

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES



¿Es el sector agroexportador de Ica sostenible?

Un análisis econométrico de servicios ecosistémicos en el desierto de Ica

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE LICENCIADA EN ECONOMÍA

AUTOR

Claudia Alejandra Torres Gutiérrez

ASESOR

Alan Carsol Bernabe Fairlie Reinoso

Lima, octubre de 2020

RESUMEN

La contradicción que establece un sector de exportación agrícola ubicado en una zona con el ecosistema de un desierto levanta muchas dudas sobre la situación del principal recurso del que dependen, tanto el sector como los pobladores que en ella habitan. En Ica, zona central de la costa peruana, tuvo lugar a inicios de los 2000 lo que se denominó boom agroexportador peruano, donde luego surgirían una serie de conflictos debido al problema de escasez de agua que se presentó en la zona. En términos de servicios ecosistémicos, surgen dudas sobre la sostenibilidad del sector, dada la sobreexplotación de agua, recurso necesario para la producción. El boom podría haber tenido un efecto sobre la importancia que dan los agricultores a conservar el agua, más particularmente en las decisiones que toman respecto al manejo del recurso hídrico. Este estudio busca, a través de un análisis econométrico, medir el impacto que ha tenido el boom agroexportador sobre las decisiones de conservación de agua para la producción agrícola. Los principales resultados del análisis aceptan la hipótesis de que el boom, tuvo una significativa influencia sobre la decisión de los agricultores de usar tecnologías para riego en favor del recurso hídrico. Sin embargo, solo para quienes pueden permitirse su uso para la agricultura, se descubre también que el grupo de unidades agropecuarias que no tienen producción en sus parcelas acusan ser la falta de agua el principal motivo por el que no tienen siembra, jugando el boom agroexportador un rol decisivo en esta conclusión.

Palabras clave: agricultura en comercio internacional, agroindustria, medioambiente y comercio, servicios ecosistémicos

“Civilized man was nearly always able to become master of his environment temporarily. His chief troubles came from his delusions that his temporary master ship was permanent. He thought of himself as "master of the world", while failing to understand fully the laws of nature.”

“El hombre civilizado fue casi siempre capaz de volverse dueño de su ambiente temporalmente. Sus problemas principales resultaron de sus delirios de que su nave maestra temporal era permanente. Él se pensó a sí mismo como “amo del mundo”, fallando en entender completamente las leyes de la naturaleza.”

“Man, whether civilised or savage, is a child of nature - he is not the master of nature. He must conform his actions to certain natural laws if he is to maintain his dominance over his environment. When he tries to circumvent the laws of nature, he usually destroys the natural environment that sustains him. And when his environment deteriorates rapidly, his civilization declines.”

“El hombre, ya sea salvaje o civilizado, es un hijo de la naturaleza – él no es su dueño. Él debe conformar sus acciones a ciertas reglas naturales si desea mantener su dominancia sobre su ambiente. Cuando él trata de evitar las reglas de la naturaleza, usualmente destruye el ambiente natural que lo sostiene. Y cuando su ambiente se deteriora rápidamente, su civilización declina.”

Dale and Gill Carter: 1974 [1899]

AGRADECIMIENTOS

No habría podido ser quien soy hoy si me faltara alguno de mis papás y por ambos modelos a quienes admirar estoy muy agradecida. Gracias a mi papá quien realmente hizo hasta lo imposible para mantenerme en esta universidad, y muchas gracias a mi mamá que me apoyó siempre para poder concluir esta etapa. Gracias a mi madrina quien también me apoyó muchísimo para que pudiera terminar mi carrera; a Joan, tía Elena, y al resto de mi familia que me apoyan y brindan todo su cariño; a mis amigos y novio, que han sido piezas clave en alguna etapa, tanto de mi vida como de mi carrera universitaria. Les agradezco infinitamente a todos.

Agradezco también el apoyo de mi asesor, el profesor Alan Fairlie, por guiarme en este trabajo y brindarme su apoyo siempre en todas las decisiones que tomaba. Gracias a Juan León, por tomarse el tiempo de revisar conmigo los resultados, la parte econométrica y responder siempre mis preguntas. Asimismo, a Cesar Huaroto por brindarme siempre ideas y soluciones desde el inicio de la creación de esta tesis. También, agradezco al profesor Jose Carlos Silva, quien me brindó sus comentarios como jurado para la sustentación de esta tesis.

ÍNDICE

1.	<u>INTRODUCCIÓN</u>	9
2.	<u>BOOM AGROEXPORTADOR</u>	13
2.1.	<u>EL CASO PERUANO</u>	13
2.2.	<u>EL CASO DE ICA</u>	18
3.	<u>EL PROBLEMA DE ESCASEZ DE AGUA</u>	25
4.	<u>MARCO TEÓRICO</u>	36
4.1.	<u>CONCEPTOS DE ECONOMÍA AMBIENTAL</u>	36
4.2.	<u>ECONOMÍA Y AMBIENTE</u>	40
5.	<u>REVISIÓN DE LITERATURA</u>	44
6.	<u>METODOLOGÍA</u>	54
6.1.	<u>SOBRE LA BASE DE DATOS</u>	57
6.2.	<u>MÉTODO DE EVALUACIÓN DE IMPACTO</u>	60
6.2.1.	<u>MÉTODO DE EMPAREJAMIENTO O PROPENSITY SCORE MATCHING</u>	69
6.3.	<u>OBJETIVOS</u>	71
6.4.	<u>ESTRATEGIA DE IDENTIFICACIÓN</u>	74
6.5.	<u>SUPERANDO EL SUPUESTO DE CI</u>	77
6.6.	<u>EMPAREJAMIENTO</u>	81
6.7.	<u>SUPUESTOS Y LIMITACIONES</u>	88
7.	<u>RESULTADOS</u>	89
7.1.	<u>GRUPOS COMPARABLES</u>	89
7.2.	<u>IMPACTO DEL BOOM AGROEXPORTADOR</u>	94

7.2.1. <u>USO DE RIEGO TECNIFICADO</u>	94
7.2.2. <u>FALTA DE AGUA PARA SIEMBRA</u>	95
8. <u>CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN</u>	97
9. <u>REFERENCIAS</u>	102
10. <u>ANEXOS</u>	109
<u>ANEXO 1</u>	109
<u>ANEXO 2</u>	110
<u>ANEXO 3</u>	112
<u>ANEXO 3</u>	113

GRÁFICOS

<u>Gráfico 1. Índice del PBI total y agrícola</u>	16
<u>Gráfico 2. Exportaciones agrícolas y agropecuarias (valores FOB en millones de dólares americanos</u>	17
<u>Gráfico 3. Población económicamente activa ocupada por actividad económica</u> ..	18
<u>Gráfico 4. Valor bruto de la producción agrícola y agropecuaria (miles de soles de 2007)</u>	19
<u>Gráfico 5. Valor bruto de la producción agrícola y agropecuaria (miles de soles de 2007) para el departamento de Ica del año 2018</u>	20
<u>Gráfico 6. Porcentaje de ocupación por sectores del departamento de Ica del año 2018</u>	21

<u>Gráfico 7. Producción de los principales productos de agroexportación del departamento de Ica en toneladas métricas.....</u>	<u>22</u>
<u>Gráfico 8. Variable de resultado luego del tratamiento</u>	<u>62</u>
<u>Gráfico 9. Variable de resultado tratamiento y contrafactual.....</u>	<u>66</u>
<u>Gráfico 10. Balanceo entre distritos tratados y controles antes y después del emparejamiento.....</u>	<u>79</u>
<u>Gráfico 11. Distribución de los puntajes de propensión antes y después del emparejamiento, para la variable uso de riego tecnificado.....</u>	<u>91</u>
<u>Gráfico 12. Distribución de los puntajes de propensión antes y después del emparejamiento, para la variable motivo por el que no siembre la superficie agrícola.....</u>	<u>92</u>

TABLAS

<u>Tabla 1. Precio en chacra y de exportación de los principales productos de agroexportación del departamento de Ica (soles por kilo).....</u>	<u>23</u>
Tabla 2. Características de los agricultores de Ica.....	33
Tabla 3. Servicios ecosistémicos de provisión y regulación de agua.....	39
Tabla 4. Módulos relevantes usados para formar la base de datos final.....	58
Tabla 5. Estadísticos descriptivos del CENAGRO 2012 del departamento de Ica..	59
Tabla 6. Covariables usadas en estudios de emparejamiento previos para Perú..	68

Tabla 7. Distribución de centros de producción en distritos agroexportadores del departamento de Ica.....	75
Tabla 8. Distritos tratados y controles del departamento de Ica en el estudio de Zana (2012).....	76
Tabla 9. Características relevantes para el emparejamiento de distritos (1994)...	78
Tabla 10. Balanceo entre distritos tratados y controles antes y después del emparejamiento	80
Tabla 11. Estadísticos descriptivos de la muestra final en base a CENAGRO 2012.....	82
Tabla 12. Distribución de la variable motivo en la base final.....	86
Tabla 13. Estadísticos descriptivos de la muestra final para la variable motivo en base a CENAGRO 2012.....	86
Tabla 14. Covariables utilizadas para ambas estimaciones.....	89
Tabla 15. Distribución de observaciones dentro del soporte común para algoritmos de emparejamiento diferentes, para la variable riego tecnificado.....	90
Tabla 16. Distribución de observaciones dentro del soporte común para algoritmos de emparejamiento diferentes, para la variable motivo por el que no tiene siembra la superficie agrícola.....	90
Tabla 17. Estadísticos de covariables de ambas estimaciones antes y después del emparejamiento	93
Tabla 18. Resultados del impacto del boom agroexportador sobre el uso de riego tecnificado.....	94
Tabla 19. Resultados del impacto del boom agroexportador sobre si el motivo por el cual no usa la superficie agrícola es por falta de agua.....	95

1. INTRODUCCIÓN

Desde los años noventa, el Perú tuvo un giro en sus políticas de estado, cuando se inicia la era de políticas neoliberales en el país. Particularmente para el caso del sector agrícola, se propician una serie de condiciones, entre regímenes tributarios y laborales preferenciales, el aumento de la demanda externa por ciertos productos, que, junto con los esfuerzos del Estado, permitieron lo que hoy se conoce como boom agroexportador. El valle de Ica es el emblema de este fenómeno, una zona tradicionalmente agrícola, se ve beneficiada por dichas reformas logrando que se produzca la expansión de este sector hacia el desierto del departamento, atraídos por la estable fuente de agua de buena calidad que proveen los acuíferos de Ica. Pronto, se asienta un sector agroexportador que abarca la mayor parte de la zona y generan ingresos muy altos en favor del PBI del departamento. Los hechos nos cuentan cómo, hasta la fecha, el sector agroexportador de la zona ha tenido tasas exponenciales de crecimiento, marcando una fuerte diferencia entre dicho sector y el sector agrícola de productos tradicionales, que en lugar de exportar sus productos dedica la mayor parte de ellos al mercado nacional, manteniéndose al margen de este veloz crecimiento. Los productos escogidos por la demanda externa fueron específicamente cultivos intensivos en uso de agua como el espárrago, la palta, mango, entre otros.

Contrariamente a las características de dichos cultivos, el ecosistema de Ica es el de un desierto. Este hecho no tardó en tener efectos sobre el agua del subsuelo que se utiliza para la producción, en 2008 se impuso por primera vez la veda de perforación de nuevos pozos en la zona y en 2012 se establece al Valle en estado

de emergencia hídrica. En este contexto, se identifican dos grupos dentro del departamento: las grandes empresas agroexportadoras, caracterizadas por sus amplias hectáreas acumuladas de producción, su acceso a capital y recursos para acceder al agua subterránea, y alto nivel de influencia política; mientras que por otro lado, se encuentran los agricultores independientes, entre medianos y pequeños, que no cuentan con los mismos recursos para acceder al agua subterránea de la misma manera que el otro grupo, pues los pozos que tenían se han secado o han sido vendidos, por lo que deben producir también con agua superficial, y dedican la mayor parte su producción al mercado nacional. El conflicto que se ocasionó en Ica debido al agua escaló a nivel de tribunales internacionales y no se mantuvo solo dentro del departamento, sino que se vieron implicadas otras zonas de cuencas altas de las cuales se planteaba traer agua para el beneficio de la agroexportación.

El crecimiento del sector no sido capaz de beneficiar a todos por igual y existe un claro grupo de poder dentro de Ica. Sobre estas grandes empresas, los datos registran crecimientos exponenciales, que no caracterizan también al grupo de pequeños y medianos agricultores, o la agricultura tradicional del departamento, a pesar de que el sector agroexportador si ha sido capaz de absorber a la mano de obra local, no ha generado gran impacto en el nivel de desigualdad de la zona, mucho menos en términos ambientales. Estudios anteriores, han dedicado sus esfuerzos a realizar análisis cuantitativos del nivel de ingresos, empleos y línea de pobreza; que demuestran que el boom ha tenido efectos, en líneas generales, positivos para la zona. Sin embargo, este estudio plantea adoptar un enfoque de servicios ecosistémicos en el que se incluyan variables que relacionen este boom

con el contexto de escasez hídrica de la zona, que además nos permita caracterizar a pequeños y medianos agricultores, sobre quienes no se tiene muy claro aún el estado en el que se encuentran, ni el efecto que ha tenido el boom sobre ellos.

Este estudio, inicia con un detallado análisis de indicadores de crecimiento y empleo para caracterizar lo que se ha denominado boom agroexportador, luego hablaremos sobre el problema de escasez de agua de Ica, en el que se diferencian a los dos grupos de agricultores que son actores principales del conflicto por agua que ocurre dentro del departamento. Luego, se definen ciertos conceptos que ayudaran a entender mejor los estudios previos en los cuales se base este análisis. Después, se evalúa, en función de investigaciones pasadas, los resultados que se han obtenido del análisis del boom agroexportador sobre indicadores que no incluyen variables ambientales en el análisis; para luego, adentrarnos en la literatura que si incluye esta variable. Al final de esta sección, nos concentramos en la literatura que se dedica a modelar decisiones de adaptación al cambio climático representadas por indicadores como uso de riego tecnificado.

Nuestro análisis, luego desarrolla una sección en la que se explica el método de emparejamiento, que finalmente será la metodología que se utilizará para medir el impacto del boom agroexportador sobre dichas decisiones que se toman respecto al cuidado del recurso hídrico; mientras que, se analiza también si el boom ha tenido efecto en el acceso al agua para la producción agrícola de nuestro grupo de estudio, mediante el uso del Censo Nacional Agropecuario del año 2012. Los resultados finales, demuestran en efecto, que la población de pequeños y medianos agricultores que han tenido en algún momento acceso al agua subterránea, se han

visto afectados por el boom de manera negativa, en términos de acceso al recurso hídrico. Mientras que, por otro lado, si han logrado adoptar, lo que denominaremos medidas de adaptación al cambio climático, nuevamente, por los efectos del boom agroexportador, pero solo para un grupo pequeño de ellos. Las conclusiones finales, nos permiten entender que el estado de los agricultores, representados en nuestro análisis, no es muy bueno en términos de sostenibilidad hídrica de uso del agua, a pesar de que han logrado adoptar medidas para contrarrestar los efectos del estrés hídrico que ocurre en la zona.



2. BOOM AGROEXPORTADOR

2.1 El caso peruano

La década de los noventa presenta un panorama nunca antes visto en la historia del Perú. Las circunstancias dan paso a que el entonces presidente Alberto Fujimori de inicio a una nueva era de políticas neoliberales. Se apuesta por atraer capitales de inversión externos al país, más específicamente, uno de los sectores a los que apuntaban estas políticas fue la agricultura de exportación. De entre los más antiguos y tradicionales, es el sector que encontraría una puerta abierta, con la implementación de dichas políticas.

El 30 de octubre del 2000, se promulga la Ley que aprueba las normas del sector agrario, ley N°27360, en la que se declara como “interés prioritario la inversión y desarrollo del sector agrícola” (Congreso de la república: 2000). Dicha ley entra en vigencia a partir de enero del año 2001, entre sus diferentes artículos se brindan regímenes laborales y tributarios diferenciados en favor de la promoción agrícola, los artículos del siete al once son las modificaciones del régimen laboral que se brindaría para caso específico de la agricultura; mientras que los artículos cuatro, cinco y seis hablan sobre las particularidades brindadas sobre los impuestos a la renta y general a las ventas.

“Artículo 4°.— Impuesto a la Renta: (...)

4.2 Para efecto del Impuesto a la Renta, las personas naturales o jurídicas que estén comprendidas en los alcances del presente dispositivo podrán depreciar, a razón de 20% (veinte por ciento) anual, el monto de las inversiones en obras de infraestructura hidráulica y obras de riego que realicen durante la vigencia de la presente Ley.

Artículo 5°.—Impuesto General a las Ventas (...)

Las personas naturales o jurídicas comprendidas en los alcances del presente dispositivo, que se encuentren en la etapa preproductiva de sus inversiones, podrán recuperar anticipadamente el Impuesto General a las Ventas, pagados por las adquisiciones de bienes de capital, insumos, servicios y contratos de construcción, de acuerdo a los montos, plazos, cobertura, condiciones y procedimientos que se establezcan en el Reglamento.

Artículo 7°.— Contratación Laboral

7.2 Los trabajadores a que se refiere el presente artículo se sujetarán a un régimen que tendrá las siguientes características especiales:

a) Tendrán derecho a percibir una remuneración diaria (RD) no menor a S/. 16.00 (dieciséis y 00/100 Nuevos Soles), siempre y cuando laboren más de 4 (cuatro) horas diarias en promedio. Dicha remuneración incluye a la Compensación por Tiempo de Servicios y las gratificaciones de Fiestas Patrias y Navidad y se actualizará en el mismo porcentaje que los incrementos de la Remuneración Mínima Vital.

b) El descanso vacacional será de 15 (quince) días calendario remunerados por año de servicio o la fracción que corresponda, salvo acuerdo entre trabajador y empleador para un período mayor.” (Congreso de la República 2000: 22-23)

Hasta la fecha, la ley de promoción agraria, como fue denominada con el paso de los años, ha sido modificada en más de diez ocasiones. Se ha prorrogado dos veces, en un primer momento se amplió su vigencia hasta el 31 de diciembre del 2021, pero el año pasado se extendió el plazo del alcance de la ley hasta el 31 de diciembre del 2031. Desde el 2002, es la SUNAT el organismo que se encuentra a cargo de las condiciones para el acogimiento de los beneficios de la ley; además, se ha incluido bajo el amparo de la Ley a las actividades de acuicultura (ley N° 1193) y a la Ley forestal y de fauna silvestre (ley N° 29763).

Adicionalmente, y en favor de los esfuerzos del estado, el contexto externo comienza a ser favorable para la exportación de productos agrícolas, aumenta la demanda externa por nuestros productos, se potencian sobre todo las exportaciones no tradicionales y comienza el súper ciclo de las materias primas. Esto se suma al ambiente de integración que ejerce el gobierno, conllevando a la

firma de diversos acuerdos internacionales de integración. Se firma la concesión unilateral del Tratado de preferencias Andinas “con la finalidad de promover las exportaciones de la región andina” (Rendón 2009: 5) hasta que, en 2007, en su segundo período como presidente, Alan García, firma el Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos.

“Al discutir los retos y oportunidades que representa el TLC, para el sector agropecuario peruano se tuvo en cuenta dos productos:

- i) los agroexportables que se benefician con el acceso preferencial al mercado de Estados Unidos
- ii) los considerados importables, muchos de los cuáles se denominan “sensibles”, por los subsidios asignados por el gobierno de Estados Unidos de Norteamérica
- iii) los productos nativos o considerados de “nicho”.

Entre 1990 y 2008, las exportaciones agrícolas del Perú se han multiplicado por 6 veces, lo que se debe tanto al crecimiento de las exportaciones tradicionales como no tradicionales.” (Rendón 2009: 6)

Es así, como se crean los cimientos de lo que luego se conocería como el *boom agroexportador* peruano. Al respecto, Julio Gamero habla sobre la gran línea divisoria que esta ley puso entre la agricultura tradicional y la de exportación,

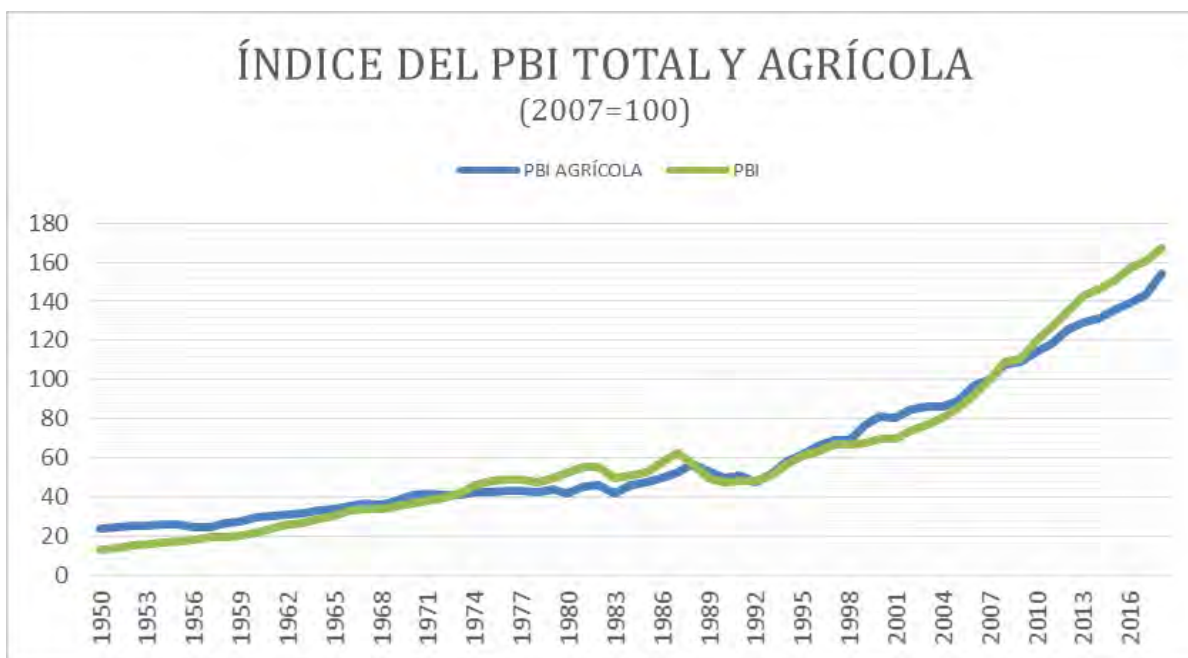
“la actividad agrícola ha contado con una ley de promoción agraria que ha generado incentivos para la atracción de la gran inversión en las zonas de la costa, ello no ha sido suficiente para dinamizar al conjunto de la actividad agrícola. Más bien se habría constituido en un elemento que habría aumentado la diferenciación entre el denominado “agro moderno”, básicamente de agroexportación, y el “agro tradicional” que se encuentra más orientado hacia el mercado interno y que descansa en la pequeña producción. (...) la ley de promoción agraria al favorecer la concentración de las tierras ha generado las condiciones de rentabilidad para traer de vuelta el gran capital hacia la agricultura, pero focalizado hacia el mercado externo” (Gamero 2012 :8)

Estas políticas fueron en efecto exitosas para el sector agroexportador, sucedió lo que se conoce como un cambio estructural, es decir, que existe un punto de quiebre de aumento de las inversiones y por lo tanto un crecimiento del PBI del

sector, que surge como resultado del esfuerzo que realizó el estado. En este punto, se disparan los ingresos del sector agrícola, y se define un antes y un después del sector agrícola.

En el primer gráfico, podemos observar el amplio crecimiento del sector agrícola, y cómo este presenta casi la misma tendencia del PBI total del país:

Gráfico 1. Índice del PBI total y agrícola



Fuente: BCRP, Elaboración propia.

Como explicó Gamero, este sector puede dividirse en dos: el sector agrícola y el sector agropecuario, que viene a ser el de agroexportación. En el segundo gráfico, se muestra claramente cómo la tendencia del segundo supera a la del sector agrícola tradicional con un claro quiebre a partir del año 2000, esto es lo que la asociación de agroexportadores ha denominado *Boom Agroexportador Peruano*.

