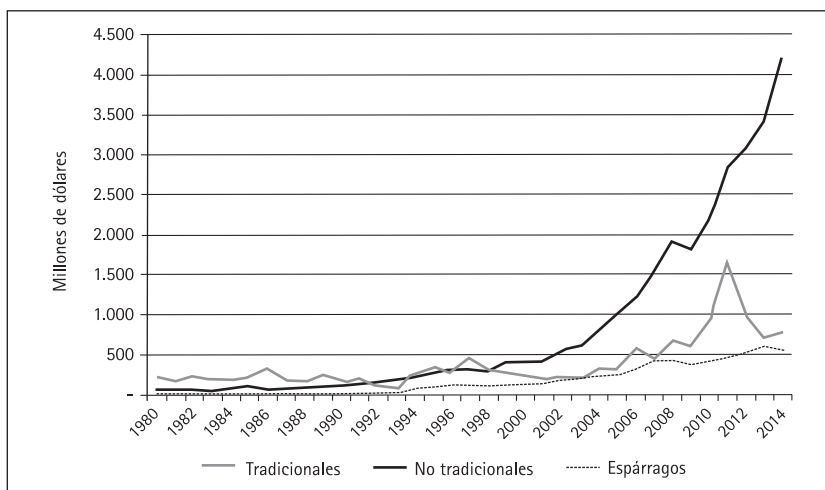
### 2.1. Importancia económica del espárrago

La expansión del cultivo del espárrago en el país ha permitido la diversificación de productos derivados de espárrago para la exportación. De exportar tan solo espárrago blanco en conserva durante la década de 1960, hoy en día se exporta tanto en conserva, blanco y verde, como fresco y congelado. Así, el valor de exportación de espárrago creció hasta llegar a ser el 26% del valor de la agroexportación no tradicional en 2005. Luego, tras un intenso proceso de diversificación de los productos de agroexportación no tradicional en el Perú, en 2014, el valor de exportación de espárrago pasó a representar el 14% del total, aunque cabe precisar que este valor creció a una tasa promedio anual de 9% entre el 2005 y 2014 (gráfico 2).

La producción de espárrago se concentra en la franja costera del país, siendo Ica y La Libertad los principales centros de producción y donde se concentra el mayor número de unidades agropecuarias (UA) dedicadas a este cultivo, así como la mayor extensión de la superficie sembrada con él (mapa 1). En Ica, la producción de espárrago creció entre 1987 y 2012 a un ritmo de 32% anual, ritmo claramente superior al promedio nacional de 12%. Debido a esto, se generó una reconfiguración espacial de la producción nacional de espárrago, logrando Ica una participación significativa. Así, mientras que en 1988 La Libertad e Ica representaban el 94% y el 4% de la producción nacional respectivamente, en 2012 contribuyeron con el 50% y el 38% respectivamente (gráfico 3).

**Gráfico 2**

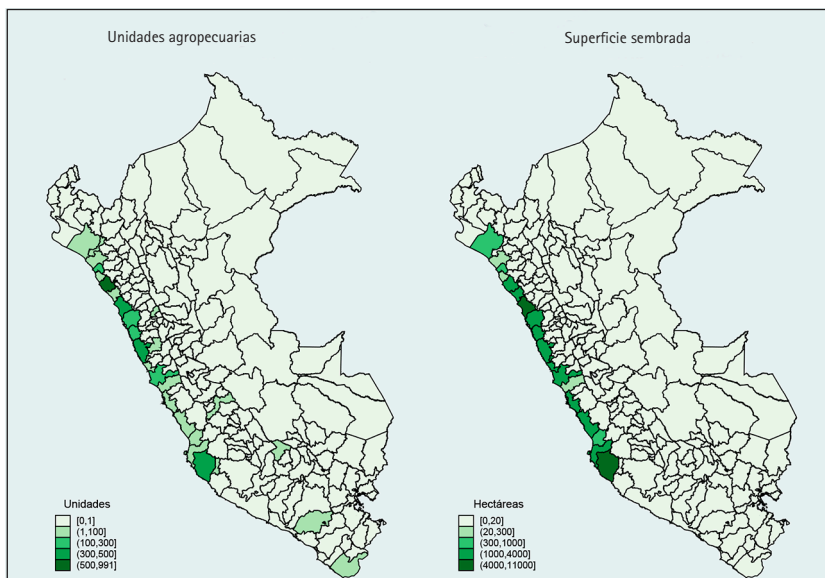
**Valor FOB de las exportaciones agropecuarias tradicionales, no tradicionales y de espárragos, Perú, 1980-2014 (en millones de dólares)**



Fuentes: BCRP; Minagri; Faostat; Siicex; elaboración propia.

**Mapa 1**

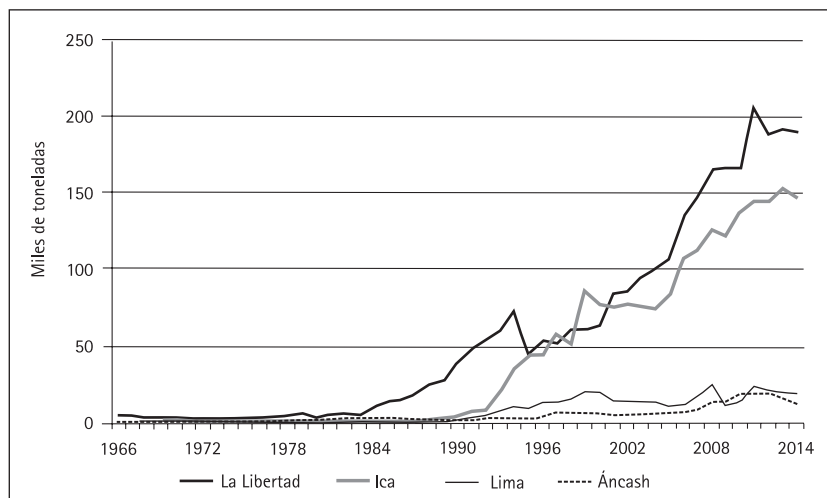
**Unidades agropecuarias y superficie sembrada de espárrago, por provincias, Perú, 2012**



Fuente: INEI (2012); elaboración propia.

Gráfico 3

**Evolución de la producción de espárrago, principales provincias productoras, Perú, 1966-2014 (en miles de toneladas)**



Fuente: Minagri; elaboración propia.

En Ica, la superficie cosechada creció a una tasa promedio anual de 21% entre 1987 y 2012, superando al promedio nacional, que fue 8% (cuadro 1). Cabe anotar que, en 1999, Ica superó a La Libertad, concentrando el 41% de la superficie cosechada, mientras que La Libertad representó el 33%; al año 2012, de las aproximadamente 33.000 hectáreas (ha) destinadas a la producción de espárrago, el 44,5% se encontraba en La Libertad y el 38,9% en Ica (gráfico 4).

Cuadro 1

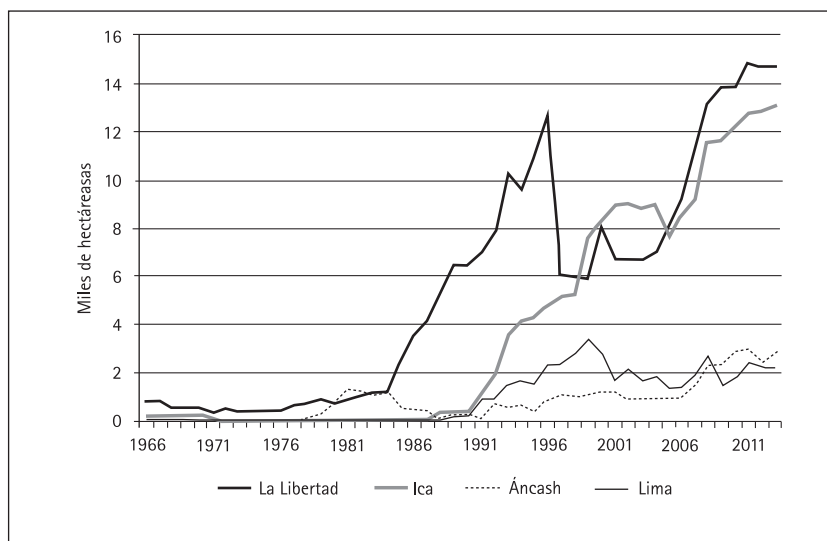
**Producción y superficie cultivada de espárrago, tasa media anual de crecimiento por principales departamentos productores, Perú, 1987-2012 (en porcentajes)**

Región	Tasa media anual (en %)	
	Producción	Superficie
Áncash	9,87	6,55
Ica	32,03	21,03
La Libertad	9,34	4,97
Lambayeque	11,39	8,14
Lima	21,03	15,01
Piura	- 9,99	- 9,10
Perú	11,87	7,70

Fuente: Minagri; elaboración propia.

Gráfico 4

Evolución de la superficie cosechada de espárrago, principales departamentos productores, Perú, 1966–2011 (en miles de hectáreas)



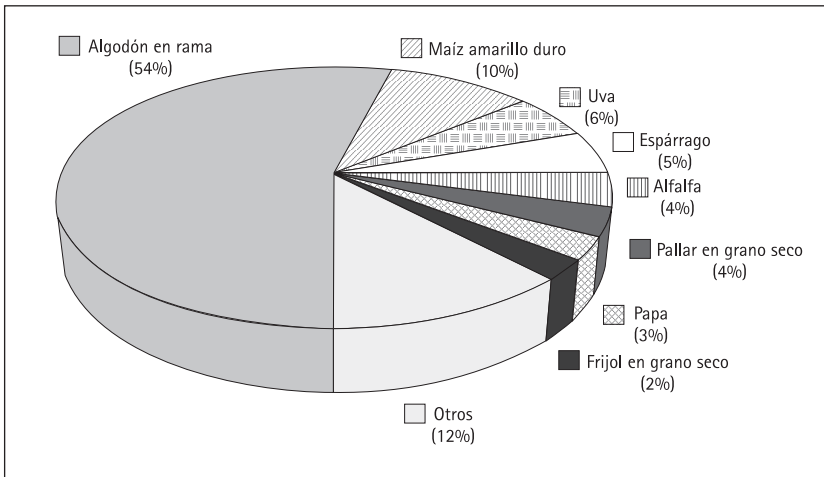
Fuente: Minagri; elaboración propia.

En el ámbito nacional, el rendimiento de espárrago creció a una tasa promedio anual de 4% entre 1987 y 2012. La Libertad e Ica lideraron el proceso, registrando un crecimiento promedio anual de 4% y 9%, respectivamente. En 2012, La Libertad registró el mayor rendimiento (12.000 kg/ha), seguido por Ica (11.200 kg/ha) y Piura (9.500 kg/ha).

Estos datos muestran cómo, en corto tiempo, Ica logró equiparar el volumen de producción, la superficie cosechada y el rendimiento con La Libertad. Este último departamento, hasta mediados de la década de 1990, lideraba todos los aspectos del cultivo de espárrago. A continuación, se caracteriza el desempeño de este cultivo en Ica, en el ámbito provincial, con la finalidad de identificar las principales zonas productoras, para luego analizar los factores que habrían contribuido al liderazgo de las provincias destacadas.

