

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA DEL PERÚ**

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES



Factores que Influyen en la Adopción de Tecnologías en la Producción Peruana
del Cacao, 2017-2019

Tesis para obtener el título profesional de Licenciado en Economía presentado
por:

Chirichigno Panta, Luis Miguel

Asesora:

Velazco Portocarrero, Jackeline Raquel


Lima, 2025

Informe de Similitud

Yo, Velazco Portocarrero, Jackeline Raquel, docente de la Facultad de Ciencias Sociales de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado Factores que Influyen en la Adopción de Tecnologías en la Producción Peruana del Cacao, 2017-2019 del/de la autor (a)/ de los(as) autores(as)..... Chirichigno Panta, Luis Miguel constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 10%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 27/08/25
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 28 de agosto de 2025

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Velazco Portocarrero, Jackeline Raquel</u>	
DNI: 07945434	Firma 
ORCID 0000-0001-5554-2198	

Dedicatoria

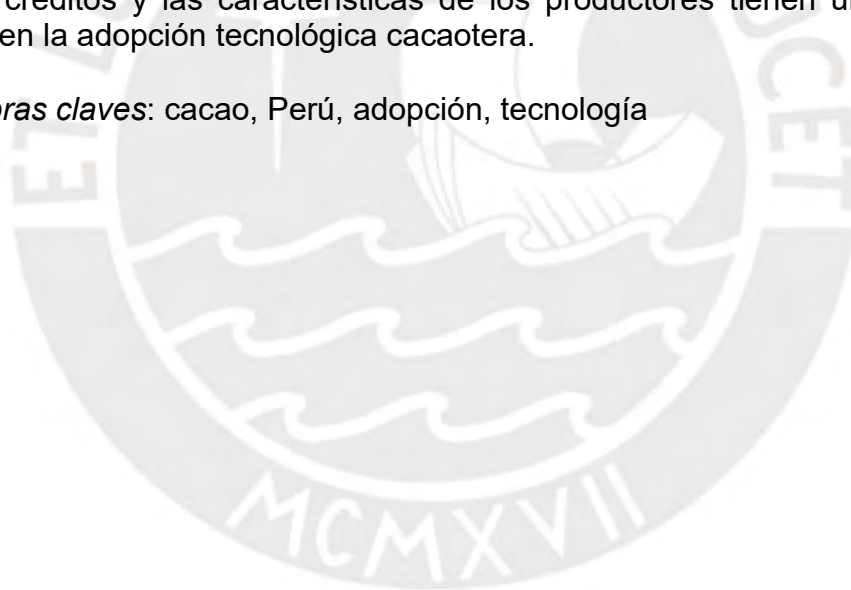
Esta tesis está dedicada a mis padres, Luis y Rosa, así como a mi abuela, Adela, por quien viene la inspiración de estudiar temas amazónicos.



Resumen

La presente investigación tiene como objeto analizar al cacao, un fruto arraigado en la historia agrícola del Perú, y que, con el actual auge agroexportador, está experimentando un aumento en sus niveles de producción. Este incremento, sumado al papel que desempeña en el combate contra el narcotráfico en los territorios amazónicos, constituye el motivo por el cual se plantea identificar cuáles son los factores que influyen en la adopción de tecnologías en la producción cacaotera a nivel nacional. Es así que, en esta tesis, se utiliza el Proceso de Decisión de Innovación y el Modelo Convencional de Adopción Tecnológica para explicar, mediante una cadena causal, cómo los agricultores deciden adoptar tecnologías; y, en base a evidencia empírica, tanto peruana como internacional, se describe un grupo de factores exógenos que, de acuerdo a las hipótesis planteadas, se relacionan con la adopción de abonos, fertilizantes, plaguicidas y manejo integrado de plagas. A partir de la Encuesta Nacional Agropecuaria del 2017, 2018 y 2019, desde las que se obtuvieron las variables dependientes e independientes, se elaboraron cuatro modelos de regresión econométrica probit: uno por cada año y otro para el período de tres años. Además, se realizó un modelo de recuento de Poisson por cada año, por cada región natural y para el período de tres años. Así, los resultados obtenidos indican que el año en el que se toma la encuesta, las características de la unidad agropecuaria, los servicios de extensión agraria, la pertenencia a una organización agropecuaria, la solicitud de créditos y las características de los productores tienen una influencia significativa en la adopción tecnológica cacaotera.