Gráfico 2. Exportaciones agrícolas y agropecuarias (valores FOB en millones de dólares americanos)



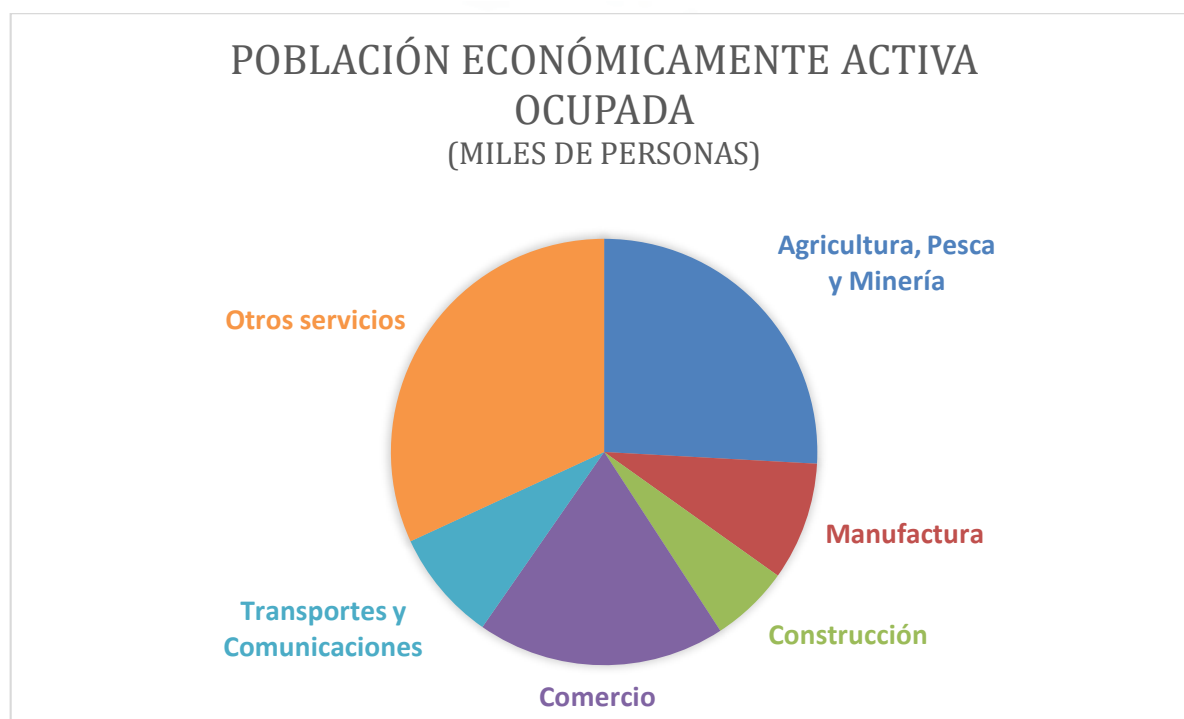
Fuente: BCRP, Elaboración propia.

Gracias a los gráficos anteriores, podemos sostener que los esfuerzos del estado por promover el sector agrícola tuvieron un fuerte efecto y, junto con los acontecimientos exógenos que sucedieron a partir de esta época, como el aumento por la demanda de bienes agrícolas de nuestro país, fueron exitosos y terminaron por generar el boom agroexportador peruano. Sin embargo, como bien menciona Julio Gamero, estas políticas no fueron suficiente para potenciar a todo el sector en su conjunto, sino que tuvo éxito únicamente en la parte que dedica sus productos a la venta en el mercado externo, dejando de lado al sector agrícola tradicional que dedica sus productos principalmente a la venta en el mercado nacional.

Además, a pesar de representar actualmente solo el 5% del PBI de Perú (datos del INEI para 2019), el INEI presenta datos de la población económicamente activa (PEA) ocupada según rama de actividad económica (CIIU, revisión 4) en los que

indica que la importancia del sector Agricultura, Pesca y Minería, para el año 2018, radica en el alto porcentaje de población que emplea. Este sector tiene a 4 341 mil personas empleadas abarcando el 25.88% de la PEA ocupada, siendo el segundo sector, para el total de la economía, en cantidad de empleos que genera después del sector servicios.

Gráfico 3. Población económicamente activa ocupada por actividad económica



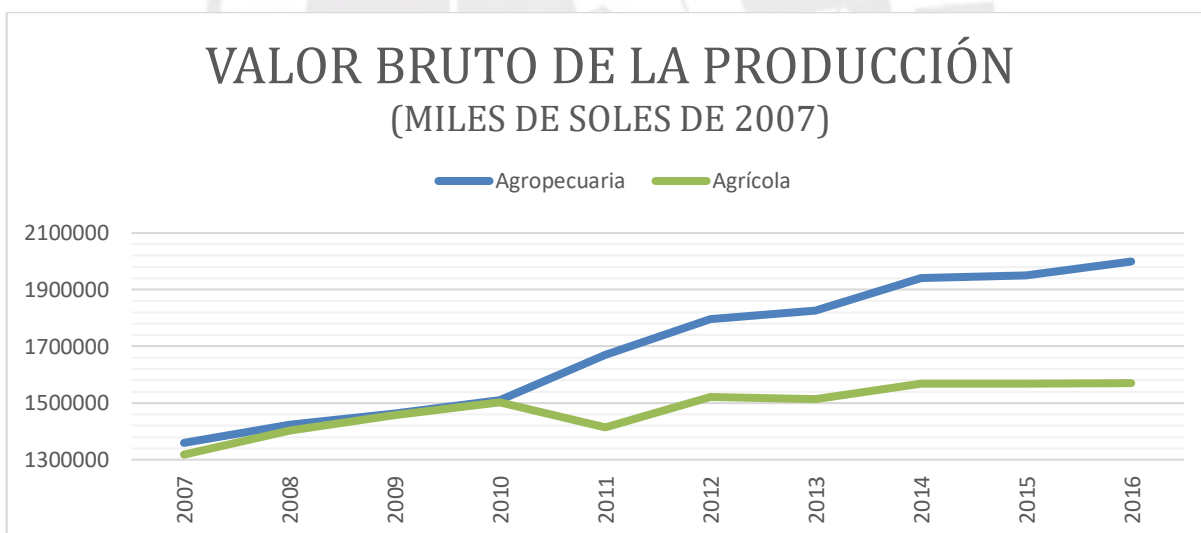
FUENTE: INEI. Datos para el 2018. Elaboración propia.

2.2 El caso de Ica

El caso de Ica es el emblema del *boom agroexportador*, las exportaciones agropecuarias en su mayoría no tradicionales crecieron exponencialmente desde la década del noventa, alcanzando en los últimos años una alta diversificación de productos y un nivel producciones nunca antes vistas. Actualmente, ahí se

encuentran algunas de las más importantes empresas de agroexportación del mundo. Para ilustrar dicho crecimiento, se presenta primero las series del valor bruto de la producción agrícola y agropecuaria del departamento de Ica. Lamentablemente, no se tienen datos tan específicos, como lo es el valor bruto de producción a nivel departamental, para el período desde 1990, sino solo a partir del año 2007. A pesar de esto, el gráfico muestra que el sector agropecuario ha tenido históricamente valores por encima del sector agrícola, además, se aprecia el período en que las tendencias de ambos sectores convergen en el 2010, para luego separarse más definitivamente en los últimos años, de acuerdo con el **gráfico 2: de exportaciones agrícolas y agropecuarias del total nacional** (página 15).

Gráfico 4. Valor bruto de la producción agrícola y agropecuaria (miles de soles de 2007)



FUENTE: INEI. Elaboración propia.

Asimismo, para el departamento de Ica, a diferencia de los datos para el total del país, el sector agrícola aporta 14.095% al valor agregado bruto o producto bruto interno total del departamento, que significan 2 393 203 miles de soles constantes de 2007 y el cuarto lugar con respecto de los demás sectores productivos. El primer

lugar de participación en el PBI departamental lo ocupa el sector manufactura con 19.186% y 3 257 711 miles de soles, seguidos los sectores Extracción de petróleo, gas y minerales y Otros servicios que tienen el 15.729% y 14.116% respectivamente. Por su parte, comercio representa el 8.85% del total departamental del PBI de Ica con 1 502 654 miles de soles constantes de 2007.

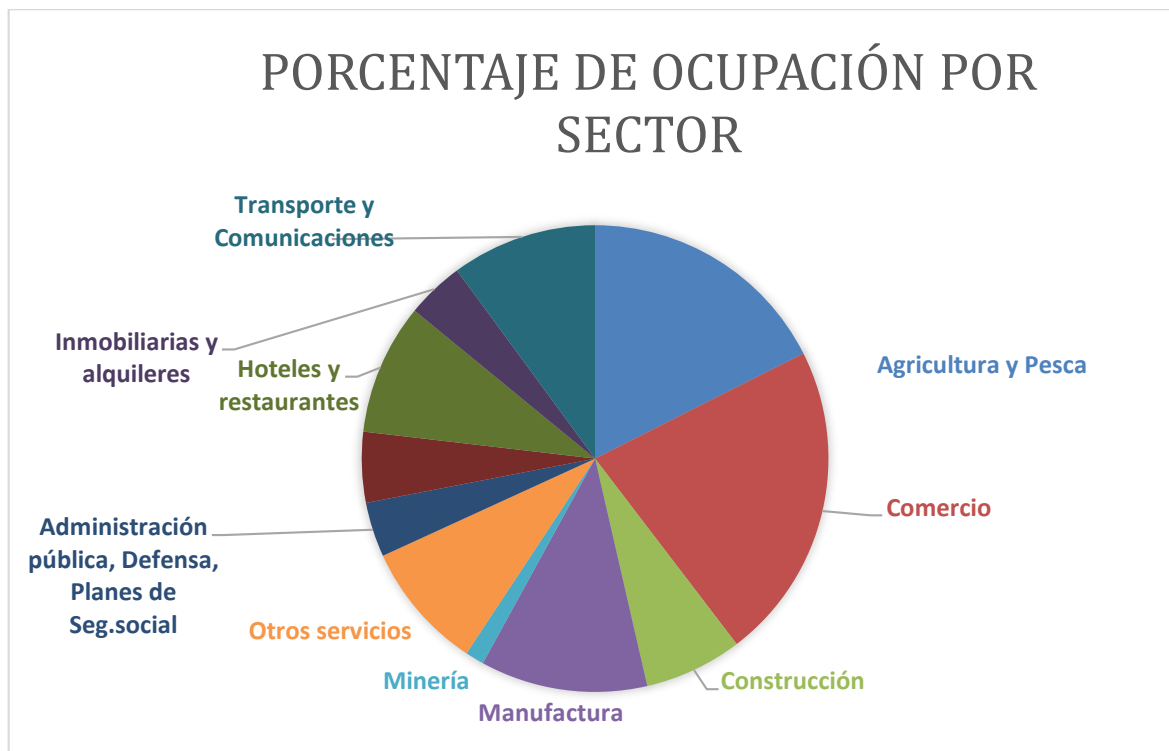
Gráfico 5. Valor bruto de la producción agrícola y agropecuaria (miles de soles de 2007) para el departamento de Ica del año 2018



FUENTE: INEI. Elaboración propia.

Del mismo modo que para el total del país, el sector de agricultura y pesca representa un alto porcentaje de ocupación en el departamento de Ica, según datos del INEI del 2018 este fue de 17.6%, ocupando el segundo lugar solo después del sector comercio que representa 22.1% de ocupación.

Gráfico 6. Porcentaje de ocupación por sectores del departamento de Ica del año 2018

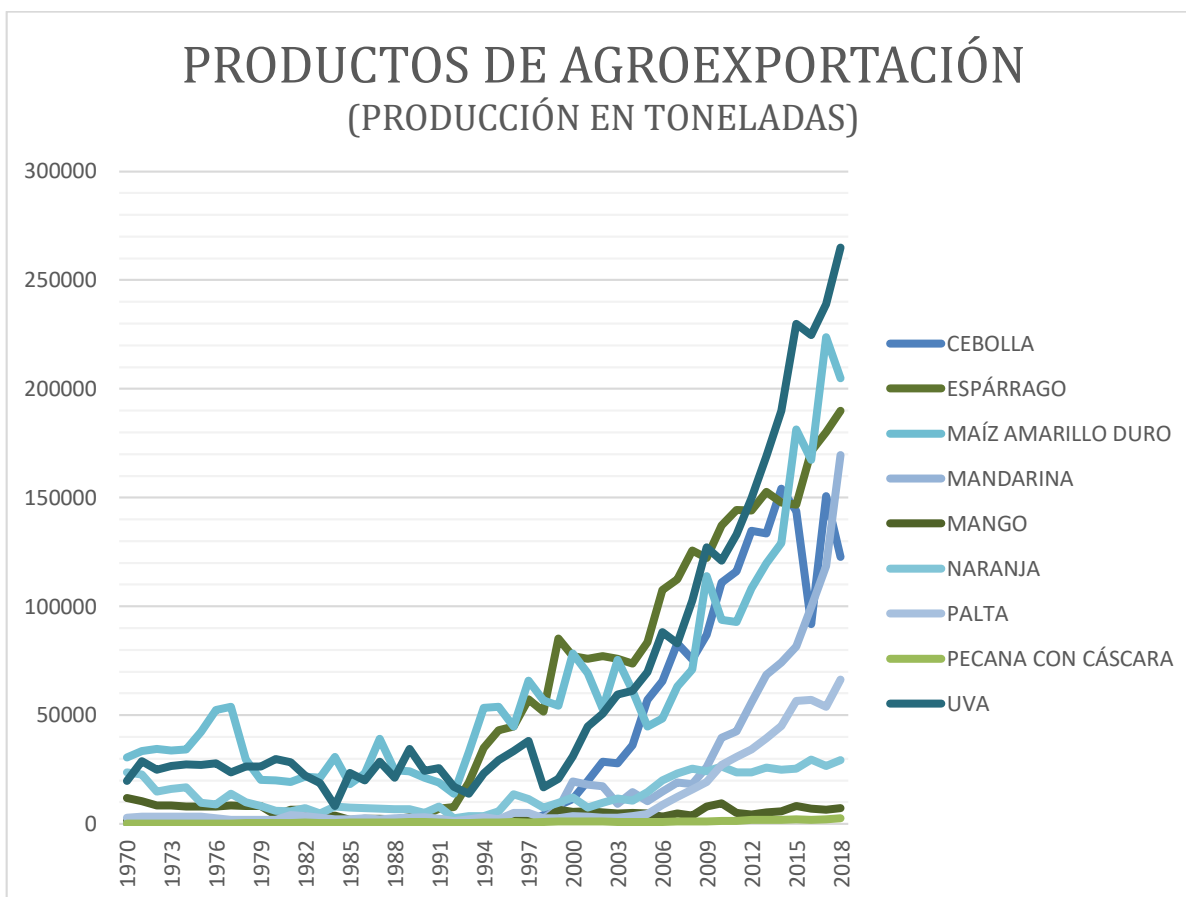


FUENTE: INEI. Elaboración propia.

Los gráficos anteriores, refuerzan la idea sobre el crecimiento del sector de exportación de productos agrícolas, no solo existe una clara separación entre agricultura tradicional y agricultura moderna, sino que, tanto el sector comercio como el agrícola se encuentran a la cabeza de relevancia para el trabajo de las personas en el departamento de Ica. Por lo tanto, parece razonable preguntarse cuáles son los cultivos que han tenido el protagonismo de este crecimiento de exportaciones de la agricultura durante el período de análisis. Para obtener esta respuesta recurrimos al Sistema Integrado de Información del Comercio Exterior (SIICEX) que asegura que en Ica existen veinticuatro principales productos agropecuarios de exportación (SIICEX: 2016): ají, alcachofa, arándano, arveja, cacao, cebolla, espárrago, flores, granada, jjoba, maíz, mandarina, mango, melón,

naranja, palta, pavo, pecana, pepino, sandía, tangelo, toronja, uva y zapallo. El crecimiento de la exportación de estos productos ha tenido tasas exponenciales, que explican bastante bien el crecimiento del sector agroexportador en su conjunto y van de acuerdo a las tendencias presentadas en los gráficos anteriores.

Gráfico 7. Producción de los principales productos de agroexportación del departamento de Ica en toneladas métricas



FUENTE: MINAGRI. Elaboración propia.

Finalmente, parece prudente realizar una comparación entre los precios de chacra de estos productos con los precios de exportación que tienen los mismos. De manera que se ponga en evidencia la diferencia de precios entre tipos de agricultura.

Tabla 1. Precio en chacra y de exportación de los principales productos de agroexportación del departamento de Ica (soles por kilo)

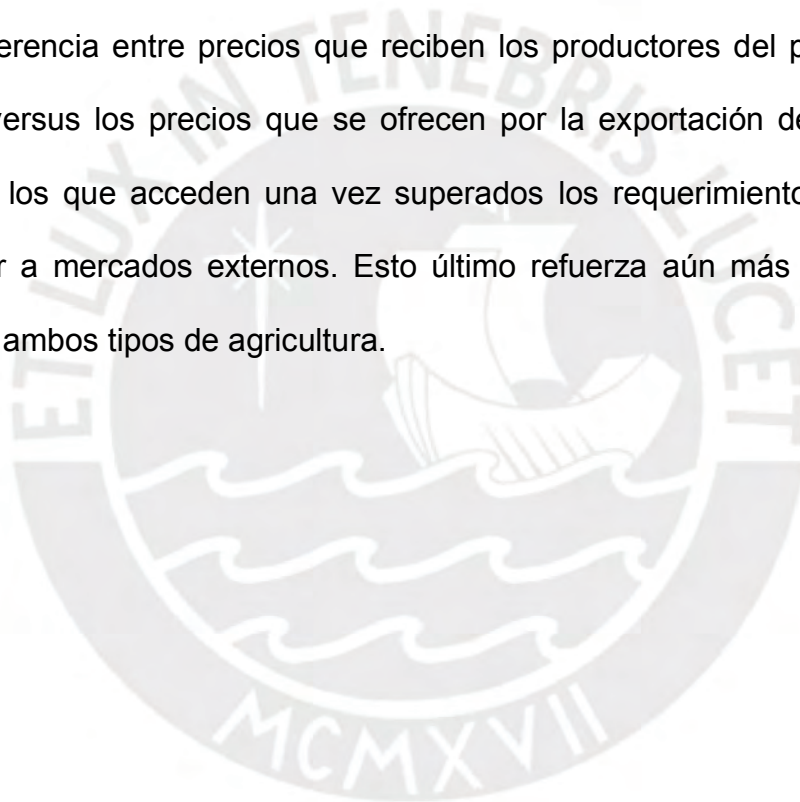
PRECIO DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS DE AGROEXPORTACIÓN (S/. / kg)	
en chacra	de exportación
CEBOLLA	
0.61	0.97
ESPÁRRAGO	
3.72	9.80
MAIZ AMARILLO DURO	
0.92	8.61
MANGO	
1.21	7.46
NARANJA	
1.31	6.86
PALTA	
5.31	6.70
PECANA CON CÁSCARA	
17.78	41.78
UVA	
2.37	6.70

FUENTE: MINAGRI. ELABORACIÓN: Se tomaron los precios de chacra de las Series de Estadística de Producción agrícola (SEPA). Se tomaron los precios de exportación de SIICEX, en dólares por kg mensuales, se promedió para el año 2018 y se usó el tipo de cambio con dos decimales del Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) para hacer la conversión a soles.

Salta a la vista, la diferencia de precios entre mercados de destino. Por un lado, el mercado nacional ofrece precios bastante bajos, dejando un margen de ganancia sumamente reducido para los agricultores; mientras que los precios de venta en el mercado externo son ampliamente mayores, esto añadido al volumen de toneladas que se exporta diariamente converge en ganancias mucho mayores a las que genera la agricultura con producción destinada al mercado nacional. Resalta el precio del maíz amarillo duro, la partida arancelaria 1005901100 “Maiz duro amarillo” dentro de la partida de seis dígitos “Maíz (excluyendo el maíz para

siembra)”, presenta un precio de más de nueve veces el precio de chacra local, S/. 0.92 versus S/. 8.61 el kilo respectivamente.

Los datos demuestran el amplio crecimiento que ha tenido el sector agrícola del departamento de Ica y su importancia para el total de la economía peruana. Además, se demuestra la marcada diferencia que surge, fruto de la Ley que aprueba las normas del sector agrario mejor conocida como la Ley de promoción agraria, entre los sectores agrícola tradicional y agrícola de exportación. Finalmente, se resalta la diferencia entre precios que reciben los productores del primer tipo de agricultura, versus los precios que se ofrecen por la exportación de los mismos productos, a los que acceden una vez superados los requerimientos necesarios para acceder a mercados externos. Esto último refuerza aún más la idea de la brecha entre ambos tipos de agricultura.



3. EL PROBLEMA DE ESCASEZ DE AGUA DE ICA

Lamentablemente, el boom no ha significado solo buenas noticias para el crecimiento del PBI de Ica, sino que también trajo consigo diversos problemas socio-ambientales para la región. Particularmente, el principal insumo para la producción agrícola se vio fuertemente afectado, como efecto del despegue del sector, un problema que, a diferencia de los beneficios que trajo el boom de agroexportación, no supo discriminar entre agricultura tradicional y agro moderno.

Ica tiene una historia muy particular sobre cómo el sector llega al boom agroexportador, solo gracias al cambio de abastecimiento del recurso hídrico, sustituyendo agua superficial por agua subterránea. Sobre esto la socióloga María Teresa de Oré tiene diversas publicaciones, particularmente en Oré et al. (2014) los autores mencionan que:

“La escasa e irregular lluvia que alimenta el río Ica dio forma al desarrollo agrícola del área. A mediados del siglo veinte, la escasez del agua superficial llevó a la explotación del agua subterránea para expandir la agricultura y permitir el establecimiento de plantaciones modernas de algodón (Oré 2005). La explotación del acuífero de Ica, el más importante en el Perú, comienza a incrementarse en los 1990s con la introducción de nuevos granos como el espárrago, paprika, alcachofas, uva red globe, entre otros; para los cuales hay una gran demanda en el mercado internacional. La producción fue emprendida por nuevas empresas de agro exportación nacionales e internacionales que usan tecnología moderna de irrigación que utiliza exclusivamente agua subterránea, que se caracteriza por su calidad, pureza, y especialmente, por estar siempre disponible. Debido a este nuevo boom agro exportador, Ica es actualmente el principal valle agroexportador en Perú, con el espárrago como su producto bandera.” (De Oré et al., 2014: 167)

De esta manera, la estable fuente de agua proveniente del subsuelo que encontraron los inversionistas, que, además, contaba con la calidad perfecta para cubrir estándares internacionales de producción provocó que, en la actualidad, la tierra de cultivo de Ica se encuentre casi por completo dividida entre grandes

empresas agroexportadoras, Fernando Eguren afirma que “se viene un nuevo latifundismo, más excluyente que en décadas pasadas” (Eguren, 69: 2012). Asimismo, en Oré et al. (2014) se menciona que después de la reforma agraria predominaban propiedades pequeñas y medianas de tierra que pertenecían a los pobladores pero, los inversionistas, quienes en un principio alquilaban tierras a los agricultores locales, con el paso del tiempo terminaron comprándolas y acumulando varias pequeñas propiedades: “En un corto período de tiempo se crearon plantaciones de agroexportación de 1000, 1500 y 2000 hectáreas, mientras que antes de la reforma agraria las propiedades del área no eran mayores a 300 hectáreas. A medida que se expandieron, las nuevas plantaciones concentraron tanto tierra como agua.” (Oré et al. 2014: 171). El estudio financiado por Progressio (Hepworth et al.: 2010) comparte lo mencionado por la autora:

“En 1990 las reformas neoliberales entraron en la región, redujeron el rol del gobierno, fomentando la inversión privada y enfatizando en la economía de mercado. El algodón aún era el cultivo más importante pero la sequía, falta de acceso al crédito, y bajos precios internacionales causaron que muchos productores pequeños y medianos vendan o arrienden sus tierras a agroexportadores para la producción de espárragos y tomates, ambos con buenos precios internacionales. Los eventos del fenómeno de El Niño de 1998 forzaron a aún más de ellos a vender sus tierras para pagar deudas, mientras que los precios de los cultivos caían mucho más. En este contexto, los inversionistas de nuevos cultivos agroexportadores pudieron agrandar sus propiedades mediante la compra o arrendamiento de tierras y fuentes de agua subterráneas de agricultores pequeños y medianos en banca rota o endeudados.” (Hepworth, 24-25: 2010)

Esta acumulación de tierras de grandes agroexportadoras, nacionales e internacionales, provocó que no tardaran en hacerse visibles los efectos ambientales, a medida que ocurría el despegue del sector. Hechos que tenían precedentes en la producción de algodón, que fue por mucho tiempo el cultivo más importante de Ica, producción que tampoco había tenido lugar sin sus propios

impactos ambientales: “El algodón ha sido siempre un grano importante para los agricultores del valle y prevaleció como su producción principal hasta el boom del espárrago. Pero la producción de algodón no sucedió sin un impacto ambiental, y la sequía causada por la sobreexplotación del acuífero ya había traído problemas en el pasado dentro del valle.” (Hepworth et al., 25: 2010). Situación que solo se vio agravada cuando, debido a que la coyuntura aumentó la demanda externa por ciertos productos. Las características de los nuevos granos que adopta el sector incluyen altos niveles de consumo hídrico, los principales productos cultivados son altamente intensivos en agua, y, contrariamente a la naturaleza de estos cultivos, la expansión de la zona productora del valle fue hacia la zona del departamento que presenta el ecosistema de un desierto: “En los últimos diez años Ica ha visto una rápida expansión de la frontera agrícola en lo que fue alguna vez un desierto. La adquisición de perforaciones y el incremento del bombeo de agua subterránea del acuífero Ica-Villacurí para suministrar las necesidades de irrigación de empresas agroexportadoras ha llevado colectivamente el balance de la cuenca de Ica a un estado insostenible en un período notablemente corto” (Hepworth et al., 29: 2010).