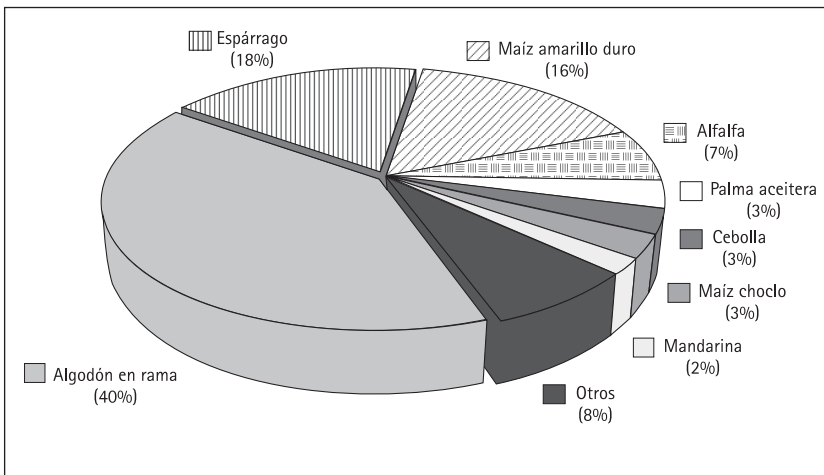
Previamente, es necesario comparar el cultivo de espárrago con otros cultivos en Ica para entender su importancia relativa en esta región. Sobre la base de la superficie ocupada por cultivos, se encuentra que el espárrago llegó a ser en 2012 el segundo producto más importante –habiendo estado en cuarto lugar en 1995–, ocupando casi la quinta parte de la superficie agrícola (gráficos 5 y 6).

**Gráfico 5**  
**Productos agrarios según superficie cultivada, departamento de Ica, 1995**  
**(en porcentajes)**



Fuente: Dirección Regional Agraria de Ica; elaboración propia.

**Gráfico 6**  
**Productos agrarios según superficie cultivada, departamento de Ica, 2012**  
**(en porcentajes)**

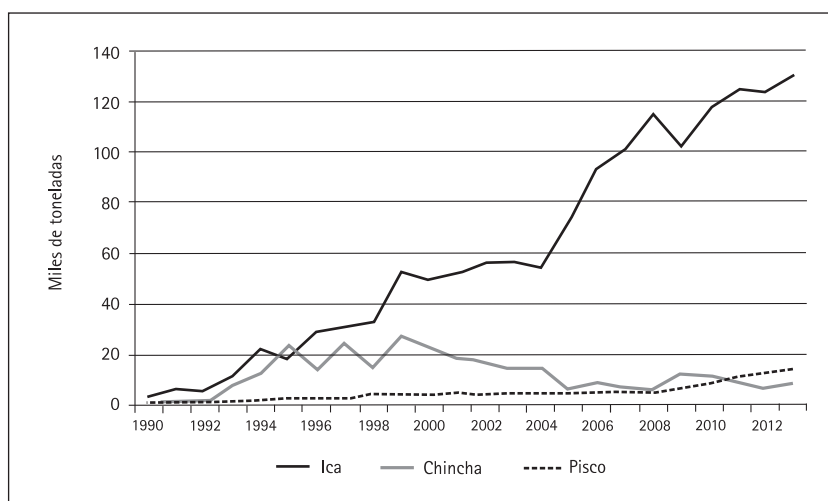


Fuente: Dirección Regional Agraria de Ica; elaboración propia.

Las cinco provincias iqueñas –Ica, Pisco, Chincha, Palpa y Nazca– participan en la producción del espárrago. En 2011 destacaron, con los porcentajes más altos de producción en el departamento, las provincias de Ica (86,1%), Pisco (7,6%) y Chincha (6%), mientras Palpa y Nazca representaron, en conjunto, menos del 1,0%. El liderazgo de la provincia de Ica no ha sido absoluto, de hecho recién empezó a destacar a partir de 1999 (gráfico 7).

**Gráfico 7**

**Evolución de la producción de espárrago, principales provincias productoras, Ica, 1990-2012 (en miles de toneladas)**

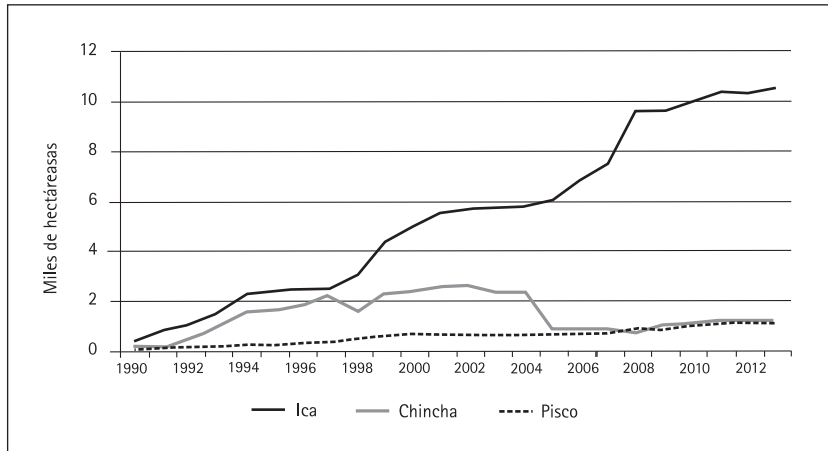


Fuente: Dirección Regional Agraria de Ica; elaboración propia.

En cuanto a la extensión de la superficie cosechada, en 2011 la provincia de Ica ocupó el 81,2%, mientras que Pisco y Chincha abarcaron el 8,7% y 9,3% respectivamente. Las provincias de Palpa y Nazca ocuparon solo el 0,9% de esta superficie. Hasta 1999, la superficie cosechada en Ica fue ligeramente superior a la de Chincha e incluso la tasa anual de crecimiento en Chincha (33,6%) fue superior a la que había en Ica (26,7%) durante la década de 1990. Pero a partir de 2000, la superficie de Chincha cayó anualmente en - 5,7%, mientras que la de Ica continuó incrementándose en 6,3%. Nuevamente destaca la provincia de Pisco, que en la década de 1990 creció en 29,4% al año y a partir de 2000 en 3,8%; sin embargo, pese a que en este último periodo la tasa de crecimiento en Pisco fue superior a la de Chincha, la superficie total en esa provincia no superó a la de esta (gráfico 8).

Gráfico 8

Evolución de la superficie cosechada de espárrago, principales provincias productoras, Ica, 1990–2012 (en miles de hectáreas)



Fuente: Dirección Regional Agraria de Ica; elaboración propia.

En cuanto a rendimiento del cultivo de espárrago, en el departamento de Ica se aprecian diferencias. En 2011, la provincia de Ica lideraba con 12.000 kg/ha y le seguía Pisco con rendimientos por hectárea de 9.800 kg/ha y luego Chíncha con 7.300 kg/ha. Así, la provincia de Ica ha mantenido un liderazgo casi absoluto en cuanto a rendimiento, siendo superada por Chíncha solo en los años 1995 y 2009.

En síntesis, el espárrago es un cultivo con importancia económica no solo por el valor de exportación que genera, sino también por ser una cadena de valor que se ha desarrollado a lo largo de la costa; además, se tiene dos centros de producción destacados: La Libertad e Ica. Para fines de este estudio, nos concentramos en la producción de espárrago en Ica, en particular en la provincia de Ica, que se evidencia como un lugar destacado de su producción. A continuación, se explica las características y los servicios ecosistémicos que brinda el ecosistema que sostiene la producción de espárrago.

## 2.2. El desierto y los servicios ecosistémicos

Un ecosistema es una comunidad de seres vivos cuyos procesos vitales se relacionan entre sí y se desarrollan en función de las características de un mismo medio físico actuando como una unidad funcional interdependiente. De acuerdo con el United Nations Environment Programme (UNEP 2006), se tienen varios criterios para definir un desierto, pero uno de los más importantes es la aridez, la falta de agua como factor limitante de procesos biológicos.



En las regiones áridas e hiperáridas, la lluvia provee menos del 20% del agua necesaria para el crecimiento de plantas. La mayor aridez se encuentra en los desiertos del Sahara (África) y del Perú y Chile. El desierto ocupa casi la cuarta parte de la superficie terrestre e incluye, pues, al desierto costero peruano.

Los ecosistemas son importantes pues proveen beneficios para la población, llamados servicios ecosistémicos, los cuales se clasifican en servicios de provisión (productos que la población obtiene de ellos), regulación (beneficios que la población consigue gracias a los procesos ecológicos del ecosistema), culturales (beneficios no tangibles) y de soporte (que garantizan que se den los servicios anteriormente mencionados) (MA 2005a) (cuadro 2).

**Cuadro 2**  
**Servicios ecosistémicos del desierto**

Provisión	Regulación	Culturales	Soporte
- Combustibles fósiles	- Hídrica	- Paisaje	- Formación y conservación de suelos
- Sales hidrosolubles	- Corredor migratorio de aves	- Valor histórico y religioso	- Ciclo de nutrientes
- Minerales	- Transporte de partículas de arena	- Identidad y diversidad cultural	
- Plantas con fines medicinales y cosméticos	- Control de plagas y enfermedades		
- Espacio para crianza de animales			

Fuente: UNEP (2006); elaboración propia

Respecto del servicio de provisión, los desiertos proveen entre el 30% y 60% de los minerales y combustibles fósiles exportados en el mundo, además de sales hidrosolubles, minerales evaporíticos, plantas con fines cosméticos y medicinales y espacio para actividades pecuarias (cabras y camellos). Algunos de los desiertos también tienen fuentes de agua en forma de ríos, que los atraviesan, o en forma de acuíferos (MA 2005b; UNEP 2006).

En cuanto al servicio de regulación, algunos de los desiertos que poseen cierta vegetación brindan servicios de regulación de agua, determinando su disponibilidad para el uso humano. En comparación con otros ecosistemas, los desiertos también actúan como corredores de aves migratorias y son fuente de nutrientes (silicio y fósforo) a través de las partículas de arena transportadas por los vientos. Para la actividad humana, el clima cálido y seco del desierto es favorable para el desarrollo de la agricultura y la horticultura energética (MA 2005c; UNEP 2006).

Entre los servicios culturales que brinda el desierto, se incluyen la belleza paisajística, el valor histórico (cuna cultural de las tres religiones monoteístas más grandes) y la identidad y diversidad cultural (culturas nómades, variedad de lenguas, entre otros) (UNEP 2006).

Por último, como servicios de soporte se pueden mencionar los relacionados con la formación y conservación de suelo, la realización de los ciclos de nutrientes (con menor actividad en este ecosistema) y la producción primaria, es decir, la generación de materia orgánica por parte de ciertas especies (UNEP 2006).