Para ilustrar el contexto, es común el uso de un indicador que permite medir la cantidad de agua necesaria para producir un cultivo. La huella hídrica, es una metodología de medición del uso directo e indirecto del agua, creada por Arjen Y. Hoekstra e introducida como indicador del uso del agua en 2002. En particular, la producción de espárrago, el grano de mayor producción en el sector, requiere de una gran cantidad de agua para mantener la alta calidad que exigen los mercados europeos y estadounidenses, mercados que abarcan casi por completo la oferta de Ica: “es un grano que puede ser producido durante todo el año. Su huella hídrica es

aproximadamente 1.17 m³ per kg. (...) Del agua subterránea usada para la agricultura, 95% está destinada a granos de exportación. Siendo el espárrago el grano que utiliza el volumen más grande de agua (35%) (Rendón 2010)” (Oré et al., 170-171: 2014). Asimismo, la ANA (2012) realizó un estudio de medición de la huella hídrica del mismo cultivo, en el que calculan que la huella hídrica total del cultivo de espárrago para todo el país es de 951.65 Hm³/año, siendo en promedio 5 564.55 m³/Tn. Los autores encuentran que el departamento de Ica tiene la mayor cantidad de consumo hídrico con 482.37 Hm³/año, y un promedio de 6 445.47 m³/Tn, el 94.46% del cual proviene de la extracción de agua subterránea, o huella hídrica azul en términos más técnicos; siendo el distrito de Santiago en la provincia de Ica el que tiene la huella hídrica más alta por consumo de agua para producción de espárrago con 201.4 Hm³/ha.

Este sobre abuso del recurso hídrico generó que, en el 2005, se dieran los primeros indicios de una emergencia hídrica debido a la escasez del agua subterránea del desierto de Ica. Hepworth et al. (2010) continúan su estudio aclarando que, si bien no queda duda del estado de sobreexplotación del acuífero, la cifra de déficit entre demanda y recarga es aún una interrogante, se estima que en el 2008 el déficit era de entre 64 a 244 mm³/yr. La situación de escasez hídrica es descrita en el mismo estudio como reconocida incluso por los mismos agroexportadores, de acuerdo a los testimonios de las entrevistas realizadas en el estudio, existe una sobre explotación del acuífero Ica-Villacurí producida por la sobre-extracción de agua subterránea de las agroexportadoras: “El voraz uso de agua por los agroexportadores tiene un impacto negativo, no solo en sus alrededores, pero también en el futuro financiero y viabilidad político de sus propias

empresas. Para todas las empresas agroexportadoras en el Valle existe el riesgo de que el agua que necesitan para operar sencillamente se agote o se convierta demasiado cara para tener acceso a ella.” (Hepworth et al., 34: 2010).

En el año 2008 ya se había establecido una veda para la creación de nuevos pozos de agua subterránea en la zona, decreto que, en el 2011 fue ratificado por la, recientemente creada, ANA. Asimismo, el estudio de Oré et al. (2014) menciona que en 2009 este acuífero fue declarado en estado de emergencia y, por lo tanto, “se impusieron restricciones en algunas áreas y se expandieron prohibiciones temporales en otras” (Oré et al., 171: 2014). A pesar de esto, en el estudio de Hepworth et al. (2010), se menciona respecto de la prohibición que “a pesar de que perforar nuevos pozos está prohibido se reporta que generalmente esto se ignora en la práctica. Los informantes resaltan la corrupción y el soborno del pasado y la insuficiencia de la disuasión cuando las multas máximas se establecen en una fracción de los beneficios que se pueden obtener de la perforación ilegal.” (Hepworth et al, 34: 2010). Esto, sumado a la falta de capital necesario para ampliar sus pozos, ocasionó que muchos se secaran y quedaron inutilizables: “en los 1960’s habían 1 750 pozos en el valle, comparados con los entre 800-900 que se estima funcionan el día de hoy” (Hepworth et al., 46: 2010). Con datos más recientes, en Oré y Muñoz (2018) se menciona que “en relación con el número de pozos del acuífero de Ica, Villacurí y Lanchas, según el último inventario de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) se tiene un total de 4 307 pozos inventariados, de los cuales 1 716 se encuentran operativos y están siendo utilizados, y 2 591 pozos no están operativos” (Oré y Muñoz, 53: 2018).

El libro *Progressio* toma como ejemplo un estudio de caso de una agroexportadora anónima “una de las más grandes y modernas productoras y agroexportadoras de espárragos del mundo” para ilustrar el conflicto sobre el agua y la perspectiva que tienen tanto los agroexportadores como los habitantes de la zona. Se realiza una entrevista con el CEO de dicha empresa, quien menciona que “Perú es el mejor ejemplo en el mundo del mal manejo de agua”, además, se menciona que su alto nivel tecnológico es motivado por la necesidad de tener la mejor irrigación para la salud del cultivo, es decir con el fin de gastar menos agua para maximizar ingresos, no se considera el estado del acuífero ni de la zona cuando se toman decisiones para lograr eficiencia de uso de agua. Del mismo modo, se ofrece en el estudio la perspectiva de los agricultores pequeños y medianos, a través de una serie de entrevistas a varios de ellos. Entre los principales reclamos que se presentan resalta el del estado de sus pozos, debido a que se mantiene la prohibición de perforación de pozos, mencionan no solo que la gran mayoría de ellos actualmente están secos, sino que también las agroexportadoras les ofrecen altas cantidades de dinero por comprárselos (entre US\$90 000 a US\$150 000). Entre las diversas entrevistas, resaltan los agricultores que tienen pozos secos y solo disponen de agua algunos días de la semana por pocas horas, algunos incluso deben pagar altas tarifas para obtener agua de cisternas; sin embargo, denuncian que los agroexportadores siguen construyendo nuevos pozos pues son capaces de pagar coimas a las autoridades. Adicionalmente, reclaman que “llegará el día en el que no habrá más agua para vivir. Ellos se irán con los bolsillos llenos de dinero y nos dejarán a nosotros, pequeños agricultores, condenados en un desierto seco” (Hepworth et al., 38: 2010).

En 2012 el Gobierno Regional (GORE) de Ica declara al valle en estado de emergencia hídrica, motivo por el cual la Junta de Usuarios de Aguas Subterráneas del Valle de Ica (JUASVI) exige al gobierno central ampliar el proyecto del canal Ingahuasi (Oré et al.: 2014), cuya construcción había iniciado en las décadas de 1930 y 1940 con el sistema Choclococha que permitió el aumento de la oferta hídrica de agua y, por lo tanto, la expansión del valle de Ica hacia el sur, no sin antes provocar “consecuencias sociales dramáticas: transformación de la organización de riego local, expropiación de tierras indígenas, desplazamiento de comunidades, entre otras (Oré, 2005)” (Oré y Muñoz, 55: 2018). La solicitud de la junta generaría un fuerte enfrentamiento, esta vez no solo entre distintos tipos de agricultores de Ica, sino que también con comunidades indígenas que desarrollan actividad de ganadería alpaquina en la zona alta de la cuenca del río Alto Pampas (Oré y Muñoz: 2018). Conflicto que llegó hasta tribunales internacionales, para detenerse solo cuando las comunidades indígenas consiguen un fallo en contra del gobierno peruano y logran detener el proyecto cuando estaba a punto de iniciar y con todos los permisos otorgados (Oré et al.173: 2014).

Como se evidencia en lo mencionado anteriormente, existe una élite agroexportadora con claro poder en la zona, no únicamente debido a la gran cantidad de tierras que acumularon, ni por el poder económico que les permite el sector en el invirtieron, sino que han logrado escalar a tener un gran poder político que les permite tener control sobre el agua de la zona. En Oré y Muñoz (2018) se resalta que

“Los agroexportadores han logrado consolidar un poder político que les ha permitido concentrar recursos, influir en instituciones y organizar el territorio en función de sus demandas. (...) son un grupo heterogéneo, pero con intereses

comunes orientados a mantener su articulación al mercado y el acceso a recursos, en particular el agua subterránea. Este grupo ha logrado consolidarse como un actor dominante, no solamente en términos económicos, sino también políticos, gracias a su capacidad para establecer un discurso hegemónico de desarrollo y permear la institucionalidad estatal.” (Oré y Muños, 59-60: 2018).

Asimismo, Gerardo Damonte (2019) detalla el término “poder hidro-social”, definido como el ejercicio del poder a través del control de fuentes de agua, para referirse a la situación en la zona; específicamente para Ica, menciona que la “coalición entre agroexportadoras y la élite del gobierno junto a algunos actores locales ha desarrollado estrategias para incrementar el control sobre la escasa agua subterránea. Esto es, la coalición ha incrementado su poder hidro-social mediante el ejercicio de tres dimensiones interrelacionadas de poder: capacidad económica, conocimiento técnico y capacidad coercitiva” (Damonte, 2-3: 2019), refiriéndose respectivamente los últimos conceptos al capital financiero necesario para adquirir factores de producción y generar ganancias, enfoque tecnológico-científico sobre eficiencia y racionamiento, y la capacidad de algún actor de restringir el comportamiento de otros a través de mecanismos represivos. Para ilustrar mejor a los tipos de agricultores de la zona la siguiente tabla, unión de una primera agrupación en cuatro grupos de agricultores obtenida de Cárdenas (2012), y la de Hepworth et al. (2010), quienes solo los dividen en dos, permite una comparación bastante útil:

Tabla 2. Características de los agricultores de Ica

	Agroexportadores	Ex-hacendados	Parceleros	Minifundistas
Tamaño de propiedad	80-2000 has	< 1 – 100 hectáreas		
N° de miembros	30	80	750	8000
Cultivos	Espárragos, uva de mesa, palta, alcachofa, tomate, rosas, paprika, melones	Espárrago, uva de mesa, palta, alcachofa, tomate, rosas, paprika, melón	Algodón, pecanas, uva de mesa, maíz, papa, palta	Uva para pisco, frutas, maíz, pallar pecanas, garbanzo
Mercado	Brokers, USA, Europa	Brokers, agroexportadores, supermercados	Agroexportadores, mercado local	Autoconsumo, mercado local
Fuente de agua principal	Solo agua subterránea	Agua subterránea y superficial	Agua superficial y subterránea en época seca	Agua superficial
Tecnología de irrigación	Goteo, pulsación	Goteo y pozas	Gravedad por surcos	Inundación en pozas
Organización de usuarios y control del Estado	Representados por JUASVI – supuestamente regulada por la ALA-Ica	Representados por la Junta de Usuarios de la Achirina, Junta del río Ica y JUASVI (ALA-Ica)	Representados por la Junta de Usuarios de la Achirina, Junta del río Ica (ALA-Ica)	Representados por la Junta de Usuarios de la Achirina, Junta del río Ica (ALA-Ica)
Tarifas de agua (S/./m ³)	Retribución económica por agua subterránea S/0.00102	Agua superficial La Achirina S/0.032. Agua subterránea S/0.00102	Agua superficial La Achirina S/0.032. Agua subterránea S/0.4	Agua superficial La Achirina S/0.032
	agroexportadores	Agricultores pequeños y medianos		
Ganancias	?	US\$ 0-1000 por hectárea		
Trabajadores de tiempo completo/ Trabajadores por hectárea	1-2	0.4-1.5		
Demanda de agua	Espárrago 16 000 m ³ /ha/yr* Espárrago 30 000 m ³ /ha/yr**	Algodón 11 000 m ³ /ha/yr* Algodón 14 000 m ³ /ha/yr**		

FUENTE: Hepworth et al. (25: 2010). "Tabla 2 Comparación de las características de agroexportadores y fincas pequeñas y medianas en el Valle de Ica (Fuente: ENDES 2008 *data proporcionada por agricultores **Huella Hídrica calculada por Rendón (2009). Cardenas (6: 2012) "Tabla 2: Principales características de los agricultores del Valle de Ica (Elaboración propia. Fuente: (Oré, 2005, Hepworth et al. 2010, El Peruano, 2011).

Es claro, de todo lo anteriormente expuesto, que el boom agroexportador ha traído consigo un fuerte problema de escasez de agua, que ha repercutido no solo en conflictos entre los distintos perfiles de agricultores del departamento, sino que escaló hasta afectar a comunidades en las cuencas altas de la zona. Además, en la sección anterior se ha establecido que el crecimiento de las grandes agroexportadoras ha sido exponencial y ha favorecido en gran medida a quienes concentran el poder en Ica, generando que indicadores comunes de crecimiento como el PBI de la región presenten tasas muy altas, indicadores que no representan a todo el departamento en su conjunto. A pesar de ser un sector que ha logrado llevar al desempleo de Ica a un punto muy bajo, el sector agroexportador ha profundizado brechas sociales, generado problemas socio-ambientales y la sostenibilidad del sector agrícola se ve amenazada. El daño que sobre los servicios ecosistémicos puede ser irreparable si no se toman en cuenta las variables medio ambientales en el análisis del impacto del boom. Los pequeños agricultores no se están viendo beneficiados de este boom pues, parece ser que ni siquiera han podido desarrollar las tecnologías de riego que las compañías agroexportadoras, con quienes compiten por agua, si tienen. Adicionalmente, el agua que todos utilizan para subsistir, ya sea para uso personal o para sus pequeñas producciones, se está viendo amenazada por el sobre consumo del recurso. A futuro, se espera que este servicio continúe deteriorándose, más aún, no se tiene mediciones del impacto que el boom ha tenido sobre este tipo de agricultor pequeño y mediano, ni siquiera se conoce si existen prácticas de conservación del recurso hídrico adoptadas por dichos agricultores, frente a una situación de escasez de agua. Este estudio, plantea realizar un análisis que explique mejor lo que está sucediendo con cierto tipo de

agricultores, pequeños y medianos que no exportan directamente la mayoría de sus productos, ubicados en el departamento de Ica, y que se ven afectados por el problema de escasez de agua, producto del boom de agroexportación. Asimismo, se plantea la pregunta de si el boom ha tenido un efecto que demuestre el uso de prácticas agrícolas más amigables con el medio ambiente, en el contexto del problema escasez de agua.



4. MARCO TEÓRICO

Para entrar en el contexto del análisis que queremos realizar, definiremos los diversos conceptos que serán utilizados en nuestro estudio, de manera que podamos entender también los términos a los que hacen referencia distintos estudios previos analizados alrededor de nuestra discusión. Como hemos mencionado, parece necesario para entender el impacto del boom agroexportador que el análisis se haga en torno a una variable que represente la escasez hídrica producida por el conflicto de la zona. Ya se ha establecido que el crecimiento ha tenido cifras nunca antes vistas y que el grupo de agricultores grandes se han visto altamente beneficiados con el contexto de los capítulos anteriores. Sin embargo, este análisis busca poner en discusión el estado del recurso hídrico que abastece a la zona agrícola en la que también se encuentran, al lado de estas grandes agroexportadoras, pequeños y medianos agricultores, que también se ven afectados por la escasez de agua.

4.1 Conceptos de economía ambiental:

Comenzaremos definiendo el concepto de servicios ecosistémicos al que haremos referencia para los fines de este estudio. Este término es acuñado dentro del marco de la economía ambiental, definido como todos los “beneficios, tangibles e intangibles, que se derivan de la naturaleza para provecho del ser humano y que, de acuerdo a ciertos criterios, pueden ser valorados económicamente” (Valdez y Luna, 4: 2011), de manera que hace posible “una mejor interpretación de sus beneficios y determinar los cambios que inciden en el bienestar humano” (Valdez y Luna, 4: 2011). Este concepto se encuentra ampliamente relacionado a la agricultura, incluso en muchos países desarrollados se considera que los

agricultores son los encargados de gestionar dichos servicios, por ejemplo, la UE afirma que “Los agricultores gestionan el campo en beneficio de todos nosotros. Suministran bienes de interés público, el más importante de los cuales es el buen cuidado y mantenimiento de los suelos, el paisaje y la biodiversidad.” (Unión Europea, 4: 2016), y para este caso lo sería también el agua. Los agricultores deben preocuparse por conservar los recursos naturales que les sirven como insumo para su producción, y, por lo tanto, les permiten conservar su fuente de ingresos; pero, también es un tema de conservación de los recursos naturales a gran escala que benefician a todos con una mirada más de largo plazo. Estas estrategias que se adoptan para corregir los efectos del cambio climático se conocen medidas o decisiones de adaptación:

“Adaptación es la capacidad de actores de manejar el cambio y es considerado un fenómeno social (Walker et al., 2004). Adaptación también es la respuesta o habilidad de agentes económicos y sociedades de permanecer funcionales bajo fuertes shocks como el cambio climático en la base de esfuerzos adicionales (Zilberman et al., 2012; Rose, 2007). En agricultura, adaptación implicará empujar la frontera de producción hacia afuera (Rose, 2007), que resulta en una modificación de las prácticas predominantes para hacer frente a la creciente variabilidad climática. A pesar de que la adaptación ha sido persistente durante siglos, la ocurrencia de eventos extremos, como sequías, inundaciones y heladas, son más frecuentes han ocasionado que la adaptación sea una característica esencial en sistemas agrícolas actuales (Clements et al., 2011).” (Roco et al., 87: 2014).

Se consideran prácticas de adaptación también a las prácticas que “incrementan la productividad agrícola y reducen el riesgo de producción” (Roco et al., 89: 2014), particularmente en Roco et al. (2014) resalta que las prácticas de uso de riego por aspersión y goteo son consideradas de alto impacto, por un panel de expertos, para la conservación del agua.

Este concepto, ha llevado a crear un debate en la literatura que gira en torno a si los agricultores incluyen en sus decisiones temas referentes al cambio climático debido a que lo perciben y comienzan a valorar de manera diferente estos servicios en el largo plazo para su beneficio y el de las demás personas que también se benefician de estos; o, si se trata más de un tema de interés personal, y solo incluyen estas decisiones en sus sistemas cuando son capaces de generar beneficios en favor de su propia producción:

“Algunas medidas de adaptación tienen las características de bienes públicos mientras que otras son motivadas por el propio interés de agentes económicos individuales. En el primer grupo podemos citar a la inversión pública en infraestructura de irrigación y siembra de agua, cultivos tolerantes al calor y variedades de plantas de temprana maduración (Deressa et al., 2009). El segundo grupo incluye a agricultores individuales que adoptan prácticas como incremento de irrigación, diversificación de cultivos, plantación de árboles, y medidas de conservación de agua y suelo, entre otras (Hageback et al., 2005; Gbetibouo, 2009; Manandhar et al., 2011; Di Falco et al., 2011; Sofoluwe et al., 2011; Tambo and Abdoulaye, 2012).” (Roco et al., 87: 2014).

Para fines de este estudio, nos basamos en la clasificación sobre servicios ecosistémicos que realizan Gómez y Flores (2015), los autores definen el ecosistema de Ica como el de un desierto: “En las regiones áridas e hiperáridas, la lluvia provee menos del 20% del agua necesaria para el crecimiento de las 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.” (Gómez y Flores, 25: 2015). Mencionan también, que el desierto de Ica provee diferentes servicios ecosistémicos clasificados en cuatro grupos: Provisión, Regulación, Culturales y de Soporte. Particularmente, nos centraremos en los servicios ecosistémicos relacionados al agua, pues el caso de estudio se encuentra en un contexto de escasez de agua que ya se ha explicado en

la sección anterior. Dos servicios serán considerados los más importantes para la producción agrícola que se realiza en el departamento de Ica, estos presentan las siguientes características:

Tabla 3. Servicios ecosistémicos de provisión y regulación de agua

Servicio ecosistémico	Tipo	Función	Ejemplo
Provisión de Agua	Provisión	Almacenamiento y retención de agua	Provisión de agua mediante cuencas, reservorios y acuíferos
Regulación hídrica	Regulación	Regulación de flujos hidrológicos	Provisión de agua para la agricultura, como irrigación.

FUENTE: GOMEZ Y FLORES (25: 2015) “Cuadro 2. Servicios ecosistémicos del desierto” y Costanza et al. (254: 1997) “Table 1, Ecosystem services and functions used in this study”

El servicio más importante en el sector agrícola de Ica, y el que ha ocasionado el estado de emergencia hídrica, es el de provisión de agua, la mayor parte del agua para la producción agrícola de los principales productos de este sector, como también se ha detallado en la sección anterior, provienen del agua subterránea de la zona. Sin embargo, sobre todo para el caso de los pequeños y medianos agricultores, el agua de río también es utilizada para la producción, cuyo principal destino de venta es el mercado nacional. Bien manejado, este servicio provee de agua al sector, según la FAO la agricultura, siendo un gran consumidor del recurso hídrico, tiene la posibilidad al mismo tiempo de ejercer una importante influencia en su regulación, la gestión de terrenos agrícolas puede contribuir a inundaciones, así como también considerarse un mecanismo de alcance regional para controlar los flujos de agua (FAO: 2019).

Estos tres conceptos, además del concepto de boom agroexportador que se definió en la primera sección, nos permitirán en un primer momento entender la literatura existente que habla del efecto de un boom de este tipo sobre diversas

variables de interés. Nos daremos cuenta que al principio los estudios realizados, se centran en variables que solo miden el efecto sobre el ingreso, luego, se comienzan a incluir variables de pobreza y efectos spill over que son capaces de medir mejor el nivel de desigualdad dentro del sector. Pero, como ya se ha detallado, nuestro estudio propone incluir también a la variable climática en el análisis del efecto del boom, particularmente en el contexto de escasez del recurso hídrico en el que se encuentra Ica. Para esto, seguiremos el estudio de Gómez y Flores (2015) que adopta el enfoque de servicios ecosistémicos, quienes, basados en literatura previa, modelan las decisiones de adaptación al cambio climático con ciertos indicadores de uso de riego tecnificado. De esta manera, podremos medir el efecto del boom agroexportador, en agricultores con ciertas características, sobre la adopción de estas decisiones de adaptación al cambio climático, realizadas en favor de los servicios ecosistémicos hídricos, esenciales para la producción agrícola.

4.2 Economía y ambiente:

Como mencionamos en la primera parte de esta sección, todos los términos anteriormente definidos entran dentro del marco de la Economía Ambiental, que trata el problema económico del medio ambiente como si fuera un bien público, los efectos ambientales son externalidades que no tienen un precio en el mercado, se trata de medir la disponibilidad a pagar de cada persona para poder asignarle un impuesto que cada quien paga de acuerdo al beneficio que obtiene del bien, la economía ambiental termina siendo un caso específico de la economía pública: “Debido a que los servicios ecosistémicos no son completamente ‘capturados’ en los mercados comerciales o adecuadamente cuantificados en términos

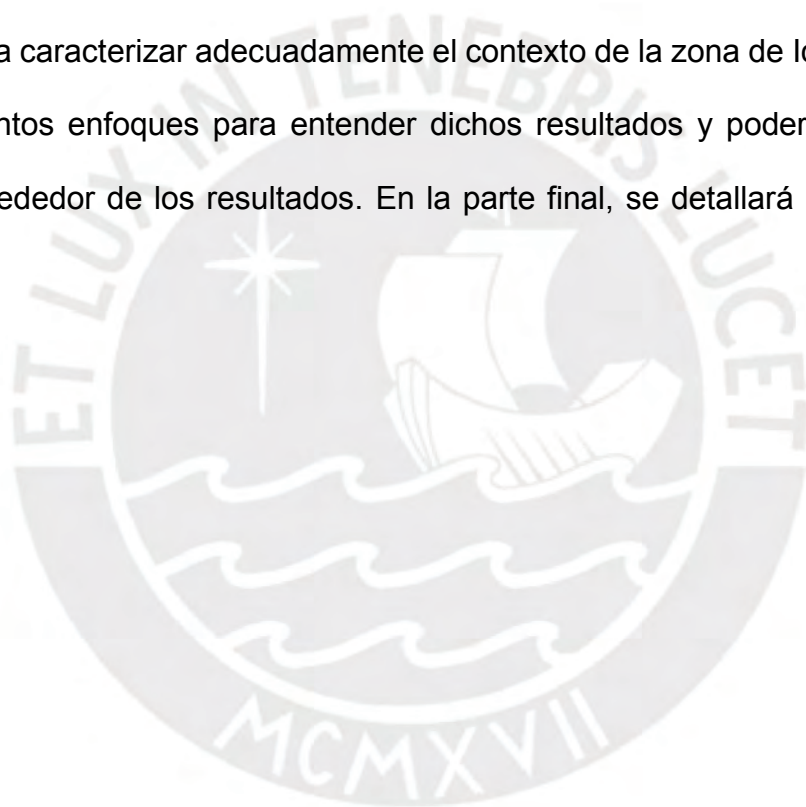
comparables con servicios económicos y capital manufacturado” (Costanza, 253: 1997). Los servicios ecosistémicos son dichas externalidades que se obtienen de los ecosistemas que benefician a las personas y, del valor que cada quien asigna a esos bienes dependerá si deciden o no realizar acciones de conservación, además de las acciones que se esperan provengan del Estado para su conservación “Los servicios ecosistémicos consisten en los flujos de materiales, energía e información del stock de capital natural que combinado con servicios de capital manufacturado y humano producen bienestar humano” (Costanza, 254: 1997). De este tipo de visión, es que surgen diversos instrumentos para cuantificar el capital natural, y eventualmente pagar por servicios ecosistémicos. Por otro lado, tenemos a la economía de los recursos naturales, que habla más de la cuantificación de este tipo de capital por la renta que genera ya sea por su uso o por mantenerlo intacto en el suelo, lo que se conoce como renta de escasez. El recurso por sí mismo tiene un valor y genera ganancias (Glave: 2019). Finalmente, para la economía ecológica no son los ecosistemas los que se encuentran a disposición de la economía o forman parte de ella, sino que es la economía la que se encuentra dentro del sistema ambiental, un sistema con recursos no renovables limitados “El ecosistema global es la fuente de todos los insumos materiales que alimentan el subsistema económico y es el fregadero de todos sus desperdicios. (...) Las funciones de fuente y sumidero del ecosistema global tienen grandes pero limitadas capacidades para mantener el subsistema económico.” (Costanza et al., 6: 2015). Se basan en las leyes de termodinámica para argumentar que los desperdicios y cualquier tipo de función ecosistémica deben mantenerse dentro de un límite biofísico que vaya de acuerdo a la capacidad del ecosistema global: “El imperativo, por lo tanto, es

mantener el tamaño de la economía global por dentro de la capacidad del ecosistema necesaria para mantenerla.” (Costanza et al., 6: 2015).

La discusión más fuerte entre corrientes se da particularmente en el término sostenibilidad, se acuñaron los términos sostenibilidad débil y fuerte para definir los distintos conceptos a los que se hacía referencia. El primero de estos, sostenibilidad débil, se refiere a que realmente no existe diferencia entre utilizar un tipo de capital u otro; es decir si lo que se busca es mantener un nivel de capital total fijo, es válido reemplazar un tipo de capital, por ejemplo, natural, por otro, por ejemplo físico. Bajo esta teoría es que se realiza el canon minero, que reemplazan capital natural por físico. Del otro lado, se encuentra la sostenibilidad fuerte, que no permite este tipo de intercambio, por lo que si el déficit se encuentra en capital natural, se puede reponer únicamente en capital natural. A raíz de esta definición es que se utilizan actualmente términos como carbón neutral, en los que se realiza fijación de carbono en otro lugar del mundo por las emisiones de carbono que producen sus compañías. Luego, a raíz de la definición creada por la Comisión de Brundtland, surge la discusión sobre el desarrollo sostenible. El desarrollo, bajo esta definición se entiende dentro de la protección al medio ambiente: “a fin de alcanzar el desarrollo sostenible la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo” (CMMAD, 1992).” (Bermejo: 2014). El debate se centra en si el desarrollo realmente puede ser sostenible en un período indefinido de tiempo, ¿cómo pueden satisfacerse las necesidades presentes sin afectar las futuras si el futuro es una medida infinita de tiempo?

Por lo anteriormente mencionado, cabe resaltar, que el enfoque que se adquiere para esta investigación puede ser criticado por las otras corrientes, es bastante

fuerte establecer el supuesto de que ciertos tipos de indicadores, por ejemplo, el uso de riego tecnificado, son automáticamente indicadores de decisiones de adaptación al cambio climático o que se considera siquiera los efectos que este tipo de mejora tecnológica puede generar. Sin embargo, se decide abordar este enfoque con intención de utilizar los resultados de esta investigación más como un indicador sobre el estado de nuestras unidades de análisis, y no tanto para ahondar dentro de la discusión de sostenibilidades. De encontrarse resultados que favorezcan a la literatura para caracterizar adecuadamente el contexto de la zona de Ica, se podrán adoptar distintos enfoques para entender dichos resultados y poder realizar una discusión alrededor de los resultados. En la parte final, se detallará un poco más sobre esto.



5. REVISIÓN DE LITERATURA

Sobre el impacto del sector agroexportador, se han realizado investigaciones con diferentes enfoques y metodologías alrededor del mundo. En un primer momento resultaba interesante para los investigadores realizar el análisis del impacto que genera un boom de este tipo sobre la variable ingreso, las hipótesis que se manejaban giran alrededor de que un crecimiento de las exportaciones de productos agrícolas tendría como consecuencia un aumento en la necesidad de mano de obra, por lo tanto, genera empleos, un aumento en el ingreso de la región y, por consiguiente, de todos los hogares en ella. Asimismo, se escoge evaluar el impacto en variables referentes al bienestar, como nivel de pobreza y algunos efectos *spillover* entre sectores. Este tipo de análisis desarrolla la relación entre las empresas exportadoras, nacionales e internacionales, que llegan a una zona cuando los habitantes no tenían empleo, crean una demanda por trabajo y finalmente una nueva fuerza laboral emergente. Sobre esto, no es motivo de estudio solo un boom de productos agrícolas, como el sucedido en Ica, sino que la literatura se expande ampliamente, sobre todo para un país que debe su crecimiento económico a recursos mineros como el Perú, a boom minero, alrededor de la teoría de la maldición de los recursos naturales (Zegarra, Orihuela y Paredes: 2007; Aragón y Rud: 2013; Loayza y Rigolini: 2016; Pérez: 2018).

De los trabajos que hablan sobre el boom agroexportador, la tesis de licenciatura de Carmen Zana (2012) es el más importante para este estudio, la autora realiza un análisis de evaluación de impacto que permite conocer el efecto del boom agroexportador, sobre el ingreso de los hogares y su posición respecto a la línea de

pobreza, en la costa del Perú. Mediante la metodología Propensity Score Matching, se encuentra que:

“son las familias agroexportadoras de las zonas rurales las que recibieron un impacto positivo de 17.03% en el ingreso, resultado positivo que también se refleja en las familias urbanas agroexportadoras de la costa sur de un 20.38%. Ambos grupos tienen menor probabilidad de ser pobres. Sin embargo, las familias de la costa centro y norte urbano reciben un impacto negativo en su bienestar al percibir 8.9% menos ingreso, en comparación a otras familias no agroexportadoras. Las diferencias en los resultados entre la región norte y centro con el sur se deben a las disparidades en los jornales, y el bajo grado de asociatividad de los agroexportadores en la costa norte y centro.” (Zana: 2012)

La autora también encuentra, de la misma manera que los estudios realizados para boom minero, que se produce la relación crecimiento del sector-mayores ingresos a los pobladores locales, es decir, que existe un impacto positivo del boom sobre el empleo de la región y por lo tanto sus ingresos, así como de ciertos indicadores de bienestar como la línea de pobreza.

En cuanto a la literatura internacional que se concentra en los efectos del sector agrícola, tenemos el estudio de Abildtrup et al. quienes publicaron en 2011: *El impacto del sector agrícola en variaciones del empleo y población a nivel regional: El caso de Dinamarca y Francia*. Usando una metodología de econometría espacial presentan, no solo los aspectos positivos que puede tener este sector en el empleo, sino también en otros sectores (*efecto spillover*). Los autores buscan encontrar si las políticas históricamente utilizadas para promover la agricultura como medio de desarrollo para zonas rurales, realmente están funcionando. Para el período 1990-2006, utilizan el modelo Boarnet, haciendo énfasis en tres sectores clave: manufactura, servicios y agricultura, finalmente realizan las estimaciones econométricas mediante un modelo generalizado de dos etapas. De esta manera pueden encontrar relaciones entre sectores, por ejemplo, si el aumento del empleo

en un sector lleva a que también aumente el empleo en otro, esto debido al *spillover effect*. Encuentran que, para el caso del sector agrícola, existe un impacto positivo del aumento del empleo de este sector, pero, además, un aumento del empleo en el sector servicios y, específicamente para Dinamarca, el impacto es positivo sobre el sector de exportación y el aumento de la población. También, tenemos el trabajo de Carter et al. (1996), un poco más crítico que los autores anteriores y también mucho más antiguo, que evalúan los distintos resultados que pueden atribuirse a un boom de agroexportación y las características que debe tener para que estos resultados sean positivos. Los autores afirman que el escenario en el que el *boom agroexportador* beneficia a los pobres rurales será el que cumpla ciertos factores microeconómicos debajo de estos procesos. Entre estos, resaltan las medidas de política pública, el tipo de grano que ha generado la alta demanda y el contexto socioeconómico del lugar donde se crea el boom. Para su análisis se basan en un estudio de tres países de Latinoamérica: Guatemala, Chile y Paraguay; realizan una recopilación de datos mediante encuestas para poder evaluar cualitativamente los patrones de acceso a la tierra y absorción de trabajo que tiene este sector, considerando como restricciones las características del suelo y las decisiones de producción, pues son estas las que determinan la competitividad del producto y la capacidad de expansión que tendrá dicho grano en la producción local. Concluyen que el boom de granos agrícolas que favorece más a los agricultores identificados como pobres rurales es aquel que pueda ser adoptado en la mayoría de sus tierras y que pueda crecer en parcelas pequeñas tan competitivamente como en grandes tierras de producción de gran escala. Encuentran que hay una tendencia, por el empuje político, de favorecer granos que sean intensivos en mano de obra, con el

objetivo de aumentar el empleo de los pobladores de la región en las grandes producciones agrícolas, mas no de favorecer directamente a los pequeños agricultores de la zona brindándoles herramientas para desarrollar sus pequeñas tierras. Entre estos estudios, comienza a resaltar que el impacto no favorece a todos los agricultores, sino que, solo a algunos de ellos con características específicas, generalmente grandes agricultores capaces de absorber el trabajo que brindan los pequeños. Lo que nos lleva a pensar que, si consideráramos sólo variables como ingreso o aumento del empleo, podríamos quedar completamente satisfechos con los estudios antes realizados, ya que no es muy difícil comprender el mecanismo de creación de empleos, que tiene por consecuencia un aumento de los ingresos, dado un *boom agroexportador* como el que ha sucedido en el Perú; sin embargo, como resalta el último estudio, la pregunta comienza a volverse un poco más compleja. No se trata solo del aumento del trabajo que se genera como consecuencia directa un aumento del ingreso de la región, sino que los autores comienzan a preguntarse en favor de quienes resultan este tipo de booms. Más aún, como Carter et al. (1996) nos anticipan, la manera en la que llega a formarse el *boom agroexportador*, es decir las políticas en favor de la agricultura y decisiones de producción de los agricultores, juega un rol muy importante para cada caso específico. De estas características dependerá si el fomento de la agricultura como medio para erradicar la pobreza rural realmente llega a cumplir su cometido, y favorece también a pequeños y medianos agricultores, o si solo será en favor de cierto tipo de grandes agricultores, quienes son capaces de generar altas tasas de crecimiento de indicadores como el PBI de la zona.

Como este análisis plantea desarrollar el impacto sobre una variable de interés relacionada al recurso hídrico, nos interesa revisar estudios que hayan propuesto avanzar un paso más y tomen en consideración lo que sucede con la variable medio ambiente. Siguiendo dentro del marco de la literatura internacional, tenemos el trabajo de Redclift (1989), siendo el de más antigüedad nos permite entender que este no es un tema nuevo en el ámbito de la investigación, sino que se viene considerando desde hace varias décadas, solo que no muy en profundidad para el caso peruano. El paper mencionado, analiza el reporte de la Comisión Mundial de Medioambiente y Desarrollo de 1987, que buscaba principalmente encontrar las causas del deterioro medioambiental sin concentrarse tanto en sus consecuencias. Los resultados de esta comisión fueron que “actualmente nos estamos prestando ‘capital ambiental de las generaciones futuras sin intención alguna o prospecto a devolverla’ (Brundtland, 1987, p. 8)” (Redclift 1989: 366). Los autores concluyen que la modernización de la agricultura de Latinoamérica es un pilar de sus problemas medioambientales, la concentración de la producción en tierras muy amplias se asocia a la degradación medioambiental, especialmente de la pérdida de calidad del suelo. “Al mismo tiempo, el proceso de modernización de la agricultura, en ausencia de distribución de la tierra y programas de investigación y desarrollo orientado a los campesinos ha acelerado la insostenibilidad de las prácticas agrícolas” (Redclift 1989: 375). Byerlee et al. (2009), por su parte hablan sobre el rol que desde hace muchos años se le ha asignado a la agricultura como medio de desarrollo para un país, punto en común con Carter et al. (1996), pues se le considera un sector capaz de inducir crecimiento industrial y transformaciones estructurales capaces de beneficiar a diversos estratos sociales. Los autores

buscan resaltar la necesidad de un nuevo paradigma para la agricultura en el que se consideren factores contemporáneos como la globalización, la integración a cadenas de valor, rápidas innovaciones tecnológicas e institucionales, así como restricciones ambientales:

“La agricultura es el principal usuario de los escasos recursos naturales (85% de la extracción del agua fresca de los países en desarrollo y 42% de sus tierras). Es también la principal causa del agotamiento del agua subterránea, contaminación agro-química, agotamiento del suelo, pérdida de biodiversidad a través de la deforestación y un importante contribuyente al cambio climático global, se le atribuye el 30% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Al mismo tiempo, la degradación de estos recursos naturales socava las bases del futuro de la producción agrícola e incrementa su vulnerabilidad al riesgo” (Byerlee et al. 2009: 9).

Los autores resaltan los acuerdos a los que se debe llegar con el medio ambiente para poder permitir la agricultura de una manera en la que se fomenten sistemas de producción más sostenibles y se mejore la conservación de los servicios ecosistémicos.

Una vez que nos adentramos en la literatura que considera el medio ambiente, resalta la amplia literatura sobre servicios ecosistémicos, término que ya ha sido definido en la sección anterior, dichos estudios resaltan las decisiones de adaptación al cambio climático que consideran los agricultores en sus modelos de producción, esto debido a que muchos de ellos alrededor del mundo se ven amenazados por problemas concernientes al medio ambiente. El trabajo de Fleischer et al. (2007) realiza un análisis de escenarios de cambio climático para predecir si dichos cambios afectarían el desempeño de la producción agrícola, en un estudio de caso de Israel, país que también destina sus productos agrícolas principalmente a mercados europeos y han tenido que superar en varias ocasiones problemas de escasez de agua, los autores encuentran que existe un impacto

negativo de un drástico cambio en el clima sobre la producción cuando se incluyen variables de riego en el modelo que estiman. Asimismo, el estudio de Altieri y Toledo (2011) menciona que en Latinoamérica ya existe evidencia de que considerar métodos de producción más amigables con los servicios ecosistémicos, una combinación de conocimientos agroecológicos con prácticas de conocimiento indígena, permiten restaurar la autosuficiencia local de las zonas, así como la conservación y regeneración de la biodiversidad.

Luego, tenemos un grupo de estudios que evalúa los determinantes para la adopción de prácticas de conservación al cambio climático, donde se incluye el estudio de Gómez y Flores (2015) que mencionamos al final de la sección anterior y sobre el cual nos guiaremos para una parte de este análisis, en este tipo de estudios los autores utilizan modelos probabilísticos que permiten determinar la probabilidad de adopción de prácticas de conservación, así como para hallar las variables que determinan la adopción de dichas prácticas. Los autores utilizan una amplia gama de diversos tipos de modelos probabilísticos, algunos de los cuales incluso miden no solo la probabilidad de adopción de alguna práctica de conservación de servicios, sino también la intensidad de su adopción. Este tipo de literatura, se basa en que las prácticas de conservación adoptadas varían dependiendo de las condiciones del agricultor. Particularmente, debido a que este tipo de estudios busca modelar una variable latente o no observable, como lo es la decisión de adoptar prácticas de adaptación al cambio climático, medida por algún indicador, se usa este enfoque para crear una condición según la cual suceda un acontecimiento o el otro, la decisión de adoptar o no una práctica de conservación:

“Los modelos logit y probit pueden ser derivados de un modelo subyacente de variable latente. Supongamos que y^* es una variable no observable, o latente, y también que:

$$y^* = \beta_0 + x\beta + e, y = I[y^* > 0],$$

Donde la notación $I[\cdot]$ define un resultado binario. La función $I[\cdot]$ se llama función indicadora, que toma el valor de uno si el evento dentro de los corchetes sucede, y cero para otro caso. Por lo tanto, y es igual a uno si $y^* > 0$, y será igual a cero si $y^* \leq 0$. Se asume además, que e es independiente de x y además, tiene distribución logística o normal estándar” (Wooldridge, 585-586: 2012)

El estudio de Bryan et al. (2009), realiza un análisis para una muestra de agricultores en Sudáfrica y Etiopía, en el que buscan descubrir los factores que influyen la decisión de dichos agricultores de adoptar prácticas de adaptación al cambio climático. Las principales barreras que descubre este estudio, para la adopción de prácticas son la falta de crédito, falta de acceso a mercados y derechos de propiedad inseguros para Sudáfrica; mientras que, para Etiopía, entre los determinantes más influyentes resaltaron la falta de crédito, de trabajo y falta de información. Otro estudio es el de Tambo y Abdoulaye (2011), quienes realizan un análisis en este caso de la adopción de cierto tipo de variedad de maíz (DTM) “resistente a sequías”, práctica que es considerada por los autores como de adaptación al cambio climático debido a la fuerte sequía que afecta principalmente a los agricultores en la parte rural de Nigeria. Los autores encuentran que las principales barreras para la adopción de este tipo de maíz son acceso a la información sobre los beneficios de dicho cultivo, como rendimiento y resistencia a plagas, así como la información sobre el cambio climático y eventos extremos. El estudio de Roco et al. (2014) realiza un análisis para identificar los factores que determinan la adopción de dichas prácticas, usando un modelo logit para medir adopción y el modelo Hurdle para medir intensidad de adopción, para una muestra de agricultores ubicados en la región Maule, de Chile central. Además, realizan una

encuesta a diversos expertos que indican cuáles son las prácticas de conservación más eficientes como adaptación al cambio climático y encuentran que las prácticas consideradas como mejores tienen una baja tasa de uso por los agricultores; por ejemplo, el uso de riego por goteo y aspersión fue clasificada como de alto impacto por ocho de los doce expertos y por cinco de ellos como de mediano impacto, mientras que solo el 12% de agricultores la usaba. Luego, encuentran que las variables más importantes para determinar la adopción son derechos de propiedad de la tierra y acceso a información climática, mientras que la edad del agricultor influencia negativamente al uso de decisiones de adaptación. Asimismo, en un posterior estudio de Roco et al. (2016) se analiza el mismo proceso de adopción de prácticas, pero esta vez usando un modelo multinomial en el que se especifican distintas alternativas de adopción. La variable dependiente esta vez tomará el valor de cero si el productor no implementa ninguna práctica, igual a uno si la práctica se basa en inversión en infraestructura, igual a dos si implica la modernización de sus sistemas de irrigación, igual a tres si el productor racionaliza el uso de agua, y finalmente será igual a cuatro si se utiliza una estrategia basada en la asociación para hacer frente a sequías. Esta vez, el estudio también tuvo lugar en Chile, pero en las regiones de Coquimbo y Maule, donde se encuentran las cuencas fluviales de Limarí y Maule en donde los agricultores identifican altos grados de eventos climáticos como sequías, siendo la falta de agua el más importante. Los autores encuentran que el perfil de los productores que adoptaron prácticas para el manejo de sus recursos hídricos son mujeres, los que consideran la asociatividad son los productores jóvenes y quienes fueron capaces de modernizar sus sistemas de

irrigación lo hicieron usando crédito. Además, encuentran una clara relación positiva entre adopción de prácticas y tamaño de la finca.

Para el caso de Ica específicamente, Gómez y Flores (2014) realizan un estudio similar, los autores toman el caso más emblemático para hablar de Ica, el espárrago, y evalúan qué variables son las más relevantes para determinar la adopción de prácticas de conservación agrícola. Particularmente, utilizando información del IV CENAGRO 2012 toman como variable de interés para representar el uso de prácticas de conservación de servicios ecosistémicos, indicadores como uso de riego tecnificado, aplicación de insecticidas biológicos y uso de control biológico. Con una muestra final de 315 unidades agropecuarias identificadas como personas naturales productoras de espárragos, encuentran, mediante un modelo logit, resultados que van de acuerdo a la literatura existente. Las variables educación primaria, asesoría y capacitación, así como el uso de crédito son significativos y de signo positivo en todas las variables de interés; del mismo modo, descubren que si el espárrago representa menos del 50% de la superficie sembrada total existen menos probabilidades de adoptar alguna práctica de conservación; además, también resaltan que una mejor infraestructura de acceso al agua se encuentra correlacionada con más combinaciones de práctica de conservación diferentes (Gómez y Flores: 2014).

A continuación, se presentarán las opciones metodológicas de las que se disponen para realizar el análisis planteado bajo un enfoque de decisiones de adaptación al cambio climático.

6. METODOLOGÍA

Para lograr realizar una evaluación adecuada del problema presentado, existen varias opciones metodológicas de las que podríamos disponer, sin embargo, trabajar a la luz de los datos disponibles reduce bastante nuestras opciones. Tras evaluar cada una de las alternativas existentes, finalmente, se llega a la decisión de adoptar el modelo de evaluación de impacto Propensity Score Matching (PSM). Además, como nos encontramos dentro del marco teórico de uso de servicios ecosistémicos, más específicamente, decisiones de adaptación al cambio climático como uso de riego tecnificado por parte de los agricultores, se determina que esta metodología será la adecuada para evaluar el efecto del boom y poder entrar en la discusión de sostenibilidad del sector agroexportador.

En un mundo perfecto, tendríamos a disposición los datos de todos los agricultores que, desde antes de la promulgación de la Ley de promoción agraria, ejercían sus labores en Ica. Tendríamos una base que hiciera seguimiento a cada uno de ellos y a las diferentes prácticas de conservación que adoptan, la fecha exacta e incluso se podría preguntar el motivo que los impulsó a tomar decisiones de adaptación. También, habríamos hecho seguimiento a agricultores aledaños a la región de Ica que no se vieran afectados por el boom agroexportador de la región, de manera que tendríamos claro qué es lo que le habría sucedido a un grupo de agricultores sumamente parecidos a los de nuestro interés que no accedieron a los beneficios del boom o de la ley de promoción agraria. Finalmente, luego de sucedido el boom agroexportador, tendríamos los datos de ambos grupos de agricultores y de cómo cambiaron las variables que se consideran principales en esta

investigación, indicadores como cantidad y calidad del agua con la que cuentan, si tienen o no agua de riego permanentemente, podríamos incluso acceder a indicadores de otro tipo de servicios ecosistémicos como deterioro de la calidad del aire, calidad y erosión del suelo. Lamentablemente, estos son datos que no existen, pero consideramos que merece la pena partir de una especie de benchmark de datos que podrían haber llegado a un análisis exacto del problema en cuestión, para ilustrar el mecanismo de elección de metodología que se escogió finalmente.

A pesar de esta limitación, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) desarrolla el Censo Nacional Agropecuario (CENAGRO), actualmente su IV y última edición fue la publicada en el año 2012 siendo el previo a este el III CENAGRO de 1994 con un espacio entre censos de 18 años. Este censo presenta datos de toda la población de agricultores en el sector agropecuario del país, pone a disposición variables que caracterizan a las Unidades Agropecuarias (UA), también brinda información a nivel de parcelas y cultivos que se producen. Esta base de datos es lo más cercano que se tiene a la información ideal, dado que el III censo sucede antes del Boom agroexportador que, como ya hemos definido, inicia con la promulgación de la “ley que promueve las normas del sector agrario”, y el IV censo sucede después. De haberse seguido a las mismas personas del censo del 94 para encuestarlas de nuevo en el censo del 2012 tendríamos la data ideal para realizar lo que se conoce en evaluación de impacto como análisis de Diferencias en Diferencias, que consiste en capturar el análisis de un tratamiento, que en nuestro caso sería el boom agroexportador, sobre los agricultores de Ica, tal y como se propone sería el *benchmark* de datos. Lamentablemente, no es el caso, ni se tienen

los datos de los mismos agricultores en el tiempo, ni se ha georreferenciado el censo para el año 1994, que podría haberse usado como proxy para considerar que las observaciones son las mismas en un censo y el siguiente. Una opción era hacer el análisis a nivel de distritos, pues en su mayoría son los mismos de un censo a otro, pero en Ica solo hay 45 distritos, muchos de los cuales se encuentran ubicados en la sierra del departamento, una limitación bastante grande al ser un número muy pequeño de observaciones para realizar un análisis de este tipo; por lo que también descartamos esta opción.

La siguiente opción para realizar un análisis que busque medir el impacto del boom agroexportador sobre nuestra variable de interés, considerando la información que brinda el censo del 2012, se conoce como *Propensity Score Matching* (PSM). Este método econométrico es una excelente opción para hacer un trabajo de corte transversal que permite encontrar observaciones muy parecidas a las que se identificarán como tratadas, tomando como unidad de análisis unidades agropecuarias ubicadas en distritos agroexportadores, y generar un contrafactual que permitirá evaluar el impacto que tuvo el boom sobre la decisión de adoptar prácticas de adaptación al cambio climático y entrar al debate de la sostenibilidad del sector agroexportador de Ica.

En primer lugar, se detallará la base de datos que se utilizó para el análisis. Luego, se explica en detalle el método de emparejamiento por puntaje de propensión y los diferentes algoritmos, supuestos y condiciones para que este de buenos resultados. Una vez aclarado el método, se utilizará para resolver los objetivos de esta tesis y se plantean las hipótesis que se tienen hasta el momento.