El desierto del Pacífico se extiende desde la provincia de Sechura en Piura hasta la zona centro de Chile y se ubica en el litoral occidental sudamericano, entre el océano Pacífico y la cordillera de los Andes, y es atravesado por más de cuarenta ríos de escaso caudal que conforman la vertiente del Pacífico. Respecto del conjunto de seres vivos que ocupan este medio físico, la flora es escasa y la fauna se limita a ciertas especies de insectos, reptiles, pequeños mamíferos y aves migratorias (Pulgar Vidal 1979).

En el caso específico de Ica, se distinguen tres espacios: el perfil costero, la planicie costera y las vertientes occidentales andinas. Entre ellos, la planicie costera es la más importante, por la extensión de su superficie a lo largo de una franja de 60 km de desierto, la cual es atravesada por los ríos San Juan (o Chincha), Pisco, Ica y Río Grande. Estos ríos tienen su origen en la provincia de Castrovirreyna, en la región Huancavelica; las descargas de agua tienden a concentrarse entre los meses de diciembre a abril, secándose por completo el resto del año (Senamhi 2008)

La planicie costera iqueña es un desierto que se caracteriza por extrema aridez en los suelos y escasas lluvias. Se tiene un clima relativamente estable, mostrándose días soleados casi todo el año. Las lluvias son casi inexistentes y solo ocurren ligeramente en verano (1,5 l/m<sup>2</sup>). La temperatura promedio en verano es 27 °C y en invierno 18 °C, mientras que la temperatura máxima alcanza 32 °C en verano y 25 °C en invierno y la mínima desciende a 18 °C en verano y a 9 °C en invierno. Cuando se registra el Fenómeno El Niño, la temperatura máxima puede alcanzar 35 °C (Senamhi 2008).

En Ica, el suelo característico es arenoso. Sin embargo, se encuentran áreas mineralizadas, como las lomas de Huamani-Molletambo, en las que existen yacimientos de cobre, hierro, plomo-plata, zinc y otros minerales, y también depósitos con minerales no metálicos (por ejemplo, arcilla, calizas) para uso en construcción y ornamentación (Gobierno Regional de Ica 2007).

En este departamento se encuentran los acuíferos de Villacurí, Ica, Palpa y Nazca (mapa 2). En el caso particular del acuífero de Ica, está ubicado bajo la superficie del valle del río

Ica y se recarga gracias a la infiltración de sus aguas y de aquellas de la parte alta de su cuenca. La descarga ocurre a través del uso de pozos y por afloraciones naturales que dan origen a lagunas, como Huacachina. La profundidad de este acuífero fluctuaba, en 2009, entre 1,5 y 60 m (Autoridad Nacional del Agua [ANA] 2009).

**Mapa 2**  
Acuíferos del departamento de Ica



Fuente: ANA; elaboración propia.

El manejo del acuífero de Ica tiene problemas de asignación de derechos, de fiscalización en su manejo y de informalidad, lo cual genera incentivos para sobreexplotarlo (Huamán 1997). Oré *et al.* (2011), sobre la base de información de la ANA y la Dirección Regional de Agricultura de Ica, señalan que la descarga de agua (543,15 millones de m<sup>3</sup>) a través de los pozos supera el nivel sustentable (252,99 millones de m<sup>3</sup>) y también precisan que el monitoreo y control son limitados y que falta voluntad de los organismos locales para regular los derechos de uso del agua subterránea.

Considerando que las aguas superficiales son estacionales en la zona, el 75% de la agricultura de la provincia utiliza agua subterránea de este acuífero, el cual además es la principal fuente de agua para la población local. Por tanto, el sobreuso del acuífero no solo pone en riesgo el desarrollo agrícola en Ica, sino que se podría crear conflictos entre

los diferentes usuarios de este recurso escaso. En efecto, estos ya se aprecian entre las empresas agroexportadoras y la población rural y urbana (Oré *et al.* 2011).

### 2.3. La producción de espárrago y las prácticas agrícolas en el Perú y en Ica

En el Perú, se aprecian ligeras diferencias en la concentración de las tierras sembradas de espárrago según el tamaño de unidad agropecuaria (TUA) entre las diferentes zonas productoras. Mientras que en el ámbito nacional el 75% de la superficie sembrada se encuentra en UA con más de cincuenta hectáreas (cuadro 3), en los departamentos de Ica y La Libertad las UA con ese tamaño tienen el 83% y el 77% de la superficie sembrada, respectivamente. Incluso, en Ica se observa que en la provincia de este nombre las UA con más de cincuenta hectáreas ocupan el 84% de la superficie sembrada de espárrago.

**Cuadro 3**  
**Superficie sembrada de espárrago según TUA, Perú y principales departamentos y provincias productoras, 2012 (en hectáreas)**

Ámbito	TUA			Total
	Menos de 10 ha	Entre 10 y 50 ha	Más de 50 ha	
Perú	5.644,81	4.306,01	29.677,86	39.628,68
Departamentos				
Ica	817,24	1.342,43	10.229,67	12.389,34
La Libertad	2.236,91	1.355,28	11.698,27	15.290,46
Provincias				
Ica	756,60	953,66	8.673,47	10.383,73
Pisco	46,03	262,25	1.015,67	1.323,95
Chincha	11,40	118,52	532,53	662,45

Fuente: INEI (2012); elaboración propia.

En la provincia de Ica, el cultivo del espárrago ocupa una porción importante de cada UA, es decir, los productores dedican en promedio más del 65% de su UA a este cultivo, sin distinción en cuanto al TUA (cuadro 4).

**Cuadro 4**  
**Importancia relativa de área sembrada con espárrago, provincia de Ica, 2012 (en porcentajes)**

TUA por área sembrada	Área sembrada promedio con espárrago sobre área total de UA (%)
Pequeña: menos de 10 ha	72,4
Mediana: entre 10 y 50 ha	64,5
Grande: más de 50 ha	68,8

Fuente: INEI (2012); elaboración propia.

Sobre la base de la información del cuadro 3, se observa que el cultivo de espárrago es manejado mayormente por grandes productores y esta tendencia es más notoria en el departamento de Ica, cuyas principales provincias tienen una producción dominada en más de 75% por UA mayores a 50 ha.

En cuanto al riego para el cultivo de espárrago, en el Perú se emplea casi en su totalidad los sistemas de riego por goteo y por gravedad. En 2012, el riego por goteo se utilizó en el 54,4% de las unidades productoras y el riego por gravedad en el 44%; el riego por aspersión representó solo el 1,5%.

En el departamento de Ica, el 74,2% del riego es por goteo, proporción superior al promedio nacional; el 23,6% es por gravedad y solo el 2,2% por aspersión. En La Libertad, el riego por goteo es 64,4% mientras que por gravedad se riega en el 34,5% de las UA. En general, en Ica predominan sistemas de riego tecnificado, tanto por goteo como por aspersión.

En la provincia de Ica, el riego por goteo en el espárrago también está extendido, representando el 74,5%, mientras que el riego por gravedad es solo el 22,8% (cuadro 5). El riego por goteo ha permitido optimizar el uso de un recurso escaso como es el agua en esta región. Según la Estación Meteorológica de San Camilo, Parcona (Ica), el requerimiento de agua para el cultivo del espárrago con riego por gravedad es 1,7 veces mayor que el de riego por goteo. Así, en el riego por gravedad, se necesita 15.444 m<sup>3</sup>/ha/año, mientras que en el de riego por goteo el requerimiento es de 9.000 m<sup>3</sup>/ha/año, de manera que este último sistema ha permitido reducir en 49.821.141 m<sup>3</sup>/año el uso de agua en dicha zona.

**Cuadro 5**  
**Área sembrada con espárrago según sistemas de riego, provincia de Ica, 2012**

Sistema de riego	Área sembrada (ha)
Goteo	7.731,4
Gravedad	2.367,9
Aspersión	273,5
Exudación	9,0

Fuente: INEI (2012); elaboración propia.

Tan importante como el sistema de riego utilizado es la procedencia del agua empleada. La información utilizada a continuación abarca la totalidad de cultivos, pero a nivel de provincias es una buena aproximación para el caso del espárrago, dada la participación que tiene en la producción agropecuaria que en ellas se realiza.

En todo el país, la procedencia del agua para riego es diversa y entre las principales fuentes se incluye tanto agua superficial como agua subterránea, con una participación respectiva de 37% y 40%. Otras fuentes con menor participación son: lagunas, reservorios grandes y pequeños y embalses de regulación estacional, fuentes que en conjunto proveen el 6% del agua para riego.

En Ica, predomina el uso de agua subterránea, con 43%, mientras que el 31% proviene de ríos y el 21% de manantiales. Es distinto el caso de La Libertad, donde el 46% proviene de ríos, el 37% de manantiales y apenas el 4% de agua subterránea (INEI 2012).

De esta manera, se aprecia que si bien el uso del riego por goteo está extendido en el cultivo de espárrago, la fuente de agua utilizada para regar varía según la región. En La Libertad las principales fuentes son los ríos y los manantiales, mientras que en Ica predomina el uso de agua subterránea. En la provincia de mayor producción de espárrago, Ica, los pozos representan la fuente más importante, con un 75%, mientras que en otras provincias el agua superficial tiene mayor importancia relativa.

### **3. RESULTADOS DEL CASO DE ESTUDIO**

#### **3.1. Características de los productores**

Con la finalidad de analizar los condicionantes que promueven la adopción de prácticas de conservación de suelos y manejo de agua en el caso del espárrago en Ica, se trabajó con los resultados del IV Cenagro realizado el año 2012.

Entre las prácticas vinculadas con formas de conservación de los servicios ecosistémicos, se seleccionó el uso de riego tecnificado (variable dicotómica que separa el uso de gravedad del uso de aspersión, goteo y exudación), la aplicación de insecticidas biológicos (pesticidas de origen natural derivados de plantas, minerales, bacterias o animales [Environmental Protection Agency, EPA]), el uso de control biológico (control de plagas utilizando especies benéficas) y la posesión de reservorios o embalses. Tal como se indicó anteriormente, el riego tecnificado es una forma eficiente de manejo del agua, no solo para afrontar su escasez en un ecosistema de desierto, sino también para evitar las escorrentías, mitigar la erosión y contribuir con la conservación del suelo. Por su parte, tanto los insecticidas biológicos como el control biológico tienen como propósito evitar el uso de pesticidas químicos, esto porque ellos tienen entre sus consecuencias ecológicas tanto reducir la fertilidad del suelo al inhibir el proceso de nitrificación y fijación de oxígeno de las plantas como afectar los microorganismos del suelo que participan en la formación de nutrientes y del propio suelo (FAO 1997). Por último, la posesión de reservorios constituye una forma de estabilizar la

oferta estacional del agua, contribuyendo a reducir el riesgo en un contexto de posibles escenarios de mayor escasez o irregularidad en la disponibilidad de agua.