6.1. Sobre la base de datos

Antes de pasar a describir la metodología, es importante entender la base de datos con la que se va a trabajar. Como se mencionó líneas arriba, el CENAGRO del 2012 es la cuarta edición del censo agropecuario peruanos, según el INEI:

“Los resultados del CENAGRO, contiene información estadística sobre la estructura del sector agropecuario, como la cantidad de unidades agropecuarias y los productores agropecuarios que las conducen, según su condición jurídica y el régimen de tenencia. Proporciona información sobre la cantidad de parcelas y el tamaño de las unidades agropecuarias que se ha estudiado acorde con el uso actual de la tierra lo que ha permitido conocer la superficie total o agropecuaria, la superficie agrícola y sus componentes, el tipo de agricultura y los sistemas utilizados para irrigar las tierras. Se ha determinado la superficie con cultivos al momento de la entrevista, incluye las prácticas agrícolas y el uso de energía. (...)

Asimismo, permitirá obtener información sobre las características del hogar de la productora o productor agropecuario, las características básicas y condiciones de los productores agropecuarios y su participación en organizaciones campesinas e instituciones agrícolas contribuyendo así al estudio de la pobreza rural, se obtendrá información necesaria para la elaboración de marcos muestrales que sirven de base para el diseño y ejecución de encuestas agropecuarias a cargo del Ministerio de Agricultura y Riego.” (INEI: s/a)

Es por este motivo, que se prefiere usar el CENAGRO para este estudio, a pesar de tener a disposición la Encuesta Nacional de Hogares (ENAH) disponible para varios años, debido a que con este censo se pueden usar variables concernientes a prácticas de conservación que usan los agricultores, específicamente con lo que respecta al recurso hídrico, además se trata de toda la población de agricultores del país.

El CENAGRO se divide en los 24 departamentos del Perú, y dentro de cada uno de ellos existen once módulos que abarcan diferentes temas. La principal diferencia entre módulos es el nivel de unidad de análisis, para los módulos que hablan de cultivos y sus características se detalla la data a nivel de parcelas; mientras que,

para los módulos que hablan sobre las características del hogar agropecuario las observaciones son Unidades Agropecuarias (UA), conformadas por parcelas. El INEI define UA como “el terreno o conjunto de terrenos, dentro de un distrito, utilizados total o parcialmente para la producción agropecuaria, conducido como una unidad económica por el productor agropecuario, sin considerar la extensión, régimen de tenencia y condición jurídica.” (INEI: 2019).

La base que se usará para este análisis, considera la información para el departamento de Ica y surge de la combinación de seis de los módulos disponibles, entre módulos a nivel de parcelas y UAs, pues se consideraron solo los que presentaban variables relevantes para esta investigación. Se crea la base transformando la información que se encontraba a nivel de parcelas a información para UAs de manera que podemos contar con las variables necesarias. A modo de resumen, los módulos utilizados fueron:

Tabla 4. Módulos relevantes usados para formar la base de datos final

MÓDULOS RELEVANTES	
UA	PARCELAS
229-Características de la UA y el agricultor	231-Cultivos y riego
235-Procedencia del agua, fertilizantes	234-Cultivos transitorios
237-Otros trabajos y sobre los ingresos	

FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

Para lograr un análisis adecuado, fue necesario utilizar además de la información para el departamento de Ica, con la finalidad de encontrar el mejor contrafactual para nuestras observaciones tratadas, la información de los departamentos de Lambayeque, La Libertad, Piura, Arequipa, Ancash, Lima y Tacna.

La muestra original, solo para el departamento de Ica presenta las siguientes características:

Tabla 5. Estadísticos descriptivos del CENAGRO 2012 del departamento de Ica

	media	error estándar	suma	valor máximo	valor mínimo
riego_tec	0.038	0.001	897	1	0
agua_rio	0.824	0.002	22990	1	0
ingresos	0.179	0.002	5171	1	0
ijagricola	0.901	0.001		1	0.12949
no_cred	2.062	0.009		5	1
alfalfa	0.082	0.002	2586	1	0
tasa_sagrop	0.935	0.001		1	0
n_parcelas	1.508	0.007	47471	70	1
psventa	0.977	0.001		1	0.008264
wsup02	2.048	0.006		6	1
wsup03	7.889	0.963	248328.6	20000	0
wsup03a	7.310	0.906	230108.7	20000	0
wsup08	3.718	0.800	117040	20000	0
sexo	0.356	0.003	10981	1	0
edad	58.426	0.085	1801554	98	14
wsup05	0.712	0.323	22427.52	10000	0
wp109	3.097	0.011	97497	12	0
destino_venta	1.151	0.004		3	1
p016	1.019	0.001		4	1
motivo	0.582	0.006	3526	1	0
e_electrica	0.043	0.001	1276	1	0
ihh	0.640	0.002		1	0.002369

FUENTE: INEI (2012), elaboración propia. La descripción de las variables se encuentra en el anexo 2.

Lo más resaltante de los estadísticos presentados es que si bien, en promedio las UAs tienen una superficie agrícola de 7.89 has, la más grande de estas llega a 20 000 has, lo que va de acuerdo a la situación que se caracterizaba en el capítulo dos de esta tesis. Asimismo, esta amplia desigualdad entre agricultores de Ica se demuestra en las variables promedio de parcelas en la UA, el promedio de los agricultores tiene 1.5 parcelas mientras que existen UAs con hasta 70 parcelas; como también en la variable que indica el uso de riego tecnificado, que en promedio

es bastante baja para el departamento de Ica. Adicionalmente, podemos añadir que para la muestra total de 31 418 unidades agropecuarias ubicadas en Ica 558 se encuentran identificadas como empresas (SRL., EIRL., SA., SAC.) de las cuales 337 tienen una superficie de más de 50 has; mientras que de las 30 835 UAs que son identificadas con la condición jurídica de persona natural 28 222 de ellas tienen una superficie de menos de 10 has (INEI: 2012).

Pero, como ya hemos mencionado, nuestro análisis no se centrará en las grandes, y pocas, empresas agroexportadoras ubicadas en Ica, sino en la situación de las pequeñas y medianas unidades agropecuarias ubicadas en distritos agroexportadores. Lo que se propone en esta investigación es evaluar el impacto que sufren dichas UAs ante el boom agroexportador que tanto ha beneficiado a las empresas agroexportadoras, como se ha demostrado en las primeras secciones.

6.2. Método de evaluación de impacto

Como ya se mencionó, el método escogido para realizar este análisis se conoce como evaluación de impacto. Es un método econométrico que consiste en identificar a un grupo que participantes que recibe un tratamiento o programa, y comparar los resultados con el caso en el que el grupo de individuos no hubiera recibido el tratamiento, de manera que se pueda medir el efecto del tratamiento sobre alguna variable de resultado: “El problema de evaluación de impacto consiste entonces en establecer la diferencia entre la variable de resultado del individuo participante en el programa en presencia del programa y la variable de resultado de ese individuo en

ausencia de ese programa. Esta diferencia es lo que se conoce como efecto del tratamiento o programa.” (Bernal y Peña, 17: 2011).

Dado que observar ambos escenarios, con y sin el tratamiento, para el mismo grupo de individuos es imposible, es necesaria la existencia de un contrafactual, “el segundo resultado, es decir, el resultado del individuo participante si el programa no existiera, es hipotético, y, por ende, no se observa” (Bernal y Peña, 17: 2011).

Si suponemos que la variable de resultado o variable de interés tiene la siguiente forma:

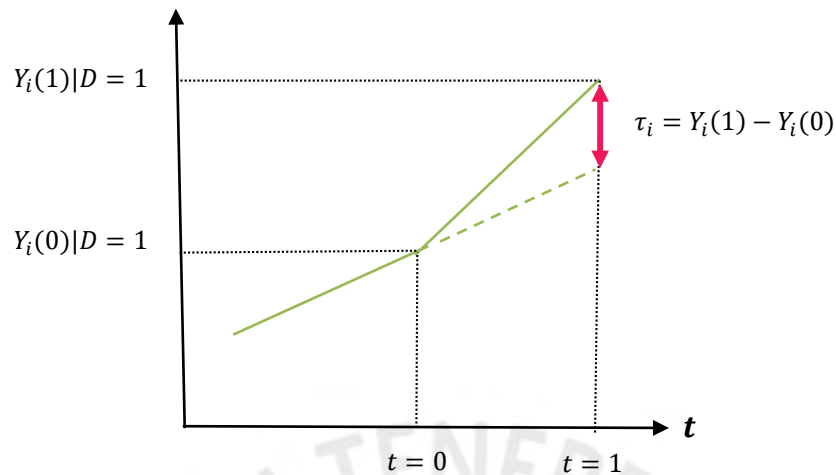
$$(1) \quad Y_i = \begin{cases} Y_i(1), & \text{si } D_i = 1 \\ Y_i(0), & \text{si } D_i = 0 \end{cases}$$

Donde $D_i = 1$ representa que el individuo, o grupo de individuos, recibe el tratamiento, y $D_i = 0$ que no lo recibe. Por lo tanto, el impacto del tratamiento estaría dado por:

$$(2) \quad \tau_i = Y_i(1) - Y_i(0)$$

Para ilustrar mejor este método es bastante útil, y muy comúnmente, usado el siguiente gráfico:

Gráfico 8. Variable de resultado luego del tratamiento.



Se puede observar que, en un primer período ($t = 0$) el individuo que recibirá el tratamiento tiene la variable de resultado $Y_i(0)$, luego de haber recibido el tratamiento se convierte en $Y_i(1)$, por lo que el efecto del tratamiento será medido por $\tau_i = Y_i(1) - Y_i(0)$.

Se nota, además, que la variable de resultado no puede existir en ambos casos para el mismo individuo o grupo, no se pueden contar con datos del individuo una vez asignado el tratamiento si el individuo nunca lo recibió; del mismo modo, para cuando el individuo recibe el tratamiento no se puede contar con el resultado de no haberlo recibido para ese mismo individuo, $Y_i(0)$. Esto es lo que se denomina contrafactual, un resultado hipotético que no existe en los datos, la variable de resultado para cuando el tratamiento no fue recibido por el grupo, que es necesario para que se pueda estimar el impacto. Para poder resolver este problema, se debe realizar el análisis sobre el Impacto Promedio sobre los tratados (ATT, Average Treatment on the Treated) que no es más que “el efecto promedio del tratamiento en el subconjunto de individuos que fueron efectivamente tratados” (Bernal y Peña,

19: 2011). Matemáticamente, se trata del valor esperado de la misma ecuación anterior:

$$(3) \quad \tau_{ATT} = E[\tau_i(1)|D_i = 1] = E[Y_i(1)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 1]$$

La ecuación indica que el impacto promedio sobre los tratados es la diferencia entre el valor promedio de la variable de interés para los individuos del grupo que recibe el tratamiento, menos el valor promedio del resultado que habría obtenido el grupo de individuos tratados en ausencia del programa. Para el último argumento de la ecuación no existe el resultado, pues no contamos con los datos el contrafactual en la realidad. Por lo tanto, el desafío consiste en escoger un sustituto del contrafactual que permita acercarse lo más posible a él. El caso más parecido al contrafactual del que se dispone con los datos existentes, sería el grupo que no participa en el programa pero que bien podría haber recibido el tratamiento, es decir que es elegible para participar del tratamiento, sin embargo, no lo recibió. De esta manera, se puede usar el promedio de la variable de resultado entre los individuos no participantes pero elegibles para participar, al que denominaremos grupo control, este grupo nos brindará una aproximación del resultado que habría obtenido el grupo tratado de no haber existido el programa. Es decir, estaremos afirmando que en promedio el contrafactual es igual al grupo control, de manera que bien pudo haber sido escogido para participar del tratamiento, pero no lo fue. Dicho supuesto se representa mediante la siguiente ecuación:

$$(4) \quad E(Y_i|D_i = 1) \approx E(Y_i|D_i = 0)$$

Matemáticamente, esto se demuestra de la siguiente manera:

Si sabemos que:

$$(5) \quad \tau_{ATT} = E[Y_i(1)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 1]$$

$$(6) \quad \tau_{ATT} + E[Y_i(0)|D_i = 1] = E[Y_i(1)|D_i = 1]$$

Luego, restamos de ambos lados del argumento $E[Y_i(0)|D_i = 0]$:

$$(7) \quad \tau_{ATT} + E[Y_i(0)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0] = E[Y_i(1)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0]$$

Además, sabemos que $\tau_i = E[Y_i(1)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0]$

Por lo tanto, el impacto será igual que el impacto promedio sobre los tratados ($\tau_{ATT} = \tau_i$) si y solo si:

$$(8) \quad E[Y_i(0)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0] = 0$$

El impacto real del tratamiento será igual al impacto promedio sobre los tratados solo si se cumple el supuesto que garantiza que la variable de resultado en ausencia del programa es idéntica para el grupo de individuos tratados ($D_i = 1$) que para el grupo de individuos controles ($D_i = 0$).

Esto es lo que se denomina sesgo de autoselección, pues de no cumplirse el supuesto $E[Y_i(0)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0] = 0$ en la ecuación (8), esta comparación podría generar estimaciones inexactas y sesgadas. De satisfacerse este supuesto, entonces el estimador de estaría dado por:

$$(9) \quad \hat{\tau}_{ATT} = (\bar{Y}|D = 1) - (\bar{Y}|D = 0)$$

Esto se implementa en el método de regresión lineal de la siguiente forma:

$$(10) \quad Y_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + u_i$$

Y_i representa a la variable de resultado para el individuo i ; D_i es una variable dummy que será igual a 1 si el individuo recibe el tratamiento e igual a 0 si no lo recibe, pero es elegible para participar en él; y u_i es el término de error que recoge las características del individuo, diferentes de D_i , que afectan a Y_i . De nuevo, tenemos la condición representada en la ecuación (8), de cumplirse este supuesto estaremos seguros de que los individuos que participan del tratamiento son iguales a los que no lo hacen y por lo tanto la participación de cada individuo en el tratamiento es independiente. En términos matemáticos esto quiere decir que no existe correlación entre el término de error y la participación del individuo en el tratamiento: $E[u_i|D_i] = 0$, este es el supuesto de independencia condicional (CI, Conditional Independence) que asegura que “los individuos que participan en el programa no son sistemáticamente distintos de los individuos que no participan en el programa en características contenidas en u_i ” (Bernal y Peña, 19: 2011). Este supuesto garantiza que la estimación de β_1 , que representa el impacto del tratamiento o τ_{ATT} , es el mejor estimador, consistente e insesgado, bajo el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). La consistencia de un estimador sucede cuando este converge en probabilidad al parámetro poblacional ($\lim_{i \rightarrow \infty} \hat{\beta}_i = \beta_i$); mientras que el estimador será insesgado si el valor esperado del estimador es igual al del parámetro real ($E[\hat{\beta}_i] = \beta_i$).

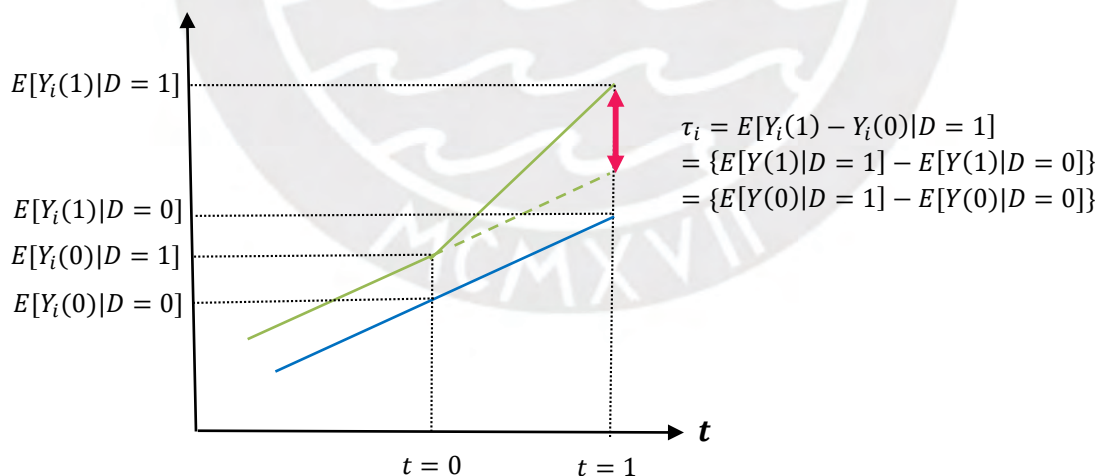
El supuesto de CI presenta una condición bastante grande, afirmar que los grupos control y tratamiento son exactamente iguales y no ha sido debido a ciertas

características diferentes previas a la asignación del tratamiento que se han visto envueltos en él, o el tratamiento enfocado a un grupo por sus diferentes características es bastante heroico. Existen características observables y no observables que hacen diferentes a ambos grupos que pueden influir en la asignación del tratamiento. Por esto, cuando estas características se encuentran disponibles en los datos, se puede agregar a la regresión una matriz que contenga características que hayan contribuido a la asignación del tratamiento, de manera que se cumpla el supuesto, y una vez controladas las características que diferencian a ambos grupos, se devuelve el estimador insesgado de β_i o τ_{ATT} :

$$(11) \quad Y_i = \beta_0 + \beta_1 D_i + \beta_2 X_i + u_i$$

Gráficamente, esto se representa de la siguiente manera:

Gráfico 9. Variable de resultado, tratamiento y contrafactual.



La posición paralela de ambas líneas representa que ambos grupos no son exactamente iguales, sino que cada uno tenía su propia senda de crecimiento dadas sus características diferentes, por lo tanto, no se sobreestima el impacto del tratamiento por razones exógenas a este. Si ambos grupos están, antes del

tratamiento ($t = 0$), en un mismo punto de partida, donde ya existían diferencias observadas y no observadas preexistentes, se puede atribuir al tratamiento el cambio en la pendiente del grupo tratado. De no haberse incluido todas las características que diferencian a ambos grupos el estimador permanecería sesgado.

Para escoger qué covariables serán las más apropiadas para cada análisis de emparejamiento, de manera que se pueda garantizar la similitud entre ambos grupos de estudio de lo cual dependerá la calidad de la estimación, se deben escoger características que podrían estar correlacionadas con la asignación del tratamiento, en nuestro caso boom agroexportador:

“La estrategia de emparejamiento se basa en el supuesto de independencia condicional, que implicar que las variables de resultado deben ser independientes del tratamiento, una vez se condiciona por la probabilidad de participación. Por tanto, en la estimación de $P(X)$ se deben incluir únicamente variables que afecten la decisión de participación y la variable de resultado de manera simultánea. Los investigadores se pueden guiar por los modelos económicos que describen el fenómeno bajo estudio, investigaciones previas y conocimiento del diseño institucional. (...) Por un lado, incluir variables no relacionadas puede exacerbar el problema de soporte común. Por el otro, aunque el incluir variables irrelevantes en la estimación de la participación no sesgará los resultados, ni los hará inconsistentes, si puede aumentar su varianza. También hay razones que sugieren que no es buena idea estimar modelos muy estilizados. (...) La decisión de qué variables incluir en la estimación de la probabilidad de participación tiene que ver con la significancia estadística.” (108-109)

Siguiendo dichas recomendaciones, se recopiló una serie de covariables utilizadas en diferentes estudios que también realizan un análisis de emparejamiento para Perú:

Tabla 6. Covariables usadas en estudios de emparejamiento previos para Perú

Trabajos previos	Covariables
Fort y Vargas (2015: 117) en GRADE (2015)	Porcentaje de jefes de hogar hombres
	Porcentaje de hogares que viven en el predio
	Número de miembros del hogar
	Porcentaje de jefes de hogar con lengua materna indígena
	Porcentaje de la superficie que cuenta con título
	Porcentaje de productores que saben leer y escribir
	Porcentaje de productores que poseen tierra por herencia
	Nivel educativo del jefe de hogar
	Porcentaje de productores que tienen teléfono
	Porcentaje de productores que realizan fuera de su predio otras actividades que generan ingresos
Escobal y Armas (2015: 38-39) en GRADE (2015)	Superficie total
	Número de parcelas
	Índice de fragmentación de UA o Índice de Januszewski
	Porcentaje de la superficie total inscrita en Registros Públicos
	Si su conductor pertenece o no a una cooperativa de productores
	Si su conductor obtuvo o no el préstamo que gestionó
	Índice de Herfindahl para identificar el grado de diversificación de cultivos
	Si algún cultivo es o no destinado a la agroindustria
	Si algún cultivo es o no destinado a la exportación
	Edad del conductor de la UA
	Si el conductor de la UA es hombre o mujer
	Educación del conductor de la UA
	Si el conductor de la UA es hombre o mujer
Si la lengua materna del conductor de la UA es indígena	
Número de miembros de la familia que trabajan en actividades agropecuarias	
Si el conductor de la UA pertenece o no a una asociación de productores	
Zegarra, Orihuela y Paredes (2007: 32)	Proporción de superficie agropecuaria bajo riego
	Proporción de superficie agropecuaria bajo secano
	Proporción de pastos en superficie agropecuaria
	Proporción de superficie agropecuaria en superficie total
	Tasa de analfabetismo
	Proporción con agua potable
Proporción con desagüe	
Proporción con electricidad	

FUENTE: GRADE (2015) y Zegarra, Orihuela y Paredes (2007). Elaboración propia.

6.2.1. Método de emparejamiento o Propensity Score Matching (PSM)

Este método fue creado por Rosenbaun y Rubin en 1983, y ayuda a construir un contrafactual lo más parecido posible a cada individuo tratado mediante la ponderación de las características observables relevantes para la participación en el programa del grupo tratado, de manera que sean muy similares a las del grupo de control. Asigna una probabilidad de participación, o propensity score, $P(X)$, a cada individuo del grupo tratado y los empareja con aquel individuo del grupo control cuyo score sea lo más parecido posible dentro de un mismo soporte común:

“La manera más sencilla consiste en encontrar un “clon” de cada individuo tratado en el grupo de control y contrastar las variables de resultado de ambos. (...) el clon adecuado para cada individuo del grupo de tratamiento será aquel del grupo de control con una probabilidad de participación en el programa suficientemente cercada. Todos los estimadores por emparejamiento contrastan la variable de resultado de un individuo tratado con los resultados de uno o más miembros del grupo control que más se parezcan al individuo tratado, con base en la medida $P(X)$.” (Bernal y Peña, 102-103: 2011)

Si las características de los individuos incluidas en X conducen a un estimador consistente, entonces $P(X)$ también conducirá a estimadores consistentes. Además, se debe trabajar sobre lo que se denomina la región de soporte común, que indica que no se puede usar un individuo con una combinación tal que se exhiban probabilidades nulas de no recibir el tratamiento, pero positivas de recibir el tratamiento (Bernal y Peña: 2011).

De cumplirse estos supuestos, se puede asegurar que el estimador será el impacto del tratamiento:

$$(12) \quad \tau_{ATT}^{PSM} = E_{P(X)|D=1}\{E[Y(1)|D = 1, P(X)] - E[Y(0)|D = 0, P(X)]\}$$

Esta ecuación indica que el estimador del impacto promedio sobre los tratados de emparejamiento es igual a la diferencia media entre las variables de resultado de ambos grupos dentro del soporte común y ponderados por la probabilidad de participación.

La estimación de este impacto, se puede realizar utilizando diversos algoritmos que permitan estimar el *propensity score* y finalmente el impacto del programa. Uno de los métodos más comúnmente usados es el estimador PSM por vecino más cercano, “consiste en tomar a cada individuo del grupo de tratamiento y buscar un individuo de control con la probabilidad de participación (*propensity score*) más cercana, es decir, el vecino más cercado con base en $P(X)$. Es decir, el individuo en el grupo de control tal que la distancia entre su probabilidad predicha de participación del individuo del grupo de tratamiento sea mínima.” (Bernal y Peña, 113: 2011), en este algoritmo se puede escoger si se desea asignar uno o más vecinos más cercanos, cuando el puntaje de propensión es exactamente el mismo se asignan los contrafactuales para todos los casos. Asimismo, existe el algoritmo de emparejamiento de distancia máxima, las mismas autoras mencionan que: “consiste en imponer un nivel de tolerancia en la distancia entre probabilidades de participación. Emparejar a cada individuo del grupo de tratamiento con la observación más cercana, siempre y cuando la distancia entre las probabilidades de participación sea menor o igual a un número determinado, mejora la calidad del emparejamiento.” (Bernal y Peña, 113: 2011). Finalmente, hemos optado también por usar el estimador PSM por Kernel Epanechnikov, se trata de:

“estimadores no paramétricos que emparejan a cada individuo del grupo de tratamiento con un promedio ponderado de (potencialmente) todos los individuos del grupo de control. (...) se compara al individuo tratado i con su respectivo grupo de control, apropiadamente ponderados por una función de qué tan lejos se encuentra cada individuo de control de i con respecto a la probabilidad de participación. (...) se estará comparando a cada individuo del grupo tratamiento con un subconjunto del grupo de control.” (Bernal y Peña, 113: 2011).

De esta manera se puede obtener al mejor control para cada tratado, para que finalmente se estime la diferencia entre las variables de resultado de ambos grupos de individuos y se obtenga el impacto promedio. Se opta, en nuestro análisis, usar varios algoritmos diferentes para garantizar la estabilidad de los resultados y tener más seguridad de que se trata de un efecto real.

6.3. Objetivos

En el presente estudio, se plantea usar la metodología descrita en la sección anterior para estimar el efecto del boom agroexportador sobre las decisiones de adaptación al cambio climático para variables concernientes al recurso hídrico, un análisis enfocado en la situación de pequeños y medianos agricultores. Dado que ya se ha demostrado que existe un efecto positivo para las grandes empresas agroexportadoras, la interrogante continúa en tanto se desconoce la situación de pequeñas y medianas UA y el efecto que ha tenido el boom agroexportador sobre ellas, especialmente en el contexto del problema de escasez de agua. Para el presente estudio, siguiendo el método usado por Gómez y Flores (2015), usaremos un modelo logit para medir la decisión de usar prácticas de adaptación al cambio climático medidas mediante un modelo no lineal para explicar una variable dependiente cualitativa, que en nuestro caso será **uso de riego tecnificado**. Por lo tanto, nuestra variable de interés o variable endógena buscará medir la decisión de

adoptar prácticas de adaptación al cambio climático mediante un indicador que sea igual a uno si se adopta dicha práctica e igual a cero si no se adopta (Roco et al.: 2016; Gómez y Flores: 2015; Roco et al.: 2014; Tambo y Abdoulaye: 2011; Bryan et al.: 2009).

Nuestros supuestos, serán los explicados en las secciones previas, el boom agroexportador ha tenido efecto desde los años noventa y ha beneficiado principalmente a las grandes empresas para el despegue del sector. Además, se ha establecido que hay un problema de escasez de agua que viene acechando el departamento de Ica y se repasaron diversos análisis que intentan medir el impacto sobre el bienestar de las personas de la zona; sin embargo, no se ha considerado en el análisis si el efecto del boom agroexportador ha influenciado o no en la decisión de los agricultores de adoptar prácticas que ayuden a la conservación del recurso hídrico, sin el cual el sector no podría existir, o continuar su existencia. Es posible que el boom haya tenido un efecto sobre las decisiones concernientes a prácticas de conservación del agua como, por ejemplo, uso de riego tecnificado en una región donde la principal fuente de agua para la producción agrícola es obtenida de los acuíferos de Ica, que presentan problemas de escasez desde hace varios años. Además, la baja tasa de uso de riego tecnificado, implica que el boom agroexportador tendría un efecto solo para una parte pequeña de las UA, más aún si se considera que muchas de las UAs en nuestro estudio tienen señalan que la falta de agua es el principal motivo por el que no tienen siembra en sus parcelas.

Tomando este enfoque, establecemos que nuestra variable de interés será un buen indicador de las decisiones que adoptan los agricultores, en tanto beneficien

al recurso hídrico, pues el uso de riego tecnificado requiere de menos agua para la producción. Luego, usando la estrategia de identificación de Zana (2012) y en base a las covariables para el emparejamiento de los estudios de Zegarra, Orihuela y Paredes (2007), Fort y Vargas (2015) y Escobal y Armas (2015), establecemos a los agricultores en distritos agroexportadores como el grupo de tratamiento y buscamos en regiones similares agricultores con características lo más parecidas posibles a dicho grupo, de manera que se pueda asegurar que estos agricultores eran elegibles para participar del boom agroexportador, sin embargo, en base a datos proporcionados por SUNAT, en el año 2012 no exportaron ningún producto agrícola. Una vez asignados los grupos de control y tratamiento, mediante varios algoritmos diferentes para asegurar la robustez de la estimación, se estima el impacto del boom agroexportador sobre la probabilidad de adoptar riego tecnificado para nuestra muestra de pequeños y medianos agricultores. Para asegurarnos que ambos grupos son comparables, y siguiendo las características descritas en la sección dos de este estudio, restringimos nuestra base de datos a unidades agropecuarias que cuenten con por lo menos un pozo, de esta manera aseguramos el emparejamiento adecuado para los fines del análisis de esta investigación y afirmamos que ambos grupos son comparables. Nuestra hipótesis será que efectivamente, el boom agroexportador ha tenido un efecto positivo sobre la probabilidad de adoptar tecnologías de riego tecnificado para nuestra muestra de unidades agropecuarias ubicadas en distritos agroexportadores. Lo que significa que estar en un distrito agroexportador aumenta la probabilidad de adoptar riego tecnificado. Además, creemos que se trata de una posibilidad para un grupo

pequeño de los agricultores de nuestra muestra, mientras que el resto de ellos sufren la falta de agua y mantienen varias de sus parcelas sin cultivo.

Finalmente, debido a nuestra preocupación de la poca efectiva adopción de uso de tecnologías de riego tecnificado, realizaremos el mismo análisis del boom para otro grupo de la muestra que señala que el motivo por el que tienen parcelas sin siembra es por falta de agua. De esta manera, damos un siguiente paso en el análisis para evaluar los efectos que tiene el boom agroexportador sobre el problema de escasez de agua, es decir que si ser una unidad agropecuaria de un distrito agroexportador aumenta la probabilidad de que el motivo por el que no hay producción en la superficie agrícola es la falta de agua. Nuevamente, creemos que el efecto del boom sobre la muestra será positivo y altamente significativo para este problema.

6.4. Estrategia de identificación

El primer paso para aplicar esta metodología al análisis que se quiere realizar es identificar al grupo de tratamiento y el grupo de control. Para esto, se solicitó a la Superintendencia Nacional Adjunta de Aduanas (SUNAT) información sobre las empresas que han exportado mercancías agrícolas (clasificadas en la sección II del último sistema armonizado, productos del reino vegetal, y las asociadas a las subpartidas 180100, cacao en grano, entero o partido) del arancel de aduanas 2017, sus respectivas ubicaciones de producción y valor de exportación para el año 2012.

Obtuvimos una base de datos de 507 centros de producción ubicados en Ica para un total de 232 empresas diferentes (diferentes RUC) distribuidas en veintitrés distritos:

Tabla 7. Distribución de centros de producción en distritos agroexportadores del departamento de Ica

TÍTULO	frecuencia	porcentaje
ALTO LARAN	25	4.93
CHINCHA ALTA	37	7.3
CHINCHA BAJA	16	3.16
EL CARMEN	13	2.56
HUMAY	1	0.2
ICA	186	36.69
INDEPENDENCIA	1	0.2
LA TINGUIÑA	3	0.59
LOS AQUIJES	5	0.99
NAZCA	2	0.39
PACHACUTEC	7	1.38
PARACAS	17	3.35
PARCONA	2	0.39
PISCO	28	5.52
PUEBLO NUEVO (prov. Ica)	23	4.54
SALAS	72	14.2
SAN JOSE DE LOS MOLINOS	5	0.99
SAN JUAN BAUTISTA	28	5.52
SANTIAGO	22	4.34
SUBTANJALLA	7	1.38
VISTA ALEGRE	3	0.59
YAUCA DEL ROSARIO	2	0.39
PUEBLO NUEVO (prov. Chincha)	2	0.39
Total	507	100

FUENTE: SUNAT, elaboración propia.

SUNAT registra todos los movimientos de cualquier empresa que realice exportaciones a cualquier parte del mundo, basados en esta información identificamos a las observaciones que son afectadas por el boom agroexportador,

el grupo de tratamiento, serán las unidades agropecuarias ubicadas en cada uno de los veintitrés distritos identificados como agroexportadores en el CENAGRO del 2012. Se comparó esta información con la obtenida en el estudio de Zana (2012), los seis distritos que la autora usa, que se encuentran dentro del departamento de Ica, clasificados en la categoría “costa centro”, como distritos controles se encuentran en nuestra selección de la base de datos de SUNAT, del mismo modo, no se encontró a ninguno de los distritos que Zana usa como controles, pertenecientes al departamento de Ica, en la base de datos de SUNAT, que será usada para establecer los distritos tratados en este estudio, salvo un caso. El distrito de San Juan Bautista es usado en el estudio de la autora como control asignado al distrito Nuevo Imperial del departamento de Lima, provincia de Cañete, sin embargo, en la base de datos que SUNAT entregó no se encontró ninguna empresa (de la base de datos completa para todo el Perú que contenía 3 455 centros de producción) ubicada en este distrito por lo que se prefirió la información otorgada por SUNAT.

Tabla 8. Distritos tratados y controles del departamento de Ica en el estudio de Zana (2012)

EMPAREJAMIENTO DE DISTRITOS DE LA COSTA CENTRO			
UBIGEO	TRATADO	UBIGEO	CONTROL
Distritos usados como tratados en el departamento de Ica			
110204	Chincha Baja	021405	Cochas
110108	Salas	150801	Huacho
110505	Paracas	150126	Punta Hermosa
110205	El Carmen	110206	Grocio Prado
110111	Santiago	110210	Sunampe
110109	San José de los Molinos	110404	Santa Cruz
110202	Alto Laran	110504	Independencia
Distritos usados como controles en el departamento de Ica			

150510	Nuevo Imperial	110110	San Juan Bautista
021801	Chimbote	110507	San Clemente
150501	San Vicente de Cañete	110401	Palpa
150202	Paramonga	110211	Tambo de Mora
020803	Comandante Noel	110402	Llipata

FUENTE: ZANA (2012), elaboración propia.

Una vez identificados los distritos agroexportadores, podemos establecer las unidades agropecuarias que serán parte del grupo tratado de manera que se pueda usar algún algoritmo para hallar su respectivo grupo control.

6.5. Superando el supuesto de CI

Pero antes, debemos asegurarnos que estos distritos tenían características similares antes de recibir el tratamiento y, por lo tanto, garantizar el cumplimiento del supuesto de CI para evitar el sesgo de selección. Por lo cual se realiza un paso previo al emparejamiento de unidades agropecuarias en el censo del 2012.

Gracias a que se cuenta con un censo previo al boom agroexportador, el CENAGRO de 1994 podemos asegurarnos que los distritos de los cuales se obtendrán las unidades agropecuarias identificadas como controles sean similares antes del boom a las del grupo de tratamiento, controlando por características observables la identificación de un distrito agroexportador. Realizamos un primer matching de distritos en la costa del Perú con datos de 1994 para identificar, a nivel de distritos, un grupo control para el grupo de tratamiento de distritos agroexportadores del 2012 identificados por la base de SUNAT. Ya que en Ica solo teníamos 23 distritos identificados como agroexportadores, una muestra muy pequeña para tener una estimación confiable, se opta por realizar un matching de

todos los distritos de la costa del país, se obtiene un total de 142 distritos agroexportadores ubicados en todos los departamentos de la costa de Perú, de la misma manera que se procede en el trabajo de Zana (2012), pero identificando a los distritos agroexportadores en base a la información de SUNAT. Logramos obtener una base de 147 distritos agroexportadores para los cuales buscamos asignar distritos controles de entre los 561 distritos no identificados como agroexportadores o calificables para ser controles y que se encuentran dentro del soporte común del *propensity score*.

Siguiendo los trabajos de Zegarra, Orihuela y Paredes (2007) y Fort y Vargas (), tomamos las siguientes variables como características observables bajo las cuales se aíslan otros efectos de la asignación del tratamiento. A continuación, se presentan algunos estadísticos de cada variable para la muestra antes (*raw*) y después (*matched*) de realizado el matching:

Tabla 9. Características relevantes para el emparejamiento de distritos (1994)

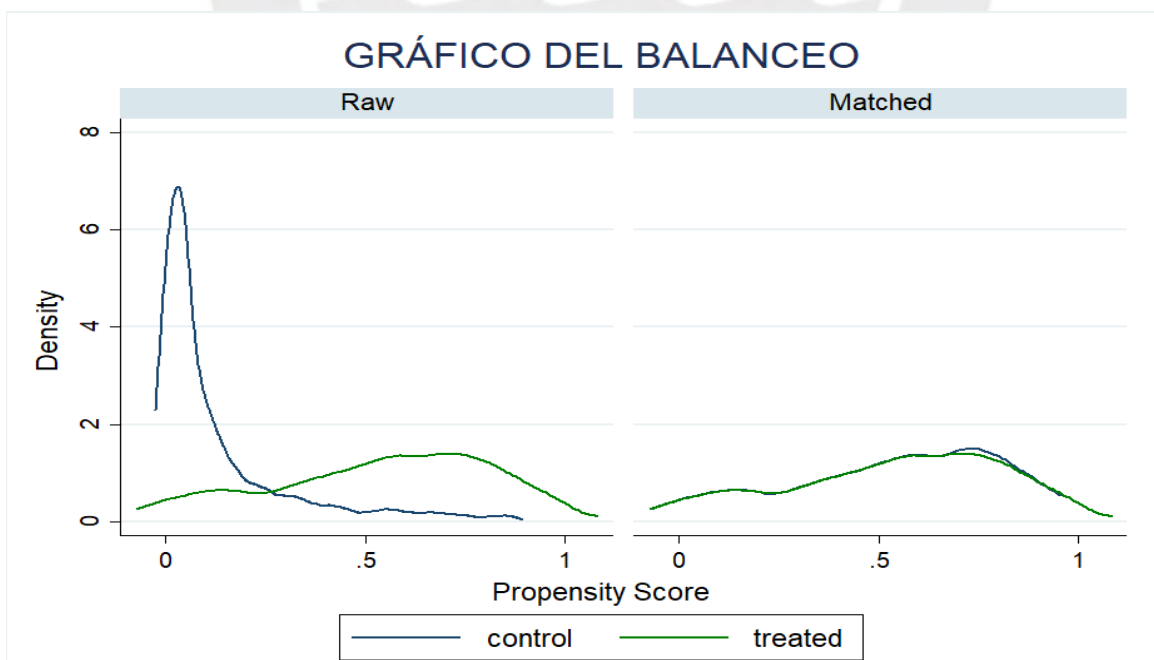
	Raw		Matched	
Número de observaciones	654		284	
Tratadas	142		142	
Controles	512		142	
	Diferencias estandarizadas		Ratio de Varianza	
	Raw	Matched	Raw	Matched
ijagricola	0.0906	0.0644	3.9948	6.7727
psaepastos	-1.1219	-0.0036	0.7292	0.8055
psariego	0.8855	-0.1582	0.3257	1.9112
sagrictitu	0.5152	0.0470	3.1907	1.4248
parcelas_m	-0.0525	0.0159	5.1542	5.8363
personash_m	1.0162	-0.1406	0.5815	0.5500

mujeres_m	0.9940	-0.0797	0.5807	0.5953
pcsecund	0.8163	0.1307	1.4557	1.0058
pleescribe	0.4337	0.0969	0.6028	1.0904
prio	-0.0346	0.0159	1.0515	0.8863
paguacont	0.0378	0.2550	0.7114	1.3603
pvive	-0.1227	0.1867	0.7145	1.0266
pnuncacred	-0.6781	0.2205	1.2648	0.7040
pmujeresh	-0.5424	0.0012	1.0701	0.8009
paasuficiente	0.3142	0.2404	0.7344	0.8802
pusuarios	0.3035	-0.2794	0.6359	1.1397
psiempresiem	-0.7339	0.0791	0.6638	0.8033

FUENTE: INEI (1994), elaboración propia.

Del mismo modo, se presenta el gráfico del emparejamiento entre distritos:

Gráfico 10. Balanceo entre distritos tratados y controles antes y después del emparejamiento



FUENTE: INEI (1994), elaboración propia.

Como se puede observar, una vez realizado el matching ambos grupos son altamente similares por lo si utilizamos este indicador, distritos que se parecen en el año 1994 a los distritos agroexportadores en el año 2012, tenemos fuertes motivos para creer que se cumple el supuesto de CI. Por lo tanto, escogemos los distritos agroexportadores ubicados en el departamento de Ica y sus respectivos controles, para poder usar esta información en el censo del 2012 y escoger a las unidades agropecuarias de estos distritos, similares antes de sucedido el boom, de manera que se pueda atribuir al impacto del boom agroexportador peruano y no se sobreestime su efecto, cumpliéndose el supuesto de CI. Nuevamente, vale la pena recalcar que nos encontramos bajo el supuesto en el que no existen características no observables entre distritos que puedan estar sesgando la estimación.

Debido a que, tomar solo a los distritos de Ica para compararlos con sus respectivos controles es tomar una sub muestra del emparejamiento realizado, tomamos algunos estadísticos de dicha sub muestra para asegurarnos que no existan diferencias significativas en las variables solo para distritos del departamento de Ica:

Tabla 10. Estadísticos de tratados ubicados en el departamento de Ica y sus respectivos controles

	D=0		D=1	
	media	error estándar	media	error estándar
ijagricola	0.0623	0.0088	0.0636	0.0072
psaepastos	0.1065	0.0564	0.0612	0.0405
psariego	0.9503	0.0425	0.9798	0.0056
sagricitu	6496.1610	1809.3684	4182.1842	701.4425
parcelas_m	3.2602	0.5425	3.6417	0.4363

personash_m	5.3291	0.1549	5.2606	0.1070
mujeres_m	2.8075	0.0847	2.7182	0.0497
pcsecund	0.1347	0.0141	0.1533	0.0083
pleescribe	0.8929	0.0156	0.9465	0.0084
prio	0.4962	0.0858	0.4780	0.0412
paguacont	0.1575	0.0490	0.0255	0.0099
pvive	0.3788	0.0672	0.3025	0.0293
pnuncacred	0.6885	0.0533	0.6311	0.0476
pmujeresh	0.4844	0.0039	0.4832	0.0046
paasuficiente	0.2220	0.0270	0.2199	0.0266
pusuarios	0.7203	0.0711	0.7357	0.0572
psiempresiem	0.3984	0.0612	0.4334	0.0425

FUENTE: INEI (1994), elaboración propia.

Como se aprecia en la tabla, no tenemos diferencias importantes entre nuestros tratados y controles por lo que usaremos esta sub muestra para definir a las unidades agropecuarias en estos distritos como grupo tratado para el emparejamiento en el CENAGRO del 2012, el detalle de cada distrito tratado ubicado en el departamento de Ica y sus respectivos controles se encuentra en el anexo 1.

6.6. Emparejamiento y medición del impacto sobre las variables de interés

El siguiente paso, será realizar el emparejamiento usando el CENAGRO del 2012. Tomamos como base las unidades agropecuarias ubicadas en los 23 distritos tratados para que conformen el grupo de tratamiento o unidades agropecuarias en distritos agroexportadores, mientras que en los distritos controles del emparejamiento anterior estarán ubicadas las unidades agropecuarias en distritos no agroexportadores, que podrán ser elegibles para conformar el grupo de tratamiento de este segundo *matching* de UA en el CENAGRO del 2012.

Debido a que nuestra variable de interés es uso de riego tecnificado, debemos restringir nuestra muestra original a solo los que usen algún tipo de riego para alguna de sus parcelas. Las unidades agropecuarias de nuestra muestra se encuentran ubicadas en los departamentos de La libertad, Piura, Lambayeque, Tacna y Lima, de los cuales el 50% de las observaciones se encuentran en distritos de Ica no agroexportadores y el 34.5% en distritos de La Libertad. Del mismo modo, solo contamos con información relevante de aquellas unidades agropecuarias identificadas como persona natural, pues según la estructura del censo son las únicas que responden preguntas sobre las características de la UA. Finalmente, ajustamos la muestra a aquellas unidades agropecuarias que tengan al menos un pozo, de manera que podamos identificar mejor a las más parecidas a las UAs agroexportadoras de Ica, que representan nuestro grupo tratado. Presentamos algunos estadísticos descriptivos de la muestra final:

Tabla 11. Estadísticos descriptivos de la muestra final en base a CENAGRO 2012

	media	error estándar	suma	valor máximo	valor min
riego_tec	0.082	0.005	210	1	0
agua_rio	0.782	0.009	1739	1	0
ingresos	0.350	0.009	893	1	0
ijagricola	0.869	0.004		1	0.28374
no_cred	2.037	0.032	3777	5	1
alfalfa	0.095	0.006	243	1	0
tasa_sagrop	0.949	0.002		1	0.002
n_parcelas	1.728	0.026	4409	15	1

psventa	0.992	0.001		1	0.166667
wsup02	2.540	0.021	6483	6	1
wsup03	6.882	0.455	17562.51	899.5	0.011
wsup03a	6.816	0.455	17393.75	899.5	0.011
wsup08	2.543	0.406	6490.69	896	0
sexo	0.222	0.008	566	1	0
edad	57.355	0.285	146370	96	19
wsup05	0.230	0.045	587.8795	98.25	0
wp109	3.797	0.043	9691	12	1
barbecho	0.397	0.010	1014	1	0
destino_venta	1.223	0.012	2915	3	1
e_electrica	0.172	0.007	438	1	0
ihh	0.571	0.008		1	0.002369

Nota: Todas las superficies están en hectáreas. Las descripciones de las variables se encuentran en la tabla 5. FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

Como se puede observar, tenemos una base final con UAs pequeñas y medianas con un promedio de superficie cultivada de 6.882 has, siendo la UA de mayor tamaño la de 900, a diferencia de la muestra de todo el departamento cuya UA de mayor tamaño era de 20 000 has. Asimismo, solo 50 de las UAs de esta muestra tienen más de 50 has de superficie, mientras que 2 130 cuentan con menos de 10 has. Debido a que todas se encuentran en la costa, las UAs solo trabajan usando riego para la agricultura y con un alto porcentaje de parcelas que utilizan agua proveniente del río, lo que explica también la baja tasa de uso de riego tecnificado. Nuestros agricultores, destinan en promedio la mayor parte de la venta de la producción al mercado nacional, el índice de Janusewski es bastante cercano a uno

lo que significa que la superficie mantiene el alto nivel de consolidación de la tierra, es decir que en su mayoría las UAs tienen una parcela, lo que se confirma con los datos de la variable ***n_parcelas*** que indica que en promedio los agricultores tienen dos parcelas en su superficie, y la UA con mayor número de parcelas tienen solo quince, a diferencia de las 70 que se presentaba para el resto del departamento de Ica (Tabla 5). Nuestros agricultores tienen en promedio 2.5 has de tierras que no tenían siembra al momento de realizado el censo y el 40% tiene al menos una parcela con este tipo de tierras en la UA, sin embargo, tienen en promedio un bajo espacio de otro tipo de tierras dentro de la unidad agropecuaria, lo que significa que en su mayoría estas se utilizan para la agricultura característica que va de acuerdo con el índice de superficie agropecuaria sobre superficie total que es del 94.9%. Asimismo, en su mayoría nuestros agricultores no utilizan energía eléctrica para realizar trabajos agropecuarios, y destina la mayor parte de su producción a la venta en el mercado nacional; con un nivel de concentración medio alto en pocos cultivos pues el índice de Herfindahl presenta un valor de 0.571, siendo igual a uno cuando solo se cultiva un grano en la UA. Con respecto de los responsables de la UA, en su mayoría son hombres, con un promedio de 57 años de edad, primaria completa y con un hogar conformado por cuatro personas.

Algo que llama bastante la atención es que de un total de 2 552 observaciones que tiene nuestra base, casi la mitad 1 014 de ellas tienen tierras en barbecho, lo que significa que no tenían cultivos en sus tierras agrícolas en el momento en el que se realizó la encuesta. Esto llamó nuestra atención pues era de esperarse que, debido al problema de escasez de agua existieran tierras sin cultivar. En el

CENAGRO existe una pregunta muy interesante que puede darnos mayores luces sobre el estado en el que se encuentran los pequeños agricultores en la zona agroexportadora de Ica, que es respondida solo cuando no existe cultivo en la superficie agrícola y tampoco será sembrada en la siguiente campaña:

PREGUNTA 36. ¿CUÁL ES LA RAZÓN PRINCIPAL POR LA QUE LA SUPERFICIE QUE ESTÁ SIN CULTIVO NO SERÁ SEMBRADA HASTA JULIO DE 2013?