Para esta investigación, se seleccionaron las UA de la provincia de Ica que cultivan espárrago por lo menos en una de sus parcelas, contando con un total de 395 observaciones. Luego, se procedió a agrupar estas observaciones en tres perfiles o tipos según el TUA y su condición jurídica (persona natural, sociedad anónima, etc.), con lo cual se redujo la cantidad de observaciones bajo estudio a 318. El primero de estos perfiles, llamado en adelante «pequeño agricultor», corresponde a aquellas UA que poseen dos o más hectáreas y menos de veinte y que están registradas por personas naturales (244 observaciones); el segundo, en adelante «mediano agricultor», refiere a las UA que tienen entre veinte y cien hectáreas, estando también registradas a nombre de personas naturales (35 observaciones); el tercer perfil, en adelante «gran agricultor», incluye a las UA con cien o más hectáreas y que no corresponden a personas naturales (39 observaciones, de las cuales el 89,7% son sociedades anónimas y el resto SRL e EIRL).

Bajo esta clasificación, se observa que el 86,7% de las UA con cien hectáreas o más está constituido por empresas, las cuales tienen en conjunto el 71,2% del área de espárrago cultivado en Ica. En cambio, el 87,2% de las UA con más de dos y menos de cien hectáreas está constituido por personas naturales, las cuales poseen solo el 16,8% del área de espárrago cultivado.

Los tres tipos de agricultores (pequeño, mediano y grande) tienen sus tierras bajo riego y más del 90% de cada tipo utiliza semillas y/o plantones certificados. Salvo por estos aspectos comunes, los perfiles difieren en otras diversas características (cuadro 6).

En cuanto a los aspectos productivos, la proporción de UA que utilizan riego tecnificado es mayor en los grandes que en los pequeños agricultores (91,89% y 15,98%, respectivamente). De manera similar, la infraestructura de acceso al agua subterránea y su almacenamiento, el uso de energía eléctrica y el control biológico son mayores entre los grandes agricultores (cuadro 6).

Respecto a aspectos institucionales, la proporción de productores que hace uso del sistema financiero es menor en los grandes agricultores (30,77%) que en los pequeños (46,31%), recurriendo los primeros únicamente a la banca múltiple y los últimos principalmente a cajas municipales y cajas rurales y menos a la banca múltiple, Agrobanco o habilitadores.

**Cuadro 6**  
**Características generales de los agricultores productores de espárrago por perfiles,**  
**provincia de Ica, 2012 (en porcentajes)**

Características <sup>(1)</sup>		Perfil de los agricultores		
		Pequeño <sup>(2)</sup>	Mediano <sup>(3)</sup>	Grande <sup>(4)</sup>
Número de UA		244	35	39
Tipo de riego	Gravedad	84,02	35,29	8,11
	Tecnificado	15,98	64,71	91,89
Pozos (unidades)		0,26	1,29	6,77
Uso de pequeños reservorios		1,23	25,71	48,72
Uso de abono orgánico		95,49	91,43	79,49
Uso de insecticidas biológicos		60,66	60,00	79,49
Aplicación de control biológico		29,51	40,00	74,36
Uso de plántones certificados		90,57	91,43	97,44
Acceso a financiamiento		46,31	51,43	30,77
Proveedor del financiamiento	Habilitador	14,16	22,22	0,00
	Agrobanco	15,93	22,22	0,00
	Banca múltiple	16,81	33,33	100,00
	Caja municipal	27,43	27,78	0,00
	Caja rural	23,89	11,11	0,00
Capacitación y asesoría	Capacitación	45,08	45,71	66,67
	Asesoría técnica	40,16	40,00	76,92
	Asesoría empresarial	26,64	20,00	61,54
Proveedor de capacitación y asesoría	Minagri	39,84	10,00	12,12
	Senasa	69,11	60,00	45,45
	Empresa privada	21,14	45,00	75,76
Uso de energía eléctrica	Sí se utiliza	27,46	54,29	94,87
	- De red pública	22,13	37,14	92,31
	- De motor generador	4,92	17,14	2,56
Participación en asociación, comité y/o cooperativa		81,15	34,29	41,03
Destino de venta	Mercado nacional	77,46	60,00	7,69
	Mercado exterior	25,00	48,57	92,31

**Notas**

<sup>(1)</sup> De acuerdo a preguntas con opción de respuestas múltiples.

<sup>(2)</sup> Entre 2 y 20 ha registradas como persona natural.

<sup>(3)</sup> Entre 21 y 100 ha registradas como persona natural.

<sup>(4)</sup> Más de 101 ha; no son personas naturales sino sociedades anónimas, SRL e EIRL.

Fuente: INEI (2012); elaboración propia.



Los servicios de extensión están difundidos, dado que más del 50% de los tres tipos de agricultores ha recibido algún tipo de capacitación o asistencia; sin embargo, la proporción de quienes han recibido asistencia técnica y empresarial es mayor entre los grandes agricultores (76,92% y 61,54%, respectivamente) que entre los pequeños (40,16% y 26,64%, respectivamente), siendo Senasa el mayor proveedor entre los pequeños y medianos agricultores y las empresas privadas entre los grandes. La asociatividad tampoco es homogénea, caracterizando al pequeño agricultor (81,15%) y no tanto al grande (41,03%).

Por último, se observa que el destino de la venta es sistemáticamente distinto entre los perfiles, concentrándose los grandes agricultores en la venta al exterior (92,31%) y los pequeños en la venta al mercado nacional (77,46%).

En cuanto a los grandes agricultores de espárrago en Ica, se encuentra que se han cuadruplicado en cantidad en solo ocho años, lo cual es coherente con la aceleración en el incremento del volumen de las exportaciones de espárrago ocurrida durante la primera mitad de la década de 1990, que coincide con una mejora en términos productivos. Mientras en 1994 el sistema de gravedad y el de riego tecnificado estaban difundidos de manera similar, en 2012 el primero se redujo a 8,11% y el segundo aumentó a 91,89%; igualmente, se incrementó el número de pozos y el uso de energía eléctrica (cuadro 7).

Por otro lado, en este grupo la dependencia del sistema financiero se redujo y el nivel de participación en asociaciones disminuyó. Respecto de las prácticas de conservación, el uso de insecticidas biológicos se generalizó (pasando de 33,33% a 79,49%) y la proporción de grandes agricultores con reservorios cayó (de 88,89% a 48,72%).

La disminución en el uso de reservorios puede explicarse por el incremento en la infraestructura de acceso al agua mediante pozos, mientras que la prevalencia del porcentaje de UA con acceso a servicios de extensión puede reflejar la importancia que han tenido estas para las instituciones agrarias. Así, a partir de los hechos empíricos podría sugerirse que la mayor adopción de prácticas agrícolas de conservación ha estado acompañada por una mejor infraestructura de acceso al agua y por un nivel constante de servicios de extensión.

**Cuadro 7**  
**Cambios en las características generales del gran productor de espárrago, provincia de Ica, 1994 y 2012 (en porcentajes)**

Características <sup>(1)</sup>		1994	2012
Número de UA		9	39
Tipo de riego	Gravedad	55,56	8,11
	Tecnificado	55,56	91,89
Pozos (unidades)		1,33	6,77
Uso de pequeños reservorios		88,89	48,72
Uso de abono orgánico		100,00	79,49
Uso de insecticidas biológicos		33,33	79,49
Uso de plantones certificados		100,00	97,44
Aplicación de control biológico		N. D.	74,36
Conocimiento de control biológico		88,89	N. D.
Uso de energía eléctrica	Sí se utiliza	33,33	94,87
	- De red pública	66,67	92,31
	- De motor generador	33,33	2,56
Capacitación y asesoría	Capacitación	N. D.	66,67
	Asesoría técnica	77,78	76,92
	Asesoría empresarial	N. D.	61,54
Proveedor de la capacitación y asesoría	Minagri		12,12
	Senasa		45,45
	Empresa privada		75,76
Acceso a financiamiento		77,78	30,77
Proveedor del financiamiento	Habilitador		0,00
	Agrobanco		0,00
	Banca múltiple		100,00
	Caja municipal		0,00
	Cara rural		0,00
Participación en asociación, comité y/o cooperativa		66,67	41,03
Destino de venta	Mercado nacional	N. D.	7,69
	Mercado exterior	N. D.	92,31

Notas

N. D.: no determinado

<sup>(1)</sup> De acuerdo a preguntas con opción de respuestas múltiples.

Fuente: INEI (2012); elaboración propia.

Los cuadros 8 y 9 muestran que la sustitución del riego por gravedad hacia el tecnificado ocurrida entre 1994 y 2012 entre los pequeños y medianos agricultores no ha sido de la misma magnitud que entre los grandes agricultores y se aprecia que el incremento en la infraestructura de acceso al agua y en el uso de energía eléctrica tampoco son tan significativos como en el caso de los grandes agricultores. En cuanto al acceso al sistema financiero y los servicios de extensión, se encuentra que han disminuido, mientras la asociatividad ha aumentado ligeramente entre los pequeños agricultores. Por otro lado, las prácticas de conservación se han incrementado, especialmente en el caso de estos últimos, aunque en menor proporción al incremento ocurrido entre los grandes agricultores. De esta manera, se corrobora mediante la comparación de datos estadísticos de dos momentos distintos que el acceso al crédito y a los servicios de extensión podría tener relación con la magnitud de la adopción de prácticas de conservación.

En Chile central, Roco *et al.* (2014) utilizaron un *two-part hurdle model* para hallar determinantes en la probabilidad de adopción de prácticas de conservación y plantearon un primer modelo de elección binaria para la probabilidad de obtener un resultado positivo (desarrollo de al menos una de las prácticas consideradas).

En el presente trabajo, se estima un modelo de probabilidad de adopción de alguna práctica de conservación (modelo de adopción). Aquí, a diferencia de Roco *et al.* (2014), junto al modelo de adopción de prácticas de conservación, se realizan modelos adicionales para la adopción de cada práctica de conservación en particular, dados los diferentes servicios ecosistémicos vinculados (por ejemplo, servicio de provisión de agua vinculado con riego tecnificado y servicio de regulación de plagas vinculado a control biológico) y los distintos determinantes para cada práctica que sugiere la literatura y que fueron mencionados en el marco teórico. También se clasifican los datos según TUA y se estiman los mismos modelos para cada tipo de UA; y se incluyen como variables explicativas: las características del jefe de la UA (edad, educación), las características productivas (cantidad de pozos, actividades no agropecuarias) y de la UA (TUA), variables institucionales (acceso a información, asesoría, acceso a crédito, asociatividad), el destino de venta del cultivo y la participación del espárrago en relación al total de superficie sembrada.