- (1) Falta de agua
- (2) Falta de semilla
- (3) Falta d crédito
- (4) Falta de mano de obra
- (5) Por salinidad, erosión o mal drenaje
- (6) Consiguió otro trabajo
- (7) Robo
- (8) Terrorismo
- (9) Desastre natural
- (10) Otra

Por lo que decidimos obtener más información sobre el impacto que tiene el boom agroexportador sobre esta variable en relación a la escasez de agua. Primero, recodificamos la variable de manera tal que sea igual a uno si el motivo era falta de agua e igual a cero si era otro motivo, la sola distribución de esta variable, a la cual

llamaremos **motivo**, nos indicaba que de las 337 UAs que responden dicha pregunta el 64.09% indica que el motivo es falta de agua:

Tabla 12. Distribución de la variable motivo en la base final

motivo	frecuencia	porcentaje
Otro	121	35.91
Falta de Agua	216	64.09
Total	337	100

FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

Solo esto demuestra el efecto que ha tenido el problema de escasez de agua sobre los pequeños agricultores, adicionalmente a la tasa baja de uso de riego tecnificado. Por lo que, decidimos evaluar si efectivamente fue el boom agroexportador el causante de este problema, por lo que en una segunda parte de la evaluación tomamos la variable motivo como dependiente para ahondar en el impacto social del boom agroexportador peruano. La siguiente tabla muestra algunos indicadores de esta segunda sub muestra:

Tabla 13. Estadísticos descriptivos de la muestra final para la variable motivo en base a CENAGRO 2012

	mean	error estándar	suma	valor máximo	valor mínimo
riego_tec	0.082	0.005	210	1	0
motivo	0.611	0.023	281	1	0
agua_rio	0.755	0.009	1896	1	0
ingresos	0.331	0.009	960	1	0
ijagricola	0.878	0.003		1	0.28374
no_cred	2.100	0.031	4481	5	1
alfalfa	0.084	0.005	243	1	0

tasa_sagrop	0.947	0.002	2742.366	1	0
n_parcelas	1.676	0.023	4854	15	1
psventa	0.992	0.001		1	0.166667
wsup02	2.556	0.020	7405	6	1
wsup03	6.819	0.407	19753.58	899.5	0
wsup03a	6.732	0.407	19502.86	899.5	0
wsup08	2.982	0.366	8639.13	896	0
sexo	0.231	0.008	670	1	0
edad	57.145	0.270	165549	96	19
wsup05	0.492	0.202	1424.067	553	0
wp109	3.759	0.040	10890	12	1
destino_venta	1.223	0.012	2922	3	1
e_electrica	0.160	0.007	464	1	0
ihh	0.581	0.008		1	0.002369

FUENTE: INEI (2012), elaboración propia

Para este segundo caso, en una muestra más pequeña, cuando nuestra variable de interés se centra en las UAs con parcelas vacías y agricultores que indican algún motivo por el que no tienen producción la muestra no cambia mucho. El 61.1% indica que el motivo por el que no tiene siembra es por falta de agua, mientras que el porcentaje de agua para riego proveniente de río ha disminuido a 75.5%, lo que nos indica que más agricultores necesitan agua del subsuelo para su producción. Si bien la muestra disminuye, las características de los agricultores son similares.

6.7. Supuestos y limitaciones del método

Como hemos mencionado líneas arriba, el presente modelo tiene diversas limitaciones, hemos dedicado una sección en la cual se detalla el caso que hubiera sido “ideal” para realizar el análisis del impacto del boom agroexportador, y hemos establecido también que, a la luz de los datos, el método de emparejamiento es el más apropiado.

En ese sentido, si bien hemos realizado un paso previo para asegurar se cumpla el supuesto de independencia condicional (CI), existe la posibilidad de que los resultados se encuentren sesgados por características no observables imposibles de medir o incluir en el modelo que podrían estar sobre estimando el impacto del boom. Este paso debe ser visto como un indicador de que los dos grupos se encontraban en situaciones similares antes del tratamiento, por lo que se puede atribuir el efecto del tratamiento efectivamente al tratamiento.

En ese sentido, también existen ciertas mejoras que podría hacerse al modelo, por ejemplo, los algoritmos seleccionados o realizar una estrategia de identificación con un enfoque diferente. Todas estas variables afectan a los resultados, sin embargo, se ha optado por realizar todos estos pasos en base a la literatura relevante y brindando diferentes opciones para poder concluir en que el análisis realizado es un buen indicador de lo que se quiere medir y los resultados que se presentan son robustos a diversos algoritmos.

7. RESULTADOS

7.1. Grupos comparables:

Siguiendo a Bernal y Peña (2011), quienes explican la metodología creada por Rosenbaum y Rubin (1983), el primer paso para para aplicar el método de emparejamiento es estimar la probabilidad de participación en el tratamiento. Para nuestro caso, debido que en esta segunda etapa nuestras unidades de análisis no son distritos, sino unidades agropecuarias, estimamos el puntaje de propensión utilizando aquellas características observables que sean relevantes para la asignación del tratamiento, nuevamente basados en los estudios previos de Zegarra, Orihuela y Paredes (2007), Escobal y Armas (2015) y Fort y Vargas (2015), y en la significancia estadística de cada covariable.

Tabla 14. Covariables utilizadas para ambas estimaciones

Variable endógena	Covariables
<i>riego_tec</i>	<i>ingresos, ijagricola, no_cred, alfalfa, tasa_sagrop, sexo, psventa, destino_prod, e_electrica y ihh.</i>
<i>motivo</i>	<i>ingresos no_cred psventa tasa_riego alfalfa tasa_sagrop sexo destino_prod</i>

FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

Para asegurar que ambos grupos son comparables, por lo tanto, el contrafactual adecuado para nuestro análisis, se escoge la opción de soporte común, que establece que “individuos con el mismo vector de variables X tienen probabilidad positiva de ser tanto participantes como no participantes en el programa. Es decir, no se pueden utilizar individuos con combinaciones X tales que exhiben probabilidades positivas de ser participantes pero nulas de ser no participantes.”

(Bernal y Peña, 104: 2011). Para nuestra primera estimación, uso de riego tecnificado, la región del soporte común se encuentra en el rango [0.07477539, 0.73021114], y tiene la siguiente distribución para los algoritmos seleccionados:

Tabla 15. Distribución de observaciones dentro del soporte común para algoritmos de emparejamiento diferentes, para la variable riego tecnificado

algoritmo		región de soporte común	
		fuera del soporte	dentro del soporte
PSM	Controles	4	1 047
NN(1)	Tratados	6	631
PSM	Controles	4	1 047
NN(2)	Tratados	6	631
PSM	Controles	4	1 047
NN(3)	Tratados	6	631
PSM	Controles	4	1 047
KERNEL	Tratados	6	631
NN	Controles	1	846
MALAHANOBIS	Tratados	4	633

FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

Mientras que, para el segundo caso en el que usamos la variable motivo por el cual no siembra la superficie agrícola, el rango es [0.14234939, 0.7431693] y presenta la siguiente distribución:

Tabla 16. Distribución de observaciones dentro del soporte común para algoritmos de emparejamiento diferentes, para la variable motivo por el que no siembra la superficie agrícola

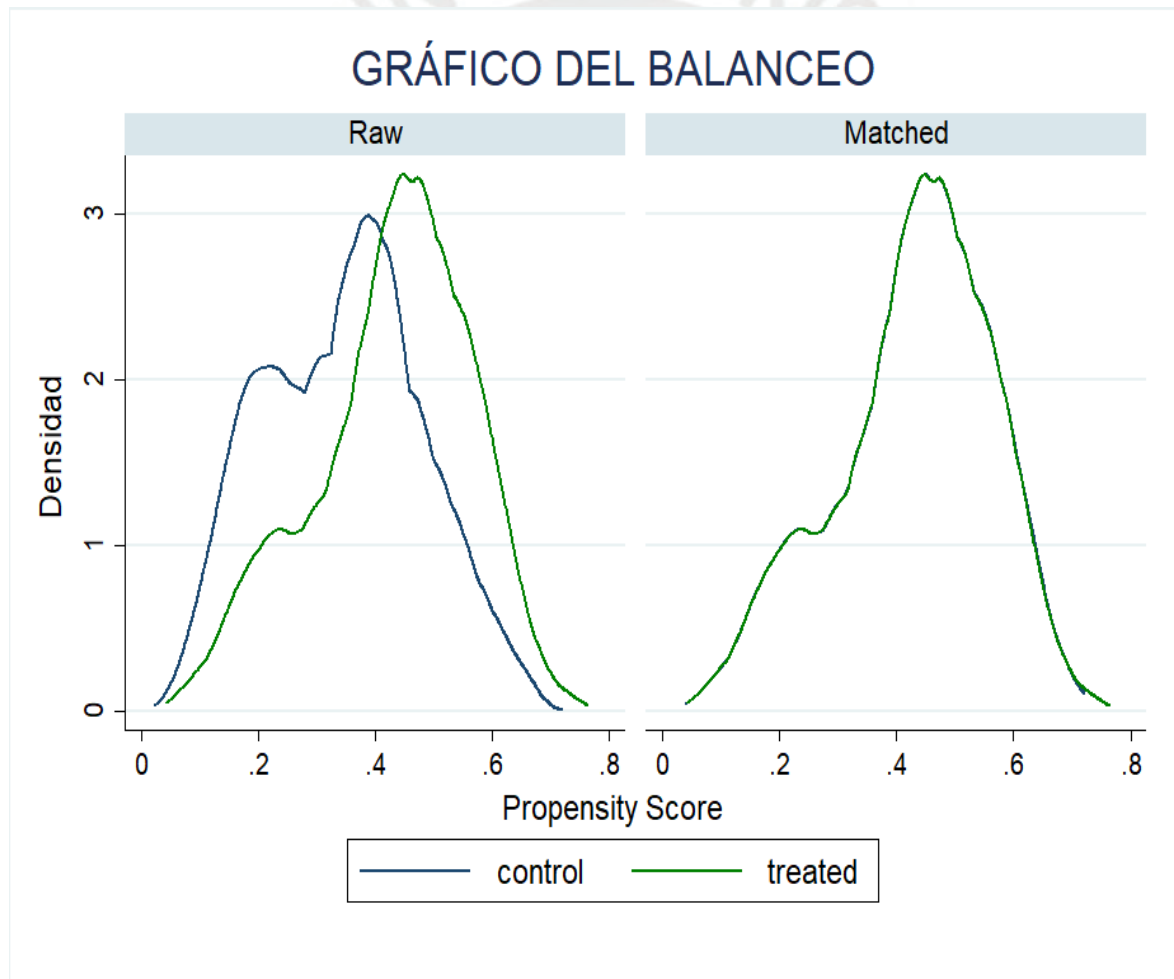
algoritmo		región de soporte común	
		fuera del soporte	dentro del soporte
PSM	Controles	2	70
NN(1)	Tratados	1	153
PSM	Controles	2	70
NN(2)	Tratados	1	153
PSM	Controles	2	70
NN(3)	Tratados	1	153
PSM	Controles	3	69

KERNEL	Tratados	1	153
NN	Controles	2	70
MALAHANOBIS	Tratados	1	153

FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

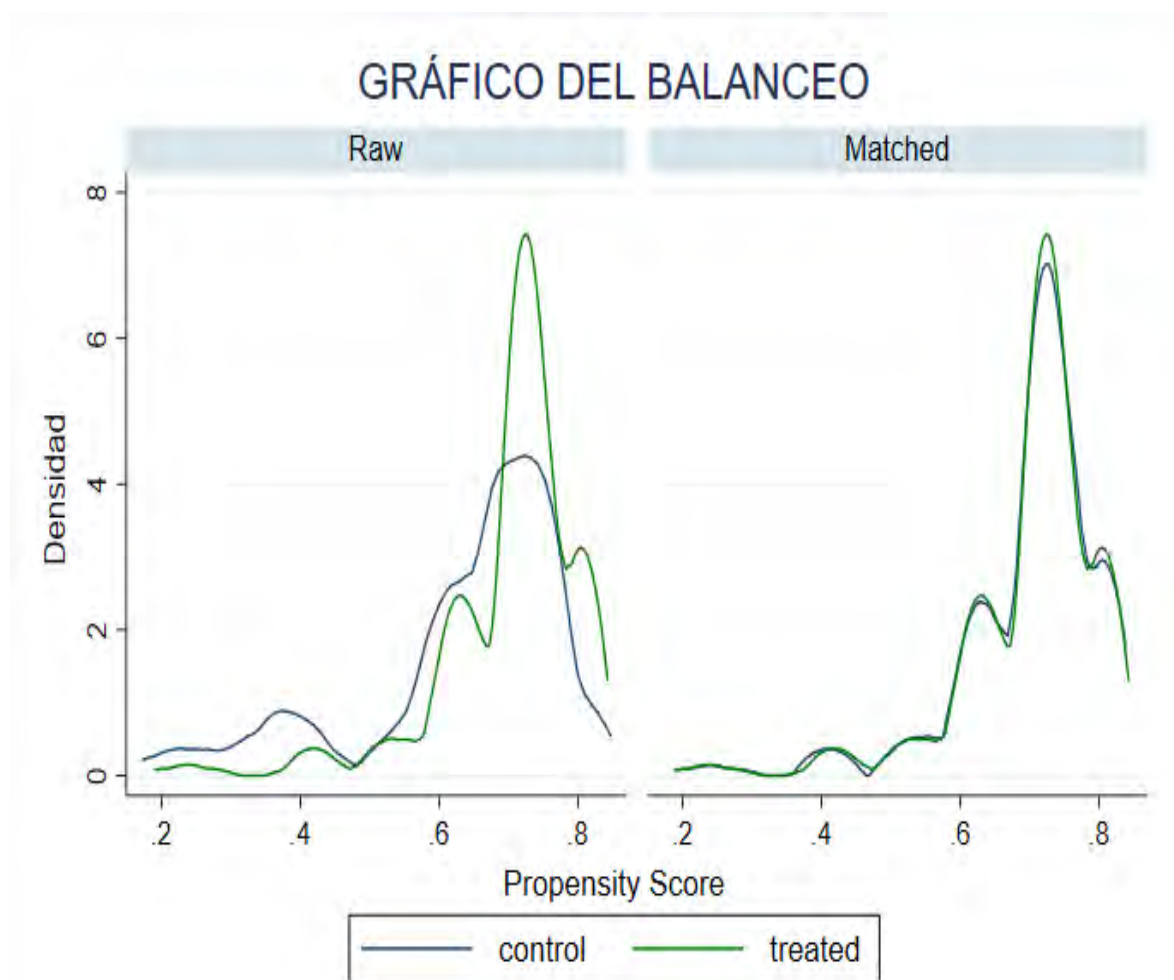
Presentamos el gráfico del balanceo en el que se aprecia la distribución de los puntajes de propensión, para ambos casos se usa el algoritmo nearest neighbour con un vecino más cercano, se pueden ver gráficos para otros algoritmos en los anexos 3 y 4 respectivamente:

Gráfico 11. Distribución de los puntajes de propensiones antes y después del emparejamiento, para la variable uso de riego tecnificado



FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

Gráfico 12. Distribución de los puntajes de propensiones antes y después del emparejamiento, para la variable motivo por el que no siembra la superficie agrícola



FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

En ambos gráficos se puede observar el alto grado de similitud que presentan los grupos tratado y control.

Finalmente, se cumple la propiedad del balanceo para las variables seleccionadas para ambos casos, lo que demuestra que son variables adecuadas para predecir la participación de las observaciones en el tratamiento y ambos grupos tienen un alto grado de similitud:

Tabla 17. Estadísticos de covariables de ambas estimaciones antes y después del emparejamiento

riego_tec		media		t-test	motivo		media		t-test
covariables		tratado	control	p> t	covariables		tratado	control	p> t
ingresos	raw	0.376	0.332	0.022	ingresos		0.344	0.322	0.209
	matched	0.333	0.346	0.632			0.203	0.209	0.888
ijagricola	raw	0.923	0.832	0.000	tasa_riego		0.986	0.992	0.000
	matched	0.924	0.919	0.537			0.990	0.992	0.233
no_cred	raw	2.186	0.832	0.000	no_cred		2.312	1.949	0.036
	matched	2.216	0.919	0.976			2.549	2.340	0.670
alfalfa	raw	0.072	0.111	0.001	alfalfa		0.061	0.101	0.051
	matched	0.057	0.060	0.822			0.072	0.082	0.779
tasa_sagrop	raw	0.958	0.943	0.004	tasa_sagrop		0.953	0.942	0.000
	matched	0.957	0.957	0.973			0.956	0.957	0.736
sexo	raw	0.203	0.235	0.057	sexo		0.221	0.239	0.023
	matched	0.225	0.223	0.928			0.261	0.268	0.937
psventa	raw	0.996	0.989	0.035	psventa		0.996	0.989	0.273
	matched	0.994	0.994	0.844			0.995	0.992	0.905
destino_prod	raw	1.156	1.150	0.774	destino_prod		1.155	1.151	0.838
	matched	1.037	1.034	0.000			1.026	1.035	0.729
e_electrica	raw	0.205	0.149	0.626					
	matched	0.181	0.191	0.834					
ihh	raw	0.562	0.578	0.379					
	matched	0.573	0.567	0.798					

FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

7.2. Impacto del boom agroexportador

Como se ha planteado, nuestro análisis gira en torno a la medición del impacto del boom agroexportador sobre dos variables de interés. Las decisiones de adaptación al cambio climático, medida en uso de riego tecnificado y el impacto del boom sobre que el motivo por el cual no se tiene siembre sea falta de agua.

7.2.1. Uso de riego tecnificado:

Los resultados para la primera variable de interés, uso de riego tecnificado, van de acuerdo a la hipótesis inicial. Se encontró que, para todos los algoritmos usados, los resultados presentan el nivel de confianza más alto, 99%, y un impacto positivo

sobre la probabilidad de adopción de riego tecnificado en alrededor de 15 puntos porcentuales para unidades agropecuarias ubicadas en distritos agroexportadores, para los algoritmos presentados, la estabilidad obtenida hace bastante confiables los resultados.

Tabla 18. Resultados del impacto del boom agroexportador sobre uso de riego tecnificado

algoritmo	ATT	P> z
PSM NN(1)	0.151	0.000
PSM NN(2)	0.151	0.000
PSM NN(3)	0.151	0.000
KERNEL	0.149	0.001
NN MAHALANOBIS	0.139	0.000

FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

Por lo que se puede afirmar que el boom agroexportador peruano ha tenido un efecto positivo sobre la probabilidad de adopción de riego tecnificado para pequeños y medianos agricultores ubicados en el departamento Ica, que tengan al menos un pozo en la unidad agropecuaria. Este efecto, nos dice bastante sobre las características de la actividad de dichos agricultores, el estar ubicado en un distrito agroexportador aumenta la probabilidad de adoptado prácticas de conservación para el recurso hídrico. El aumento en el uso de riego tecnificado implica que se usa el agua de manera más eficiente, se opta por medidas de conservación del cambio climático que puede sustentarse en el problema de escasez de agua de la zona. Permanece la duda de si este es un efecto que habla más de la necesidad de eficiencia debido a la escasez del recurso, esto puede ser solo un indicador del estado de falta de agua en el que se encuentran los agricultores pequeños. Asimismo, la baja tasa de adopción de riego tecnificado (8.23%) nos dice también

que este efecto se restringe a pocos agricultores, mientras que en la siguiente variable encontramos respuestas sobre qué es lo que sucede con los agricultores que no tienen siembra en sus parcelas (64.09%).

7.2.2. Falta de agua para siembra:

Para responder la incógnita que permanece, se decidió optar por una segunda variable de interés. Es necesario saber si el efecto positivo sobre el uso de riego tecnificado se puede deber a un problema de escasez del recurso en la zona. Por ese motivo, nuestra segunda variable de interés toma la forma de una variable dummy que será igual a uno si el motivo por el que no tiene siembra es falta de agua e igual a cero si no tiene siembra en la superficie agrícola por otro motivo.

La muestra para esta segunda variable es más pequeña que la anterior, debido a que solo usamos al grupo de UAs que tienen superficie agrícola sin siembra y responden a la pregunta sobre cuál es el motivo. Del mismo modo que para la variable anterior, se usaron diferentes algoritmos que presentan resultados al 99% de confianza bastante similares:

Tabla 19. Resultados del impacto del boom agroexportador sobre si el motivo por el que no tiene siembra es por falta de agua

algoritmo	ATT	$P > z $
PSM NN(1)	0.218	0.025
PSM NN(2)	0.183	0.069
PSM NN(3)	0.168	0.081
KERNEL	0.133	0.043
NN		
MAHALANOBIS	0.197	0.032

FUENTE: INEI (2012), elaboración propia.

Estos resultados confirman las sospechas sobre el efecto que ha tenido el boom agroexportador sobre la escasez de agua en Ica, los agricultores de nuestra muestra se ven afectados por el boom de manera negativa pues el impacto de estar ubicado en un distrito agroexportador aumenta en 13.4 puntos porcentuales, para el algoritmo con un resultado más bajo, la probabilidad de que el motivo por el que no se siembra en la superficie agrícola sea falta de agua; mientras que el algoritmo que encuentra un valor más alto es de 21.8 puntos porcentuales.



8. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

El presente estudio, busca aportar a la literatura sobre boom agroexportador y escasez de agua en el departamento de Ica, dentro de la literatura de servicios ecosistémicos, mediante un análisis cuantitativo que mide el impacto del boom agroexportador de la zona sobre la adopción de medidas de adaptación al cambio climático en lo concerniente al recurso hídrico, más específicamente adopción de riego tecnificado de pequeños y medianos agricultores que han utilizado o utilizan pozos para su producción. En la primera parte de nuestro estudio, se resalta que las tensiones socio-ambientales en el departamento de Ica han tenido fuertes efectos sobre la disparidad de sus agricultores, llegando incluso en un momento a sobre pasar el problema del distrito para afectar a otro departamento. Asimismo, se ha podido definir que existe un grupo de agroexportadoras que ha consolidado su poder económico, político e hidro-social. Esto se demuestra también en la información obtenida de SUNAT (tabla 7), en donde se puede observar que, en el 2012, 186 centros de producción de empresas que exportan productos agrícolas se encontraban en el distrito de Ica; mientras que de los restantes 22 distritos con dichos centros de producción, en 10 de ellos habían 5 o menos centros. Asimismo, los primeros datos estadísticos del departamento nos indicaban la misma disparidad entre tipos de agricultores que existe en Ica.

Los resultados del análisis cuantitativo nos permiten confirmar ambas hipótesis planteadas, para los pocos agricultores que han tenido la posibilidad de adoptar tecnologías de riego, el boom agroexportador ha jugado un rol esencial; además, el boom agroexportador también determina la probabilidad de no tener siembra por

falta de agua. De nuestro análisis sobre el contexto social en el que se encuentra el departamento de Ica, son pocos los agricultores que presentan los recursos para adoptar tecnologías de riego, muchos de ellos tienen pozos secos o inoperativos y sufren de la escasez de agua, que ellos mismos señalan, han ocasionado las grandes agroexportadoras. Con respecto de nuestra primera hipótesis, confirmamos que encontrarse ubicado en un distrito agroexportador, que hemos denominado como verse afectado por el boom, aumenta la probabilidad de adoptar riego tecnificado. Lo que quiere decir que, los agricultores que pueden adoptar este tipo de riego lo hacen, esto significaría buenas noticias para la sostenibilidad del sector, ya que hemos definido que el uso de riego tecnificado es favorable para utilizar menos agua o agua de manera más eficiente en beneficio de la conservación del recurso hídrico, de no ser por la baja tasa de uso de riego que existe en la muestra. Solo el 8% de nuestros agricultores utiliza este tipo de riego, la mayoría de ellos adopta riego por gravedad y usan agua proveniente de ríos.

Además, en el segundo paso del análisis ahondamos aún más en los problemas de escasez de agua que trajo consigo el boom agroexportador. Este estudio ha encontrado que estar ubicado en un distrito agroexportador aumenta la probabilidad de que el motivo por el que no hay siembra en las parcelas de los agricultores es falta de agua. Lo que nuevamente juega en contra de la sostenibilidad del sector de Ica, demostrando incluso que ya se trata de un sector que no permite a los agricultores pequeños y medianos, como lo son los agricultores de nuestra muestra, mantener su producción a flote debido a los problemas de escasez de agua.

Ambas conclusiones demuestran que el boom agroexportador ha tenido un efecto positivo sobre el uso de riego tecnificado, pero no realmente sobre lo que denominamos adopción de prácticas de conservación del agua. Los resultados obtenidos nos hablan más de un esfuerzo por parte de los agricultores de mantener la escasa agua de la zona, debido a que se encuentran ubicados en distritos agroexportadores, disponible para sus pequeñas producciones. No se trata de conservar el servicio ecosistémico por sus características de bien común o con una mirada de largo plazo; sino que más bien, se han adoptado tecnologías de riego que utilizan más eficientemente el recurso hídrico debido a que esto les permite producir con la poca agua con la que cuentan. Muchos de los agricultores, quienes usan este tipo de riego, lo usan para producir con agua proveniente del río, y no del subsuelo de la zona. No se trata de un sector en busca de la sostenibilidad de largo plazo, sino de uno que intenta mantenerse a flote a medida que se ve amenazado por el problema de escasez de agua. Es preciso atender los comentarios de estos agricultores quienes acusan a las grandes agroexportadoras de estar acabando con el agua y tener la posibilidad de explotar sus recursos hasta agotarlos y luego retirarse a invertir en otros lugares. A pesar de que el boom agroexportador es el responsable de que los agricultores que hayan adoptado tecnologías de riego tecnificado, los motivos parecen ser los de un sector que ya presenta rasgos de insostenibilidad, pues sin agua no podrá permanecer el sector.