**Cuadro 8**  
**Cambios en las características generales del mediano productor de espárrago, provincia de Ica, 1994 y 2012 (en porcentajes)**

Características <sup>(1)</sup>		1994	2012
Número de UA		57	35
Tipo de riego	Gravedad	96,49	35,29
	Tecnificado	12,28	64,71
Pozos (unidades)		1,12	1,29
Uso de pequeños reservorios		26,32	25,71
Destino de venta	Mercado nacional	N. D.	60,00
	Mercado exterior	N. D.	48,57
Uso de plántones certificados		94,74	91,43
Uso de abono orgánico		94,74	91,43
Uso de insecticidas biológicos		15,79	60,00
Aplicación de control biológico		N. D.	40,00
Conocimiento de control biológico		85,96	N. D.
Uso de energía eléctrica	Sí se utiliza	38,60	54,29
	- De red pública	90,91	37,14
	- De motor generador	4,55	17,14
Capacitación y asesoría	Capacitación	N. D.	45,71
	Asesoría técnica	77,19	40,00
	Asesoría empresarial	N. D.	20,00
Proveedor de capacitación y/o asesoría	Minagri		10,00
	Senasa		60,00
	Empresa privada		27,27
Acceso a financiamiento		61,40	51,43
Proveedor del financiamiento	Habilitador		22,22
	Agrobanco		22,22
	Banca múltiple		33,33
	Caja municipal		27,78
	Cara rural		11,11
Participación en asociación, comité y/o cooperativa		80,70	34,29

Notas

N. D.: no determinado

<sup>(1)</sup> De acuerdo a preguntas con opción de respuestas múltiples.

Fuente: INEI (2012); elaboración propia.

**Cuadro 9**  
**Cambios en las características generales del pequeño productor de espárrago, provincia de Ica, 1994 y 2012 (en porcentajes)**

Características <sup>(1)</sup>		1994	2012
Número de UA		55	244
Tipo de riego	Gravedad	98,18	84,02
	Tecnificado	1,82	15,98
Pozos (unidades)		0,44	0,26
Uso de pequeños reservorios		3,64	1,23
Destino de venta	Mercado nacional	N. D.	77,46
	Mercado exterior	N. D.	25,00
Uso de plántones certificados		89,09	90,57
Uso de abono orgánico		87,27	95,49
Uso de insecticidas biológicos		12,73	60,66
Aplicación de control biológico		N. D.	29,51
Conocimiento de control biológico		81,82	N. D.
Uso de energía eléctrica	Sí se utiliza	9,09	27,46
	- De red pública	80,00	22,13
	- De motor generador	20,00	4,92
Capacitación y asesoría	Capacitación	N. D.	45,08
	Asesoría técnica	58,18	40,16
	Asesoría empresarial	N. D.	26,64
Proveedor de capacitación y/o asesoría	Minagri		39,84
	Senasa		69,11
	Empresa privada		21,14
Acceso a financiamiento		54,55	46,31
Proveedor de financiamiento	Habilitador		14,16
	Agrobanco		15,93
	Banca múltiple		16,81
	Caja municipal		27,43
	Cara rural		23,89
Participación en asociación, comité y/o cooperativa		78,18	81,15

**Notas**

N. D.: no determinado

<sup>(1)</sup> De acuerdo a preguntas con opción de respuestas múltiples.

Fuente: INEI (2012); elaboración propia.

### 3.2. Estimación y resultados

Para el análisis de la data del Cenagro correspondiente al tema de investigación, se utilizó un modelo probabilístico, el cual permite explicar la probabilidad de adopción de prácticas de conservación. Los modelos probabilísticos hacen posible analizar estadísticamente la elección de una opción entre un grupo de opciones mutuamente excluyentes y colectivamente exhaustivas. En el caso de las prácticas de conservación, se asume que determinadas situaciones y valores de las variables motivan al agricultor a adoptar o no una práctica de conservación. Asimismo, un modelo probabilístico permite obtener efectos impacto y elasticidades, los cuales son útiles para conocer el comportamiento de la probabilidad de adoptar alguna práctica de conservación ante cambios en las variables explicativas. Cabe precisar que los modelos probabilísticos requieren de muestras grandes para que los estimadores sean consistentes. En este trabajo, el análisis se centra en los pequeños productores debido al número limitado de observaciones tanto para los medianos como para los grandes.

Para efectos de la estimación, se trabaja solo con personas naturales porque ciertas variables explicativas (edad, sexo, educación) no corresponden a las personas jurídicas. A diferencia de la sección anterior, donde se analizan los perfiles o tipo de agricultores, en este caso se consideró a todas las personas naturales. Sobre dicha base, el número de observaciones para la estimación fue de 315.

Dado el número limitado de personas naturales con reservorios (15 agricultores), no fue posible estimar el modelo de posesión de reservorios. Asimismo, en el caso de la UA de más de veinte hectáreas, no fue posible estimar los modelos de adopción general –ni de prácticas en particular, ni de combinaciones de prácticas– debido al número limitado de observaciones (41 observaciones).

Según los estimadores del modelo de adopción general de al menos una práctica agrícola de conservación de agua y suelo, la educación primaria, la asesoría y capacitación y el uso de crédito son significativos y de signo positivo en la probabilidad de adopción de prácticas de conservación, corroborándose la evidencia dada por la literatura (Abdulai *et al.* 2011; Tamini 2011). También se observa que si el espárrago representa menos del 50% de la superficie sembrada total, hay una menor probabilidad de adopción de alguna práctica agrícola de conservación.

De forma particular, por cada práctica agrícola de conservación, otras variables están significativamente correlacionadas con la adopción de este tipo de prácticas. Respecto del riego tecnificado, en promedio, el grupo formado por mujeres, aquellos que completaron primaria, aquellos que completaron secundaria y aquellos que se ubican en el distrito de Salas tiene una mayor probabilidad de adoptarlas. En cambio, quienes se ubican en el distrito de Santiago

tienen, en promedio, una menor probabilidad. Respecto del uso de insecticidas biológicos, en promedio, quienes completaron la primaria, recibieron asesoría, solicitaron y recibieron crédito y están asociados tienen una mayor probabilidad de adopción de prácticas agrícolas de conservación. En cuanto al control biológico, quienes solo han completado la primaria tienen en promedio una menor probabilidad de hacerlo, mientras que quienes completaron estudios superiores no universitarios, tienen un mayor número de pozos y producen para venta al exterior tienen en promedio una mayor probabilidad de adopción de dichas prácticas. Lo anterior respalda la evidencia en la literatura respecto de la significancia de las características del productor y la UA (Abdulai *et al.* 2011) y la importancia de la asociatividad para el caso del uso de insecticidas biológicos (Boahene *et al.* 1999; Marshall 2009; Abdulai *et al.* 2011; Tesfaye y Brouwer 2012; Abebaw y Haile 2013; Roco *et al.* 2014) (cuadro 10).

Adicionalmente, se realizaron estimaciones de los modelos de adopción general y de prácticas agrícolas de conservación solo para personas naturales con menos de veinte hectáreas. Como resultado se identificaron nuevas variables significativas, además de las ya consideradas en las estimaciones anteriores. En el caso de la adopción general de al menos una práctica de conservación, mayor TUA implica una mayor probabilidad en la adopción de prácticas de conservación. Cabe precisar que en las UA de mayor tamaño, la probabilidad de adopción de las prácticas indicadas crece cada vez en menor proporción. En cuanto al modelo para riego tecnificado, el número de pozos aumenta la probabilidad de adopción de tales prácticas. Para el modelo de aplicación de insecticidas biológicos, el TUA también implica una mayor probabilidad de adopción. En cuanto al uso de control biológico, la probabilidad de su adopción aumenta con el TUA, aunque cada vez en menor proporción. Finalmente, la recepción de asesoría y capacitación también aumenta la probabilidad de adopción de la práctica de control biológico.

Hasta este punto se ha analizado la adopción, por parte del agricultor, de una sola práctica de conservación. Es posible extender el análisis al desarrollo de más de una. En este caso, se estimaron modelos para aquellos pares de prácticas con observaciones suficientes. En general, para la adopción de riego tecnificado e insecticidas biológicos, de riego tecnificado y control biológico y de insecticidas biológicos y control biológico, el número de pozos adquiere significancia y tiene efecto positivo en la probabilidad de adopción de prácticas de conservación.

Para el uso conjunto de riego tecnificado y control biológico, el número de pozos es significativo y aumenta la probabilidad de adopción de dichas prácticas, mientras que aquellos agricultores que completaron la universidad y se ubican en el distrito de Santiago tienen en promedio una menor probabilidad de adopción. Para el uso conjunto de insecticidas biológicos y control biológico, el número de pozos, la venta al exterior y el TUA tienen efecto positivo en la probabilidad de adopción (con efecto decreciente en el caso del TUA).

**Cuadro 10**  
**Efectos marginales: personas naturales (logit)**

	Adopción de al menos una de las prácticas de conservación	Riego	Insecticida biológico	Control biológico
Edad (años)	0,0103 (0,0653)	- 0,00984 (0,0845)	- 0,00701 (0,0674)	0,0136 (0,0670)
Edad2 (edad x edad)	- 0,0000774 (0,000564)	0,000112 (0,000690)	0,0000515 (0,000568)	- 0,000111 (0,000573)
Sexo (0 = mujer; 1 = hombre)	- 0,00837 (0,376)	- 0,171** (0,468)	0,0349 (0,350)	0,0801 (0,365)
Primaria	0,106* (0,472)	0,233** (0,557)	0,163* (0,397)	- 0,190*** (0,434)
Secundaria	0,0479 (0,393)	0,251*** (0,481)	0,0688 (0,374)	- 0,0979 (0,384)
Superior no universitaria	0,0796 (0,882)	0,129 (1,466)	0,00710 (0,692)	0,373** (0,691)
Superior universitaria	- 0,0218 (0,485)	0,160 (0,658)	0,0648 (0,413)	- 0,0803 (0,417)
Acceso a información	0,0634 (0,399)	0,0473 (0,576)	0,0774 (0,388)	- 0,0547 (0,379)
TUA (ha)	0,00111 (0,0289)	0,00118 (0,0278)	0,00375 (0,0183)	- 0,00245 (0,0136)
TUA² (TUA x TUA)	0,0000125 (0,000228)	0,0000130 (0,000174)	- 0,0000362 (0,000115)	0,0000148 (0,0000557)
Pozos (unidades)	- 0,0109 (0,298)	0,0539 (0,314)	0,0129 (0,242)	0,104** (0,240)
Asesoría	0,152*** (0,346)	- 0,0133 (0,394)	0,338*** (0,298)	- 0,0903 (0,300)
Uso de crédito	0,0797* (0,306)	- 0,00176 (0,416)	0,174*** (0,272)	0,0185 (0,269)
Asociatividad	0,0552 (0,434)	- 0,0683 (0,629)	0,185* (0,450)	0,0359 (0,463)
Trabajo secundario	0,0477 (0,400)	0,0617 (0,450)	0,0542 (0,327)	0,0511 (0,330)
Venta al exterior	- 0,0478 (0,404)	0,00612 (0,425)	- 0,140 (0,362)	0,210*** (0,320)
< 50% de superficie sembrada con espárrago	- 0,168* (0,494)	- 0,0484 (0,626)	- 0,172 (0,453)	- 0,0692 (0,465)
> 75% de superficie sembrada con espárrago	- 0,0402 (0,435)	0,00900 (0,499)	- 0,102 (0,381)	- 0,0354 (0,389)
Distrito de Salas	0,0722 (1,265)	0,402* (1,068)	- 0,0997 (0,882)	0,0665 (0,835)
Distrito de Santiago	- 0,137 (0,962)	- 0,291** (0,715)	- 0,0807 (0,786)	0,0140 (0,795)
Constante	(2,100)	(2,510)	(2,132)	(2,096)
Observaciones	315	315	315	315
Pseudo R²	0,142	0,385	0,169	0,125

**Notas**

Los efectos marginales y los errores estándar están entre paréntesis.

\*  $p < 0,1$

\*\*  $p < 0,05$

\*\*\*  $p < 0,01$



Los cuadros 11 y 12 muestran el valor de las elasticidades para variables continuas (TUA y pozos) y las elasticidades punto evaluadas en la media para variables discretas (solo aquellas que son significativas al menos al 10%). Así, no solo es posible identificar las variables significativas, sino establecer un orden de magnitud del cambio entre ellas. Al analizar a todos los productores de espárrago de la muestra, se observa que la recepción de asesoría y capacitación es la variable con mayor impacto en la probabilidad de adoptar alguna de las prácticas de conservación de agua y suelo consideradas. Es decir, si la proporción de la población que ha recibido asesoría y capacitación aumentara en 1%, la probabilidad de adoptar al menos una de las prácticas de conservación consideradas aumentaría en 0,08%. Al restringir la muestra a productores con menos de diez hectáreas, la recepción de asesoría y capacitación es también la variable con mayor impacto en la probabilidad de adoptar al menos una de las prácticas de conservación consideradas.

**Cuadro 11**  
**Elasticidades y probabilidades predichas promedio (A)**

	Todos los productores				Productores pequeños				Prácticas combinadas en pequeños productores		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Educación											
Primaria	0,02	0,29	0,05	- 0,11	0,04	0,40	0,06	- 0,12	0,56		
Secundaria		0,47				0,48			1,00		
Superior no universitaria				0,04				0,06			
Superior universitaria									0,53	- 0,13	
TUA (ha)					0,10		0,21	0,36			0,70
Pozos (unidades)				0,15		0,18		0,17	0,21	0,26	0,23
Asesoría	0,08		0,26		0,08		0,24	- 0,29			
Uso de crédito	0,04		0,12				0,09				
Asociatividad			0,22								
Venta al exterior				0,23				0,20			0,20
Probabilidad predicha promedio	82,11	17,13	61,25	28,17	78,78	11,47	62,36	25,11	4,73	1,83	15,60

Notas

- (1) Adopción de al menos una práctica de conservación
- (2) Riego
- (3) Insecticida biológico
- (4) Control biológico
- (5) Riego e insecticida biológico
- (6) Riego y control biológico
- (7) Insecticida biológico y control biológico

**Cuadro 12**  
**Elasticidades y probabilidades predichas promedio (B)**

	Productores con menos de 10 ha				Prácticas combinadas		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
Edad						- 0,89	
Educación							
Primaria	0,04	0,64	0,07	- 0,11	1,27		
Secundaria		0,95			1,83		
Superior no universitaria				0,06	0,43		0,12
TUA (ha)						- 0,61	
Pozos (unidades)		0,19					0,18
Asesoría	0,07		0,23	- 0,45			- 0,30
Uso de crédito	0,04						
Trabajo secundario	0,03		0,06				
Venta al exterior				0,30		0,75	0,41
Probabilidad predicha promedio	82,47	7,91	66,72	26,9	3,08	1,7	15,03

Notas

- (1) Adopción de al menos una práctica de conservación
- (2) Riego
- (3) Insecticida biológico
- (4) Control biológico
- (5) Riego e insecticida biológico
- (6) Riego y control biológico
- (7) Insecticida biológico y control biológico

También debe destacarse la vinculación entre el uso, exclusivo o combinado, del control biológico y la venta al exterior. Al considerar a todos los productores de espárrago de la muestra, un incremento de 1% en la población que vende al exterior aumenta la probabilidad de realizar control biológico en 0,23%. Al restringir la muestra a productores con menos de diez hectáreas, el impacto porcentual aumenta a 0,3%. De esta manera, puede afirmarse que el acceso a los mercados externos tiene un impacto importante en la adopción de prácticas de conservación más específicas, como el control biológico. La exigencia de estándares mínimos de calidad, la estricta evaluación sanitaria de los productos y el rechazo hacia los pesticidas, vinculado a la creciente preferencia por productos orgánicos, forzarían a quien desea exportar a adoptar prácticas de conservación. En el caso del control biológico, ya que es una práctica que no requiere inversiones importantes en capital físico, es razonable que sea una técnica empleada por agricultores pequeños que desean exportar.

El análisis de elasticidades también muestra la importancia de la educación en la adopción de prácticas de conservación. Cabe señalar que la evaluación de elasticidades, en el caso de los niveles educativos, se ha realizado en comparación a un individuo que no ha logrado ninguno. Así, el logro de la educación primaria es significativo para la adopción de casi todas las prácticas de conservación consideradas; el de la educación secundaria, si bien no es significativo en algunos de los modelos de prácticas, como máximo nivel educativo tiene incluso mayor impacto en la probabilidad de adopción de ciertas prácticas de conservación. Por ejemplo, en la adopción combinada de riego tecnificado y uso de insecticidas biológicos, si la proporción de la población que ha alcanzado la primaria como máximo nivel educativo aumenta en 1%, la probabilidad de adoptar estas prácticas crece en 0,56%. Sin embargo, si la proporción de la población que ha alcanzado secundaria como máximo nivel educativo aumenta en 1%, la probabilidad de adoptar estas prácticas crece también en 1%. Estos impactos son aún mayores si es que solo se considera a productores con menos de diez hectáreas, pues el impacto porcentual de la educación secundaria para la misma combinación de prácticas llega a 1,83%.

Es necesario también referirse a la capacidad explicativa de cada modelo propuesto. Los valores del pseudo  $R^2$  muestran que gran parte de la variabilidad en la adopción de prácticas de conservación no está explicada. Esto podría deberse a variables omitidas en cada modelo. Entre estas se encontrarían las percepciones sobre los atributos específicos de las tecnologías, ya que ellas contribuyen significativamente a su adopción e intensidad (Adesina 1993). Tal como señalan Roco *et al.* (2014), la experiencia como agricultor y las rentabilidades pasadas son variables que la literatura sugiere como significativas, tal como se evidencia en la evaluación de la adopción de tecnología agroecológica utilizada en el cultivo de café en Perú (Novella y Salcedo 2006).

Otras variables económicas, como el precio del agua, el de los cultivos y los subsidios para la tecnología de irrigación (Ariel y Yaron 1992) podrían ser significativas. Las variables climáticas también lo son como determinantes de la adopción de prácticas de conservación (Di Falco *et al.* 2011), sobre todo si se considera el efecto positivo de la temperatura y la luminosidad en la velocidad de crecimiento y rendimiento de los turiones (Dean 1999; Faville *et al.* 1999; Keulder y Riedel 1996). Debido a que el Cenagro 2012 no recoge dicha información, estas variables no pueden ser incluidas en los modelos, pero se sugiere que en futuras investigaciones se tomen en cuenta para corroborar su significancia para la adopción de prácticas de conservación entre los productores de espárrago en la provincia de Ica.

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

1. En Ica, la dotación de agua es el factor restrictivo para el desarrollo agrícola. Por ello, el cultivo del espárrago ha evolucionado sobre la base del uso de sistemas de riego tecnificado (goteo, aspersión). Esto contrasta con otras zonas de producción de espárrago, por ejemplo La Libertad, donde el uso de sistemas de riego por gravedad aún es importante. Sin embargo, en Ica el agua subterránea ha estado expuesta a un ritmo de extracción tal que este recurso se podría comportar como no renovable en el futuro cercano, ya que su capacidad de regeneración es baja en relación a los requerimientos de extracción.
2. El espárrago se sirve de una variedad de servicios ecosistémicos, muchos de los cuales tienen el carácter de bien público, mientras que en otros casos son recursos de acceso libre y por ende los usuarios no están dispuestos a pagar por su conservación. De otro lado, existen servicios ecosistémicos que cambian su calidad por decisiones que terceros hicieron hace décadas (externalidades intergeneracionales). Por ejemplo, la radiación solar es un componente del servicio de regulación climática, cuya variabilidad continua podría afectar el desarrollo del espárrago en el largo plazo. Otro servicio ecosistémico importante para este cultivo es la provisión de agua, así como lo es el servicio de soporte (ciclo de nutrientes del suelo). Sobre la base de las decisiones de producción y selección de tecnología, estos servicios ecosistémicos se mantienen en cantidad y calidad tanto para el desarrollo del espárrago como para facilitar la sustitución de cultivos adecuados a las condiciones climáticas, la dotación de recursos y las oportunidades comerciales.
3. En Ica, se muestra que los productores de espárrago que operan como personas naturales tienen una probabilidad de adopción de prácticas de conservación de suelo y agua mayor en la medida en que tengan mayor nivel educativo, reciban asesoría y capacitación y accedan al crédito. Respecto de las prácticas de adopción evaluadas individualmente, aquellas variables que aumentan la probabilidad de adopción son la asociatividad en el caso del uso de insecticidas biológicos y el número de pozos y la venta al exterior en el caso del control biológico.
4. Los modelos de adopción de prácticas de conservación evaluados solo para productores con menos de veinte hectáreas que operan como personas naturales muestran la relevancia del TUA en el incremento de la probabilidad de adopción de prácticas, aunque este incremento es decreciente cuanto mayor sea el TUA.

5. Los modelos de adopción de combinaciones de prácticas de conservación reflejan que una mejor infraestructura de acceso al agua está correlacionada con una mayor adopción de distintas combinaciones de prácticas.
6. El caso de estudio ilustra que hay un campo amplio de investigación sobre la relación entre agricultura y servicios ecosistémicos. Sin embargo, se requiere incorporar en los sistemas de información nacional y regional el enfoque ecosistémico y redefinir la recopilación de la data correspondiente.

#### **4.2. Recomendaciones**

1. Diseñar e implementar programas de pasantías y jornadas de campo entre agricultores, los que deben permitir no solo el intercambio de buenas prácticas de conservación de suelo y agua, sino también el impulso de innovaciones en dicha materia. Para ello, se requiere la coordinación de esfuerzos entre productores organizados, instituciones proveedoras de servicios de asesoría técnica y capacitación, la empresa privada y el Gobierno Regional de Ica.
2. Elaborar estudios económicos que evidencien el costo-beneficio de la conservación de los servicios ecosistémicos tanto para el espárrago como para otros cultivos relevantes en Ica, cuyos resultados serían de utilidad en los programas de capacitación técnico-productiva para el productor.
3. Dado que los pequeños productores dependen principalmente del financiamiento provisto por Agrobanco o las cajas rurales, evaluar la incorporación de indicadores de adopción de prácticas de conservación de suelo (por ejemplo, control biológico) y manejo de agua (por ejemplo, reducción de huella hídrica) en los protocolos de evaluación del crédito y en el sistema de monitoreo. Ello permitiría realizar el seguimiento de indicadores de impacto asociados a la adopción de las referidas prácticas.
4. Diseñar programas de crédito innovadores articulados con capacitación y asesoría, en los que las tasas de interés se podrían vincular con los resultados de conservación de suelos, manejo de agua y mejora en productividad y acceso a mercados.
5. Revisar los mecanismos de fiscalización y manejo de pozos de agua subterránea para contar con un inventario actualizado de los pozos en uso y el nivel de mantenimiento de los mismos. De esa manera, se podría conocer mejor el nivel de esfuerzo de inversión que presiona sobre el acuífero y, con dicha base, revisar el sistema de tarifas que refleje la escasez relativa del agua subterránea.