Más aún, podríamos incluso entrar en el debate de si este aumento del uso de riego tecnificado, que ha llegado a afectar a los pequeños agricultores, podrá realmente ayudarlos en el largo plazo, es cierto que el riego tecnificado permite una

mayor eficiencia en el uso de agua, pero, esto no necesariamente significa que en el largo plazo vuelva más sostenibles a los agricultores de la zona. La Paradoja de Jevons, dentro de una mirada un poco más del lado de la economía ecológica, surge en el siglo XIX cuando William Stanley Jevons discutía “las posibles tendencias del consumo futuro de carbón y reaccionaba a escenarios generados por partidarios de las mejoras tecnológicas. También, en ese tiempo, algunos instaban que la eficiencia de motores debía verse dramáticamente incrementada para poder reducir el consumo de energía fósil.” (Giampietro, 7: 2003). La paradoja propone que, si bien las nuevas tecnologías vuelven más eficientes los procesos de producción, esto puede ocasionar el aumento del uso de los recursos para los que se crearon dichas tecnologías, volviéndolos más accesibles, y aumentando, en lugar de reducir, su uso: “El punto de Jevons fue que motores más eficientes, podrían expandir los usos del carbón para las actividades humanas, y por lo tanto, habrían impulsado en lugar de reducir las tasas de consumo de reservas existentes de carbón.” (Giampietro, 7: 2003). No mucho tiempo después la paradoja de Jevons se demostró cierta y no como un hecho aislado únicamente al caso del carbón, sino que se vio luego expandido, por ejemplo en el uso de automóviles, otros tipos de energía fósil, entre otros.

Es posible que esto sea lo que sucedió con el modelo industrial de agricultura de la zona, al mismo tiempo que permitió el despegue del sector, ocasionó también, gracias a una mayor eficiencia en el uso del recurso hídrico, un aumento de uso del agua, creando un sobre abuso del recurso que decantó en la situación actual, que se ve relegada en nuestros resultados. Así como este puede ser uno de los motivos

que ocasionó la escasez del recurso hídrico, ya que actualmente la agricultura industrial usa casi completamente riego tecnificado, se debe analizar si seguir promoviendo este tipo de riego como el benchmark al que deben llegar todos los agricultores realmente generará efectos positivos para la población de pequeños y medianos agricultores, o si únicamente significará una solución momentánea al problema de escasez de agua que puede incluso agravarse más con el tiempo.

Nuestros agricultores no se han visto excluidos del impacto del boom con respecto al servicio de provisión de agua, una gran parte de nuestra muestra presenta parcelas sin cultivo y agricultores que señalan que el principal motivo de esta situación es la falta de agua para su producción. Algo que claramente no sucede para las grandes empresas agroexportadoras que, como se demostró en la primera sección, presentan altos niveles de ingresos provenientes de la exportación de los productos que cultivan en Ica. Por lo tanto, tenemos dos escenarios en un mismo departamento, el de pequeños y medianos agricultores y por otro lado el de grandes agroexportadoras.

Una alternativa más amigable tanto para la población como para el recurso hídrico, sería establecer límites de uso de agua, con ponderadores de tamaño de superficie agrícola, es decir que se cobre más a quienes más dinero tengan, genere y más agua utilicen, de manera que no sea tan fácil pagar estas multas. Se debe considerar el factor ambiental y comenzar a promover una cultura de cuidado del agua, para todos quienes utilicen el recurso, además, es necesario crear un plan que considere a todos y pueda beneficiar sobre todo a quienes se mantendrán en la zona en el largo plazo.

9. REFERENCIAS

- ABILDTRUP, Jens; PIGUET, Virginie y SCHMITT, Bertrand
2011. "The impact of agro-food industry on employment and population changes: The case of Denmark and France'," ERSA conference papers ersa10p1622, European Regional Science Association.
- ALTIERI, Miguel y TOLEDO, Victor Manuel
2011 *The agroecological revolution in Lat in America: rescuing nature, ensuring food sovereignty and empowering peasants*. Londres: Journal of Peasant Studies. 38:3, pp. 587-612.
- ANA (Autoridad Nacional del Agua)
2012 *Huella hídrica del cultivo del espárrago 2012*. Lima: ANA. Oficina del sistema nacional de información de recursos hídricos. 08/05/2012.
- ARAGÓN, Fernando y RUD, Juan Pablo
2013 *Natural resources and local communities: evidence from a peruvian gold mine*. American Economic Journal: Economic Policy, 5 (2), 1-25.
- BERMEJO, Roberto.
2014 "Del desarrollo sostenible Sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis" Bilbao: Hegoa, 1vol; 59pp.
- BOJNEC, Š. and FERTÓ, I.
2008 'Agro-food trade sustainability in Central and Eastern Europe', Int. J. Sustainable Economy, Vol. 1 No. 1, pp. 100-12 .
- BRYAN, Elizabeth; DERESSA, Temesgen; GBETIBOUO, Glwadys y RINGLER, Claudia

2009 *Adaptation to climate change in Ethiopia and South Africa: options and constraints*. Environ. Sci. Policy 12 (4) 413–426.

- BYERLEE, Derek ; DE JANVRY, Alain y SADOULET, Elisabeth

2009 *Agriculture for Development: Toward a New Paradigm*. Annual Review of Resource Economics, 1, (1), 15-31

- CARDENAS, Aldo

2012 *'La carrera hacia el fondo'. Acumulación de agua subterránea por empresas agroexportadoras del valle de Ica, Perú*. Países Bajos: Wageningen University & Research-Irrigation and wáter engineering group. Master in Sciences Thesis.

- CARTER, Vernon Gill y DALE, Tom

1974 [1899] *Topsoil and civilization* (Rev. ed). University of Oklahoma Press, Norman

- CARTER, Michael; BARHAM, Bradford y MESBAH, Dina

1996 "Agricultural Export Booms and the Rural Poor in Chile, Guatemala, and Paraguay." Latin American Research Review, vol. 31, no. 1, pp. 33–65. JSTOR, www.jstor.org/stable/2503847.

- CONGRESO DE LA REPÚBLICA

2000 *Ley N° 27360 Ley que aprueba las normas de promoción del sector agrario*. Lima: Congreso de la República, 30 de Octubre.

- COSTANZA, Robert; d'ARGE, Ralph; de GROOT, Rudolf; FARBER, Stephen; GRASSO, Monica; HANNON, Bruce; LIMBURG, Karin; NAEEM, Shahid; O'NEILL, Robert; PARUELO, Jose; RASKIN, Robert; SUTTON, Paul y VAN DEN BELT, Marjan

1997 *The value of the world's ecosystem services and natural capital*. Nature; 387: 253-360.

- COSTANZA, Robert; CUMBERLAND, John; DALY, Herman; GOODLAND, Richard; NORGAARD, Richard; KUBISZEWSKI, Ida y FRANCO, Carol

2015 *An introduction to ecological economics*. Boca Ratón: Taylor and Francis Group. 2° Edición. CRC Press.

- DAMONTE, Gerardo

2019 *The constitution of hydrosocial power: agribusiness and water scarcity in Ica, Peru*. Ecology and Society 24 (2):21. <<https://doi.org/10.5751/ES-10873-240221>>

- EGUREN, Fernando

2012 “El nuevo latifundismo peruano”. En Oxfam (2012) *INFORME PERÚ 2011/2012: Pobreza, desigualdad y desarrollo en el Perú*. Lima: Oxfam. pp. 68-75.

- FLEISCHER, Aliza; LICHTMAN, Ivgenia y MENDELSON, Robert

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

- ESCOBAL, Javier y ARMAS, Carmen

2015 “El uso de encuestas y censos agropecuarios para desarrollar una tipología de la pequeña y mediana agricultura familiar en el Perú” en *Agricultura peruana: Nuevas miradas desde el Censo Agropecuario*. Javier Escobal, Ricardo Fort y Eduardo Zegarra (Eds.). Lima: GRADE.

- FORT, Ricardo y VARGAS, Ricardo

2015 “Estrategias de articulación de los productores agrarios en la costa peruana: ¿Asociatividad, vinculación con empresas o ambas?” en *Agricultura peruana:*

Nuevas miradas desde el Censo Agropecuario. Javier Escobal, Ricardo Fort y Eduardo Zegarra (Eds.). Lima: GRADE.

- GAMERO, Julio

2012 *Derechos laborales y empleo en la agroexportación.* Lima: Red peruana por una globalización con equidad.

- GIAMPIETRO, Mario

2003 *Análisis integrado multiescala de agroecosistemas.* Boca Ratón: CRC Press.

- GLAVE, Manuel

2019 “Economía de los recursos naturales, economía ambiental y economía ecológica” Clase presentada en el curso *Economía del Cambio Climático y Desarrollo Sostenible.* Maestría en Biocomercio y Desarrollo Sostenible, PUCP. Lima, 4 de Septiembre, 2019.

- GÓMEZ, Rosario y FLORES, Francisco

2015 *Agricultura y servicios ecosistémicos: el caso del espárrago en Ica.* Apuntes, 42(77), 9–55.

- HEPWORTH, Nick; POSTIGO, Julio y GÜEMES, Bruno

2010 *Drop by Drop. Uderstanding the impacts of the UK’s water footprint through a case study of Peruvian asparagus.* Lima: Progressio, CEPES y Water Witness International.

- HOEKSTRA, Arjen; CHAPAGAIN, Ashok; ALDAYA, Maite; MEKONNEN, Mesfin

2011 *The water footprint assessment manual. Setting the global standard.*

Water Footprint Network.

- INEI

2012 *Censo Nacional Agropecuario*. Lima: INEI Consulta: 15 de Noviembre del 2019.

- INEI

s/a *PERU-IV Censo Nacional Agropecuario 2012*. Lima: INEI. Consulta: 14 de Julio del 2020. <https://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/235>

- INEI

2019 *Definiciones*. Consulta: 15 de Diciembre del 2019. <<https://proyectos.inei.gob.pe/CenagroWeb/conociendoivcensodedefiniciones.html>>

- LOAYZA, Norman y RIGOLINI, Jamele

2014 *The Local Impact of Mining on Poverty and Inequality: Evidence from the Commodity Boom in Peru*. World Development. Publicado por Elsevier.

- MALLMA, Tito y MEJÍA, Jesús

2015 *Huella hídrica de productos agrícolas producidos en la sierra central y comercializados en Lima*. *Apuntes de Ciencia & Sociedad*, (1), 128.

- MUÑOZ, Ismael y ORÉ, María Teresa (Eds.)

2018 *Aguas en disputa. Ica y Huancavelica, entre el entrampamiento y el diálogo*. Primera edición. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Fondo Editorial.

- ORÉ, María Teresa; BAYER, David; CHIONG, Javier y RENDON, Eric.

2013 "Water emergency in oasis of the Peruvian coast. The effects of the agro-export boom in the Ica Valley. Colloque" En Coloquio "Los oasis en la globalización: rompimientos y continuidades". Paris, France. pp.167-176. hal-01024460

- PÉREZ, Carlos

2018 *“Más allá de la maldición de los recursos naturales” Efectos diferenciados del boom minero en la sierra peruana, 2001-2016*. Lima: PUCP. Tesis para optar por el título profesional de licenciado en economía.

- REDCLIFT, Michael

1989 *The Environmental Consequences of Latin America's Agricultural Development: Some Thoughts on the Brundtland Commission Report*. Gran Bretaña: World Development. Vol. 17, No. 3, pp. 365-377.

- RENDON, Eric

2009 *Exportaciones agrarias y gestión sostenible del agua en la Costa Peruana: el caso del valle de Ica*. Tesis de Doctorado en Economía, México: Universidad Autónoma de México.

- ROCO, Lisandro; ENGLER, Alejandro; BRAVO-URETA, Boris y JARA-ROJAS Roberto

2014 *Farm level adaptation decisions to face climatic change and variability: evidence from central Chile*. Environ Sci Policy 44:86–96.

- ROCO, Lisandro; POBLETE, David; MEZA, Francisco y KERRIGAN, George

2016 *Farmers' Options to Address Water Scarcity in a Changing Climate: Case Studies from two Basins in Mediterranean Chile*. Environmental Management 58, 958–971.

- TAMBO, Justice y ABDOULAYE, Tahirou

2012 *Climate change and agricultural technology adoption: the case of drought tolerant maize in rural Nigeria*. Mitig Adapt Strateg Glob Change. 17:277-292.

- VALDEZ, Y LUNA,

2011 “Marco conceptual y clasificación de los servicios eco sistémicos” *Bio-ciencias*. Mazatlán, Año 2, Vol 1, Núm 4, pp. 3-15.

- WOOLDRIDGE, Jeffrey

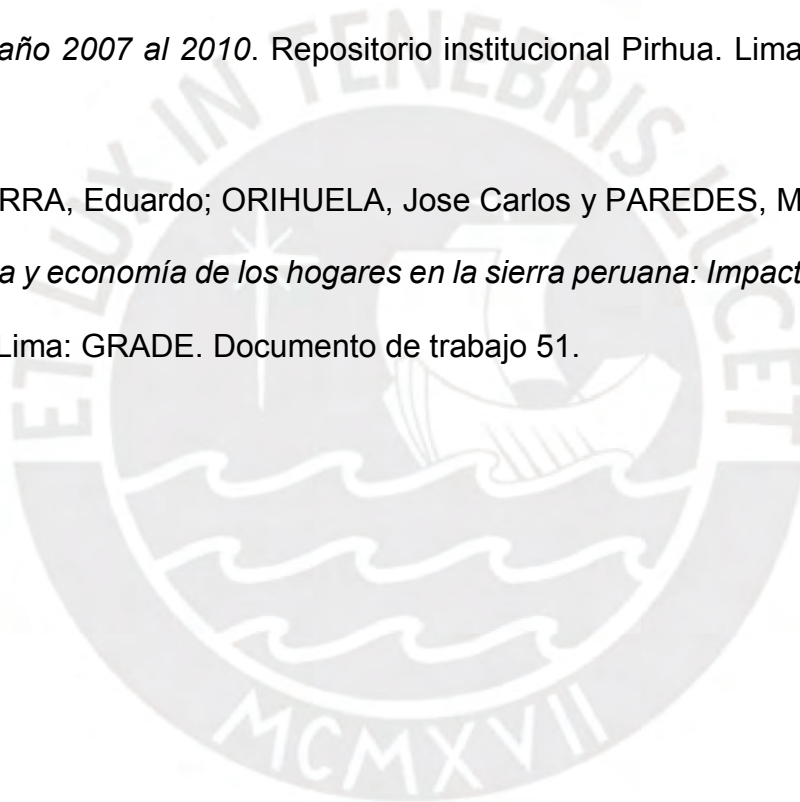
2012 (1960). *Introductory econometrics: a modern approach*. Mason, Ohio:South-Western Cengage Learning.

- ZANA, Carmen

2012 *Impacto del boom agoexportador en el ingreso de los hogares de la costa peruana del año 2007 al 2010*. Repositorio institucional Pirhua. Lima: Universidad de Piura.

- ZEGARRA, Eduardo; ORIHUELA, Jose Carlos y PAREDES, Maritza

2007 *Minería y economía de los hogares en la sierra peruana: Impactos y espacios de conflicto*. Lima: GRADE. Documento de trabajo 51.



10. ANEXOS**ANEXO 1: Distritos tratados ubicados en el departamento de Ica y sus respectivos controles en el CENAGRO 1994.**

DISTRITOS TRATADOS	DISTRITOS CONTROLES
110101 ICA	140306 MORROPE
110102 LA TINGUIÑA	140201 FERREÑAFE*
110103 LOS AQUIJES	150202 BARRANCA
110105 PACHACUTEC	110403 RIO GRANDE
110106 PARCONA	200107 CURA MORI
110107 PUEBLO NUEVO	110211 TAMBO DE MORA
110108 SALAS	140108 MONSEFÚ
110109 SAN JOSE DE LOS MOLINOS	110302 CHANGUILLO
110110 SAN JUAN BAUTISTA	110508 TUPAC AMARU INCA*
110111 SANTIAGO	130204 MAGDALENA DE CAO
110112 SUBTANJALLA	110508 TUPAC AMARU INCA*
110114 YAUCA DEL ROSARIO	150808 PACCHO
110201 CHINCHA ALTA	150203 PATIVILCA
110202 ALTO LARAN	110401 PALPA*
110204 CHINCHA BAJA	140113 REQUE
110205 EL CARMEN	230103 CALANA
110207 PUEBLO NUEVO	140201 FERREÑAFE*
110301 NAZCA	140201 FERREÑAFE*
110305 VISTA ALEGRE	40301 CARAVELI
110501 PISCO	140311 SAN JOSÉ
110503 HUMAY	40122 SOCABAYA
110504 INDEPENDENCIA	110401 PALPA*
110505 PARACAS	130203 CHOCOPE

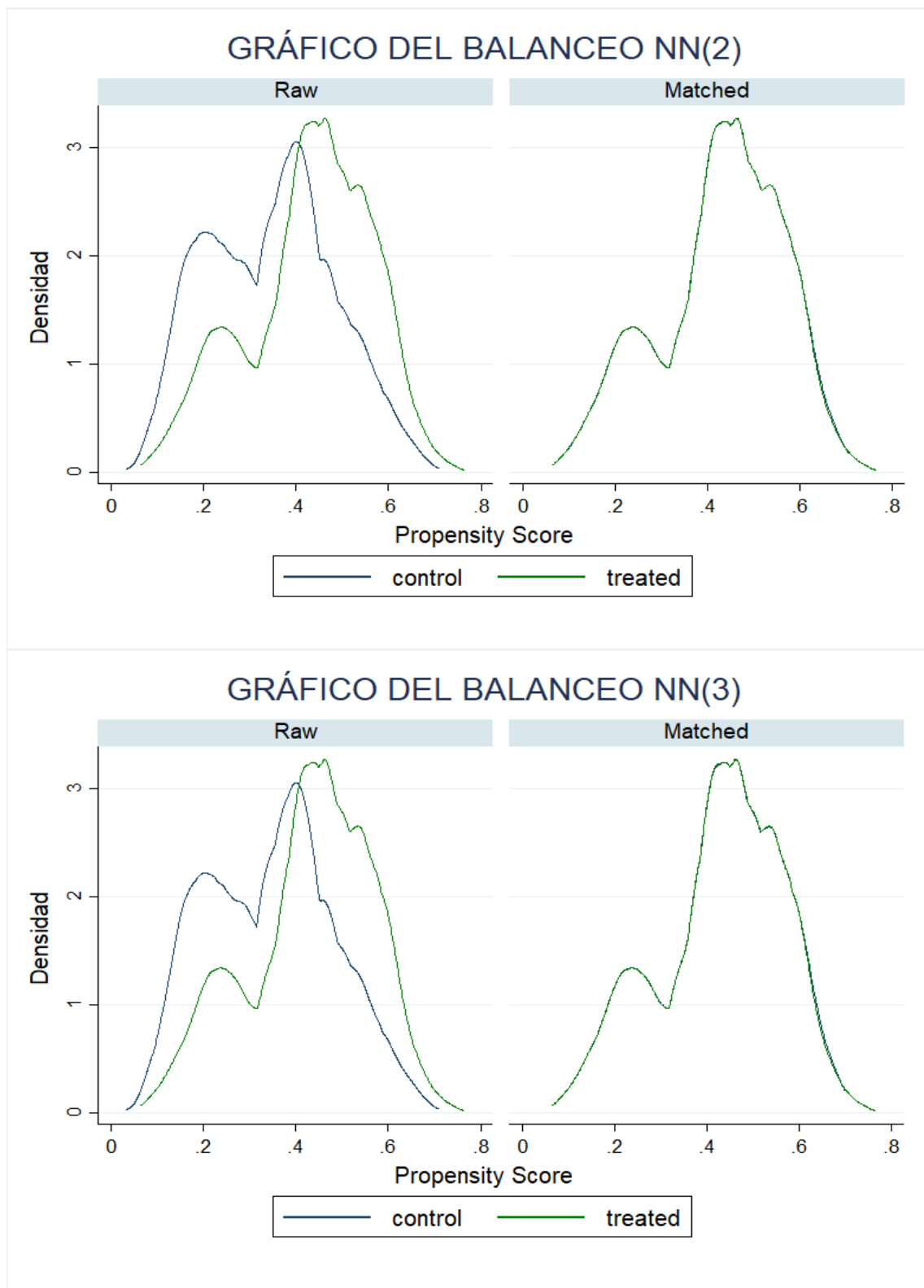
Nota: Se usó el algoritmo de vecino más cercano asignando un vecino más cercano a cada observación tratada. *Para exactamente el mismo valor del p-score se asignó el mismo distrito.

ANEXO 2: Descripción de las variables usadas en la investigación

Nombre	Descripción
variables a nivel distrital	
ijagricola	Índice de Januszewski de la superficie agrícola. Indicador que mide la concentración de la superficie de la unidad agropecuaria en el distrito, tendrá el valor de 1 si la superficie distrital solo tiene una UA
psaepastos	Proporción de la superficie con pastos respecto de la superficie total agropecuaria
psariego	Proporción de la superficie agrícola bajo riego sobre superficie agrícola total
sagrictitu	Superficie agrícola que cuenta con título de tenencia
parcelas_m	Promedio distrital de las parcelas que trabaja en este distrito en promedio
personash_m	Promedio de personas en el hogar censal
mujeres_m	Promedio de número de mujeres que viven en el hogar censal
pmujeresh	Proporción del promedio de mujeres en el hogar censal
pcsecund	Proporción de conductores de la unidad agropecuaria con secundaria completa
pleescribe	Proporción de conductores de la unidad agropecuaria que saben leer y escribir
prio	Proporción de unidades agropecuarias con agua para riego proveniente de un río
paguacont	Proporción de unidades agropecuarias que dice tener agua contaminada
pvive	Proporción de unidades agropecuarias con jefe de hogar que vive en alguna parcela
pnuncacred	Proporción de agricultores que nunca han recibido un crédito
paasuficiente	Proporción de agricultores que aseguran que el ingreso recibido por la actividad agropecuaria es suficiente para cubrir sus gastos y los de su hogar
pusuarios	Proporción de agricultores que pertenece a una junta de usuarios
psiempresiem	Proporción de agricultores que siempre siembra los mismos cultivos
variables a nivel de unidad agropecuaria	
riego_tec	Si la unidad agropecuaria utiliza riego tecnificado (por aspersión, goteo o exudación) en al menos una de sus parcelas o solo usa riego no tecnificado (riego por gravedad)
agua_rio	Si el agua para riego proviene de río para alguna de sus parcelas
ingresos	Si los ingresos de la actividad agropecuaria son suficientes para cubrir sus gastos y los de su familia
ijagricola	Índice de Januszewski de la superficie agrícola. Indicador que mide la concentración de las parcelas en la superficie de la unidad agropecuaria, tendrá el valor de 1 si la UA tiene solo una parcela
no_cred	Variable multinomial que indica el motivo por el cual no solicitó crédito $\left\{ \begin{array}{ll} = 1, & \text{no necesitó} \\ = 2, & \text{trámites engorrosos} \\ = 3, & \text{intereses elevados} \\ = 4, & \text{cree que no se lo darían} \\ = 5, & \text{otro} \end{array} \right.$
alfalfa	Si produce alfalfa en alguna parcela de la unidad agropecuaria
tasa_sagrop	Proporción de superficie agropecuaria sobre superficie total
n_parcelas	Número de parcelas
psventa	Proporción de destino de la producción a la venta

	Variable multinomial que indica el tamaño de la superficie total
wsup02	$\left\{ \begin{array}{ll} = 1, & \text{menos de 0.5 has} \\ = 2, & \text{de 0.5 a 4.9 has} \\ = 3, & \text{de 5 a 9.9 has} \\ = 4, & \text{de 10 a 19.9 has} \\ = 5, & \text{de 20 a 49.9 has} \\ = 6, & \text{de 50 a más has} \end{array} \right.$
wsup03	Superficie agrícolica total en hectáreas
wsup03a	Superficie agrícola bajo riego total en hectáreas
wsup08	Superficie total sin cultivo en hectáreas
wsup05	Superficie con otra clase de tierras en hectáreas
wp109	Número de miembros en el hogar censal
	Variable multinomial que indica el destino de la venta de la producción agrícola
destino_venta	$\left\{ \begin{array}{ll} = 1, & \text{si la venta es en el m. nacional} \\ = 2, & \text{si es en el m. extranjero} \\ = 3, & \text{si es a la agroindustria} \end{array} \right.$
	Variable multinomial que indica la condición jurídica de la unidad agropecuaria
p016	$\left\{ \begin{array}{ll} = 1, & \text{si es Persona Natural} \\ = 2, & \text{si es SAC, SAA, SRL, EIRL} \\ = 3, & \text{si es cooperativa agraria} \\ = 4, & \text{si es comunidad campesina} \end{array} \right.$
motivo	Si el motivo por el que la superficie agrícola se encuentra sin cultivo es por falta de agua o por otro motivo
e_electrica	Si utiliza energía eléctrica para la actividad agropecuaria
ihh	Índice de Herfindahl para medir la diversificación de cultivos. Será igual a 1 si solo se produce un cultivo
sexo	Si el conductor de la unidad agropecuaria es mujer u hombre
edad	Edad del conductor de la unidad agropecuaria
barbecho	Si las tierras de cultivo no tienen siembra en el momento de la encuesta

ANEXO 3: Gráficos de distribución del propensity score para otros algoritmos de la estimación usando la variable: riesgo_tec



ANEXO 4: Gráficos de distribución del propensity score para otros algoritmos de la estimación usando la variable: motivo