6. Considerando los diversos riesgos que enfrenta la agricultura (por ejemplo, alteración climática, mercado de productos, mercado de insumos), mejorar los sistemas de información climática y alerta temprana y articularlos con los sistemas de información nacional con un enfoque ecosistémico y espacial. Ello no solo promoverá la investigación local y regional, sino que podría facilitar el diseño de sistemas de monitoreo sobre el manejo de suelos y agua.
7. Considerando la importancia de la educación, a partir del Gobierno Regional de Ica, la Dirección Regional de Educación y el Ministerio de Educación, incorporar el enfoque de servicios ecosistémicos y su relación con el desarrollo y la agricultura sostenible, tanto en el ámbito nacional como en el regional. El diseño de casos y ejemplos facilitaría un proceso de aprendizaje significativo sobre dicha relación.
8. Articular esfuerzos entre el sector privado y la academia para elaborar casos sobre la base de la experiencia internacional referida a la integración de los servicios ecosistémicos en la planificación agrícola, específicamente en los ecosistemas de desierto. Dichos resultados de investigación también podrían orientar la formulación de políticas públicas que incentiven las prácticas de conservación de suelo y agua.
9. Fortalecer, en la política agrícola, la integración de los servicios ecosistémicos y su gestión eficiente como un componente para mejorar la productividad agrícola y reducir la pobreza rural.

**TRABAJOS CITADOS**

ABDULAI, Awudu; Victor OWUSU y John-Eudes BAKANG

2011 «Adoption of Safer Irrigation Technologies and Cropping Patterns: Evidence from Southern Ghana». En: *Ecological Economics*, vol. 70, N° 7, pp. 1415-1423.

ABEBAW, Degnet y Mekbib HAILE

2013 «The Impact of Cooperatives on Agricultural Technology Adoption: Empirical Evidence from Ethiopia». En: *Food Policy*, vol. 38, N° 1, pp. 82-91.

ADESINA, Akinwumi

1993 «Technology Characteristics, Farmers' Perceptions and Adoption Decisions: A Tobit Model Application in Sierra Leone». En: *Agricultural Economics*, vol. 9, N° 4, pp. 297-311.

ALLEN, Richard; Luis PEREIRA; Dirk RAES y Martin SMITH

1998 «Crop Evapotranspiration. Guidelines for Computing Crop Water Requirements». FAO Irrigation and Drainage, documento de trabajo N° 56. Roma: FAO.

ANA

2009 *Diagnóstico situacional de recarga de acuíferos*. Lima: ANA.

ARIEL, Dinar y Dan YARON

1992 «Adoption and Abandonment of Irrigation Technologies». En: *Agricultural Economics*, vol. 6, N° 4, pp. 315-332.

BACHMANN, Kenneth

1952 «Theories and Techniques in Aggregative Analysis in Farm Management». En: *Journal of Farm Economics*, vol. 34, N° 5, pp. 787-795.

BAG, Dinabandhu

2000 «Pesticides and Health Risks». En: *Economic and Political Weekly*, vol. 35, N° 38, pp. 3381-3383.

BAKER, Justin; Brian MURRAY; Bruce MCCARL; Siyi FENG y Robert JOHANSSON

2012 «Implications of Alternative Agricultural Productivity Growth Assumptions on Land Management, Greenhouse Gas Emissions, and Mitigation Potential». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 95, N° 2, pp. 435-441.

BARBIER, Edward

2007 «Valuing Ecosystem Services as Productive Inputs». En: *Economic Policy*, vol. 22, N° 49, pp. 177-229.

BOAHENE, Kwasi; Tom SNIJDERS y Henk FOLMER

1999 «An Integrated Socioeconomic Analysis of Innovation Adoption: The Case of Hybrid Cocoa in Ghana». En: *Journal of Policy Modeling*, vol. 21, N° 2, pp. 167-184.

BORMANN, Herbert y Gene LIKENS

1967 «Nutrient Cycling». En: *Science*, vol. 155, N° 3761, pp. 424-429.

BOSCH, Darrell y James PEASE

2000 «Economic Risk and Water Quality Protection in Agriculture». En: *Review of Agricultural Economics*, vol. 22, N° 2, pp. 438-463.

BUCHANAN, James y Craig STUBBLEBINE

1962 «Externality». En: *Economica*, vol. 29, N° 116, pp. 371-384.

CEPAL

2009 *Istmo centroamericano: efecto del cambio climático sobre la agricultura*. México DF: Cepal.

CONANT, Richard; Keith PAUSTIAN y Edward ELLIOTT

2001 «Grassland Management and Conversion into Grassland: Effects on Soil Carbon». En: *Ecological Applications*, vol. 11, N° 2, pp. 343-355.

COOPER, Peter; Sidsel CAPPIELLO; Sonja VERMEULEN; Bruce CAMPBELL; Robert ZOUGMORÉ y James KINYANGI

2013 *Large-scale Implementation of Adaptation and Mitigation Actions in Agriculture*. Copenhagen: CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security.

DASGUPTA, Susmita; Craig MEISNER y David WHEELER

2007 «Is Environmentally Friendly Agriculture Less Profitable for Farmers? Evidence on Integrated Pest Management in Bangladesh». En: *Review of Agricultural Economics*, vol. 29, N° 1, pp. 103-118.

DAY, Richard

1969 «More on the Aggregation Problem: Some Suggestions». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 51, N° 3, pp. 673-675.

DEAN, B. B.

1999 «The Effect of Temperature on Asparagus Spear Growth and Correlation of Heat Units Accumulated in the Field with Spear Yield». En: *Acta Horticulturae*, vol. 479, pp. 289-295.

DE GRYZE, Steven; Adam WOLF; Stephen KAFFKA; Jeff MITCHELL; Dennis ROLSTON; Stephen TEMPLE; Juhwan LEE y Johan SIX

2010 «Simulating Greenhouse Gas Budgets of Four California Cropping Systems under Conventional and Alternative Management». En: *Ecological Applications*, vol. 20, N° 7, pp. 1805-1819.

DHAKA, J.

2009 *Economics of Agricultural Production and Farm Management*. India: Aavishkar Publishers.



DI FALCO, Salvatore; Marcella VERONESI y Mahmud YESUF

- 2011 «Does Adaptation to Climate Change Provide Food Security? A Micro-perspective from Ethiopia». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 93, N° 3, pp. 829-846.

EL-NAZER, Talaat y Bruce MCCARL

- 1986 «The Choice of Crop Rotation: A Modeling Approach and Case Study». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 68, N° 1, pp. 127-136.

EPA

- 2014 «Pesticides: Regulating Pesticides». EPA. Fecha de consulta: 22/11/2014. <<http://www.epa.gov/agriculture/tbio.html>>.

FAO

- 2014 «El cambio climático, las plagas y las enfermedades transfronterizas». FAO. Fecha de consulta: 5/4/2014. <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0142s/i0142S06.pdf>>.

2003 *Agriculture, Food and Water*. Roma: FAO.

1997 *Lucha contra la contaminación agrícola de los recursos hídricos*. Burlington: Canada Centre for Inland Waters.

1993a *Soil Tillage in Africa: Needs and Challenges*. Roma: FAO-Information Division.

1993b *Erosión de suelos en América Latina*. Roma: FAO.

FAVILLE, Marty; Silvester WARWICK; Allan GREEN y William JERMYN

- 1999 «Photosynthetic Characteristics of Three Asparagus Cultivars Differing in Yield». En: *American Society of Agronomy*, vol. 39, N° 4, pp. 1070-1077.

FISHER, Ernest

- 1958 «Economic Aspects of Urban Land Use Patterns». En: *The Journal of Industrial Economics*, vol. 6, N° 3, pp. 198-208.

FLEISCHER, Aliza; Ivgenia LICHTMAN y Robert MENDELSON

- 2007 «Climate Change, Irrigation, and Israeli Agriculture: Will Warming be Harmful?». En: *Ecological Economics*, vol. 65, N° 3, pp. 508-515.

GABRIEL, Stephen y Chester Bird BAKER

- 1980 «Concepts of Business and Financial Risk». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 62, N° 3, pp. 560-564.

GOBIERNO REGIONAL DE ICA

- 2007 *Diagnóstico de la Región Ica*. Ica: Gobierno Regional de Ica.

HOLTON, Glyn

- 2004 «Defining Risk». En: *Financial Analysts Journal*, vol. 60, N° 6, pp. 19-25.

HUAMÁN, Martha

- 1997 «Mercado de aguas: alcances y limitaciones en el valle de Ica». En: *Perú: el problema agrario en debate*. Sepia VI, vol. 6, pp. 69-92.

INEI, INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA

- 2012 *Censo Nacional Agropecuario. CENAGRO*. Lima: INEI / Minagri.

IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE

- 2014 «Summary for Policymakers». En: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC 5th Assessment Report. Changes to the Underlying Scientific/Technical Assessment*. Cambridge: IPCC.
- 2013 «Summary for Policymakers». En: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: IPCC.

ISAT, INSTITUTO SALUD Y TRABAJO

- 2005 *Condiciones de trabajo y salud de las mujeres trabajadoras de la agroindustria del espárrago, región Ica*. Lima: ISAT.

JAENICKE, Edward y Laura LENGNICK

- 1999 «A Soil-Quality Index and Its Relationship to Efficiency and Productivity Growth Measures: Two Decompositions». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 81, N° 4, pp. 881-893.

KEULDER, P. C. y C. A. H. RIEDEL

- 1996 «Influence of Low Temperatures During Harvest on Asparagus Yield». En: *Acta Horti*, vol. 415, pp. 45-49.

KOUNDOURI, Phoebe; Céline NAUGES y Vangelis TZOUVELEKAS

- 2006 «Technology Adoption under Production Uncertainty: Theory and Application to Irrigation Technology». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 88, N° 3, pp. 657-670.

LANE, Annie y Andy JARVIS

- 2007 *Changes in Climate will Modify the Geography of Crop Suitability: Agricultural Biodiversity can Help with Adaptation*. Roma: ICRISAT.

LAVE, Lester

- 1964 «Technological Change in U.S. Agriculture: The Aggregation Problem». En: *Journal of Farm Economics*, vol. 46, N° 1, pp. 200-217.

LIFENG, Hu; Li HONGWEN y Zhang XUEMIN

- s. f. *Using Conservation Tillage to Reduce Greenhouse Gas Emission in Northern China*. Pekin: China Agricultural University.

MA

- 2005a *Ecosystems and Human Well-Being: A Framework for Assessment*. Washington: Island Press.

- 2005b *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends*. Washington: Island Press.
- 2005c *Ecosystems and Human Well-being: General Synthesis*. Washington: Island Press.
- MAHUL, Olivier
- 2001 «Optimal Insurance against Climatic Experience». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 83, N° 3, pp. 593-604.
- MARAÑÓN, Boris
- 1994 «Cambios sociales en las zonas de agroexportación en el Perú, costa norte». En: *Perú: el problema agrario en debate. Sepia V*, vol. 5, pp. 221-240.
- MARSHALL, Graham
- 2009 «Polycentricity, Reciprocity, and Farmer Adoption of Conservation Practices under Community-based Governance». En: *Ecological Economics*, vol. 68, N°5, pp. 1507-1520.
- MBA, Chikelu; Elcio GUIMARAES y Kakoli GHOSH
- 2012 «Re-orienting Crop Improvement for the Changing Climatic Conditions of the 21st Century». En: *Agriculture & Food Security*, vol. 1, pp. 1-17.
- MCCONNELL, Kenneth
- 1983 «An Economic Model of Soil Conservation». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 65, N° 1, pp. 83-89.
- MENAPACE, Luisa; Gregory COLSON y Roberta RAFFAELLI
- 2012 «Risk Aversion, Subjective Beliefs and Farmer Risk Management Strategies». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 95, N° 2, pp. 384-389.
- MENDELSON, Robert y Ariel DINAR
- 2003 «Climate, Water and Agriculture». En: *Land Economics*, vol. 79, N° 3, pp. 328-341.
- MOORE, Charles
- 1961 «A General Analytical Framework for Estimating the Production Function for Crops Using Irrigation Water». En: *Journal of Farm Economics*, vol. 43, N° 4, pp. 876-888.
- MOSS, Charles
- 2010 *Risk, Uncertainty, and the Agricultural Firm*. Singapur: World Scientific Publishing Co.
- MUNDLAK, Yair y René HELLINGHAUSEN
- 1982 «The Intercountry Agricultural Production Function: Another View». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 64, N° 4, pp. 664-672.
- NOVELLA, Rafael y Rodrigo SALCEDO
- 2006 «Determinantes de la adopción de tecnologías de producción orgánica: el caso del café». En: *Perú: el problema agrario en debate. Sepia XI*, vol. 11, pp. 57-93.

ORÉ, María; David BAYER; Javier CHIONG y Eric RENDÓN

2011 «Emergencia hídrica y explotación del acuífero en un valle de la costa peruana: el caso de Ica». En: *Perú: el problema agrario en debate. Sepia XIV*, vol. 14, pp. 584-613

OURY, Bernard

1965 «Allowing for Weather in Crop Production Model Building». En: *Journal of Farm Economics*, vol. 47, N° 2, pp. 270-283.

PARENTE, Stephen y Edward PRESCOTT

1994 «Barriers to Technology Adoption and Development». En: *Journal of Political Economy*, vol. 102, N° 2, pp. 298-321.

PARIS, Quirino

1981 «Perfect Aggregation and Disaggregation of Complementarity Problems: Reply». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 63, N° 4, pp. 756-757.

PFEIFFER, Lisa y Cynthia LIN

2014 «Does Efficient Irrigation Technology Lead to Reduced Groundwater Extraction? Empirical Evidence». En: *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 67, N° 2, pp. 189-208.

PIGOU, Arthur

1951 «Some Aspects of Welfare Economics». En: *The American Economic Review*, vol. 41, N° 3, pp. 287-302.

PLADES, PROGRAMA LABORAL DEL DESARROLLO

2007 *El boom del espárrago: un estudio sobre el «trabajo decente» en Ica*. Lima: Plades-Área de Globalización y Trabajo Decente.

PRATO, Tony

1990 «Economic Feasibility of Conservation Tillage with Stochastic Yields and Erosion Rates». En: *North Central Journal of Agricultural Economics*, vol. 12, N° 2, pp. 333-344.

PULGAR VIDAL, Javier

1979 *Las ocho regiones naturales del Perú*. Lima: Universo.

PURVIS, Amy; William BOGGESE; Charles MOSS y John HOLT

1995 «Technology Adoption Decisions under Irreversibility and Uncertainty: An "ex ante" Approach». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 77, N° 3, pp. 541-551.

RANJAN DAS, Sanjiv y Raman UPPAL

2004 «Systemic Risk and International Portfolio Choice». En: *The Journal of Finance*, vol. 59, N° 6, pp. 2809-2834.

ROBERTS, Michael; Wolfram SCHLENKER y Jonathan EYER

2012 «Agronomic Weather Measures in Econometric Models of Crop Yield with Implications for Climate Change». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 95, N° 2, pp. 236-243.

ROCO, Lisandro; Alejandra ENGLER; Boris BRAVO-URETA y Alberto JARA-ROJAS

2014 «Farm Level Adaptation Decisions to Face Climatic Change and Variability: Evidence from Central Chile». En: *Environmental Science & Policy*, vol. 44, N° 1, pp. 86-96.

ROSE, Steven; Alla GOLUB y Brent SOHNGEN

2012 «Total Factor and Relative Agricultural Productivity and Deforestation». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 95, N° 2, pp. 426-434.

ROSEGRANT, Mark; Jawoo KOO; Nicola CENACCHI; Claudia RINGLER; Richard ROBERTSON; Myles FISHER; Cindy COX; Karen GARRETT; Nicostrato PEREZ y Pascale SABBAGH

2014 *Food Security in a World of Natural Resource Scarcity. The Role of Agricultural Technologies*. Washington DC: Ifpri.

SCHWARTZ, Paul y Waldemar KLASSEN

1980 «Pests». En: *The Antioch Review*, vol. 38, N° 4, pp. 493-515.

SENAMHI, SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

2008 *Guía climática turística*. Lima: Senamhi.

SHAH, Mihir

1999 «Synthesis of Ecology and Economics Towards a New Theoretical Paradigm». En: *Economic and Political Weekly*, vol. 34, N° 46, pp. 3293-3298.

SHERIFF, Glenn

2005 «Efficient Waste? Why Farmers Over-apply Nutrients and the Implications for Policy Design». En: *Review of Agricultural Economics*, vol. 27, N° 4, pp. 542-557.

SHETTY, Paddu Krishnappa

2004 «Socio-ecological Implications of Pesticide Use in India». En: *Economic and Political Weekly*, vol. 39, N° 49, pp. 5261-5267.

STAVINS, Robert

2011 «The Problem of the Commons: Still Unsettled after 100 Years». En: *The American Economic Review*, vol. 101, N° 1, pp. 81-108.

STEDUTO, Pasquale; Dirk RAES; Theodore HSIAO y Elias FERERES

2012 *Crop Yield Response to Water*. Roma: FAO.

STONEMAN, Paul y Myung Joong KWON

1996 «Technology Adoption and Firm Profitability». En: *The Economic Journal*, vol. 106, N° 437, pp. 952-962.

STOVALL, John

1966 «Sources of Error in Aggregate Supply Estimates». En: *Journal of Farm Economics*, vol. 48, N° 2, pp. 477-480.

SWINTON, Scott; Frank LUPI; Philip ROBERTSON y Stephen HAMILTON

2007 «Ecosystem Services and Agriculture: Cultivating Agricultural Ecosystems for Diverse Benefits». En: *Ecological Economics*, vol. 64, pp. 245-252.

SWINTON, Scott; Frank LUPI; Philip ROBERTSON y Douglas LANDIS

2006 «Ecosystem Services from Agriculture: Lookin Beyond the Usual Suspects». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 88, N° 5, pp. 1160-1166.

TAMINI, Lota

2011 «A Nonparametric Analysis of the Impact of Agri-environmental Advisory Activities on Best Management Practice Adoption: A Case Study of Québec». En: *Ecological Economics*, vol. 70, N° 7, pp. 1363-1374.

TESFAYE, Abonesh y Roy BROUWER

2012 «Testing Participation Constraints in Contract Design for Sustainable Soil Conservation in Ethiopia». En: *Ecological Economics*, vol. 73, N° 1, pp. 168-178.

THAMARAJAKSHI, R.

1992 «Some Aspects of Environmental Accounting». En: *Economic and Political Weekly*, vol. 27, N° 47, pp. 2533-2534.

TURVEY, Calum

2001 «Weather Derivatives for Specific Event Risks in Agriculture». En: *Review of Agricultural Economics*, vol. 23, N° 2, pp. 333-351.

UNEP

2012 *GEO 5 Global Environment Outlook*. Malta: Progress Press Ltd.

2011 *Towards a Green Economy*. Nairobi: UNEP.

2010 *TEEB. La economía de los ecosistemas y la biodiversidad para las autoridades regionales y locales*. Malta: Progress Press.

2006 *Global Deserts Outlook*. Nairobi: UNEP-Division of Early Warning and Assessment.

USAID, UNITED STATES AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT

2011 *Peru Climate Change Vulnerability and Adaptation Desktop Study*. Washington: International Resources Group.

VALCÁRCEL, Marcel

2003 *Nuevas relaciones sociales entre los productores, la industria agroexportadora y las ONG en el sector agrario peruano*. Lovaina: Presses Universitaires de Louvain.

2002 «Agroexportación no tradicional, sistema esparraguero, agricultura de contrata y ONG». En: *Debate Agrario*, vol. 34, pp. 29-44.

VANDERMEER, John

1995 «The Ecological Basis of Alternative Agriculture». En: *Annual Review of Ecology and Systematics*, vol. 26, pp. 201-224.

YIN, Pai-Lin; Timothy BRESNAHAN y Pai-Ling YIN

2005 «Economic and Technical Drivers of Technology Choice: Browsers». En: *Annales d'Économie et de Statistique*, vol. 79, pp. 629-670.

ZHENGFEI, Guan; Alfons OUDE; Martin VAN ITTERSUM y Ada WOSSINK

2006 «Integrating Agronomic Principles into Production Function Specification: A Dichotomy of Growth Inputs and Facilitating Inputs». En: *American Journal of Agricultural Economics*, vol. 88, N° 1, pp. 203-214.

#### **Bases de datos**

ANA

Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos. <<http://www.ana.gob.pe/sistema-nacional-de-informacion-de-recursos-hidricos.aspx>>.

FAOSTAT

<<http://faostat3.fao.org/home/E>>.

MINAGRI

Series históricas de producción agrícola. Compendio estadístico. <<http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/>>.

SIICEX, SISTEMA INTEGRADO DE INFORMACIÓN DE COMERCIO EXTERIOR

PromPeru Stat. <<http://www.siicex.gob.pe/promperustat/>>.