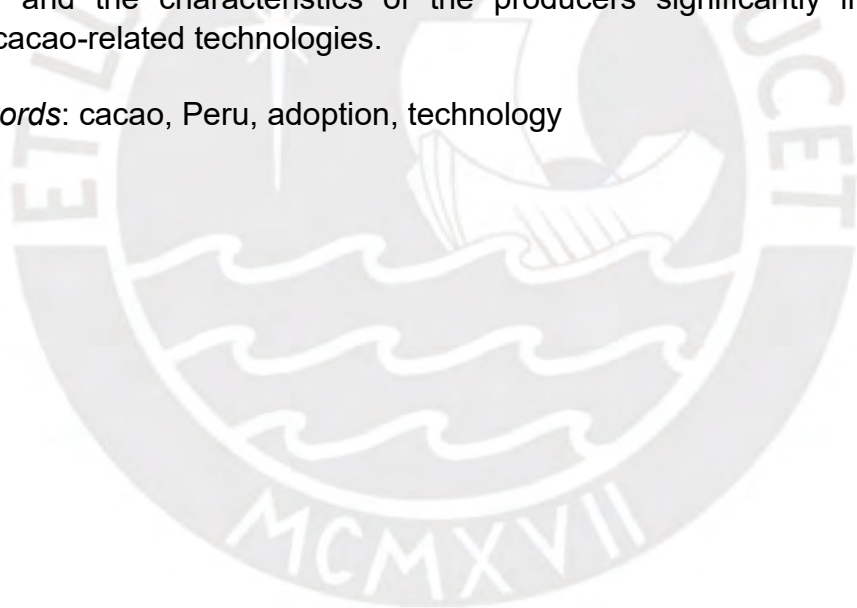
Palabras claves: cacao, Perú, adopción, tecnología



Abstract

The present research aims to analyze cacao, a fruit deeply rooted in Peru's agricultural history, which, with the current agro-export boom, is experiencing an increase in production levels. This growth, along with its role in combating drug trafficking in the Amazonian territories, motivates the identification of factors influencing the adoption of technologies in cacao production at the national level. In this thesis, the Innovation-Decision Process and the Conventional Technology Adoption Model are used to explain, through a causal chain, how farmers decide to adopt technologies. Based on empirical evidence, both Peruvian and international, a set of exogenous factors is described, which, according to the proposed hypotheses, are related to the adoption of manures, fertilizers, pesticides, and integrated pest management. Using data from the 2017, 2018, and 2019 Encuesta Nacional Agropecuaria, from which dependent and independent variables were obtained, four probit econometric regression models were developed: one for each year and another for the three-year period. Additionally, a Poisson count model was applied for each year, for each natural region, and for the three-year period. The results indicate that the year in which the survey was conducted, the characteristics of the agricultural unit, agricultural extension services, membership in an agricultural organization, credit applications, and the characteristics of the producers significantly influence the adoption of cacao-related technologies.

Keywords: cacao, Peru, adoption, technology



Índice de Contenidos

Introducción	1
1. La Agricultura del Cacao en la Economía Peruana	4
1.1. Auge Agroexportador Peruano	4
1.2. Lucha Contra el Narcotráfico	5
1.3. Mercado del Cacao	15
1.4. Productor del Cacao	22
2. Revisión de la Literatura	30
2.1. Conceptos	30
2.1.1. Tecnología y Progreso Técnico	30
2.1.2. Adopción de Tecnologías Agrícolas	31
2.1.3. Factores que Determinan la Adopción de Tecnologías Agrícolas	33
2.2. Estudios Empíricos Internacionales y Nacionales	33
3. Marco Teórico	41
3.1. Modelo Teórico sobre la Adopción de Tecnologías Agrícolas	41
3.2. Hipótesis	43
4. Metodología	46
4.1. Fuentes de Datos	46
4.2. Análisis Econométrico	55
4.2.1. Modelos Econométricos Probit	55
4.2.2. Modelos Econométricos de Recuento de Poisson	56
4.2.3. Pruebas de Significancia y Bondad de Ajuste de los Modelos Econométricos	57
5. Resultados	60
5.1. Estadística Descriptiva de la Base de Datos	60
5.2. Análisis Econométrico	75
5.2.1. Modelos Econométricos Probit	76
5.2.2. Modelos Econométricos de Recuento de Poisson	92
5.3. Discusión de los Resultados Econométricos	97
Conclusiones	105
Referencias Bibliográficas	111
Anexos	118
Anexo 1. Entrevista de Latina Televisión a agricultores y vendedores de coca en San Gabán, Puno, 2021	118
Anexo 2. Estudios empíricos internacionales y nacionales	121
Anexo 3. Gráficas de los modelos econométricos con mayor cantidad de observaciones	139
Anexo 4. Control biológico	145

Índice de Tablas

Tabla 1. Perú: Superficie Cultivada de Hoja de Coca en Hectáreas Según Zona Monitoreada, 2018-2022	9
Tabla 2. Perú: Superficie de las Parcelas Cosechadas de Coca en Hectáreas, Precio de Venta de la Coca por Kilogramo y Valor de Venta Total, 2017-2019	13
Tabla 3. Perú: Evolución de la Producción de Cacao en Grano en Toneladas, con Tasas de Crecimiento, 2005-2022.....	16
Tabla 4. Exportaciones Mundiales de Cacao en Grano en Miles de Toneladas, 2013-2022	19
Tabla 5. Perú: Exportaciones de los Derivados del Cacao, Valor FOB en Miles de US\$, 2016-2022	21
Tabla 6. Perú: Producción Departamental de Cacao en Grano en Toneladas, 2016-2022	22
Tabla 7. Perú: Ubicación por Departamentos de los Productores Cacaoteros, 2012	23
Tabla 8. Perú: Pobreza en las Regiones Naturales, por Sectores Rurales y Urbanos, 2012	25
Tabla 9. Perú: Sexo y Edad de los Productores de Cacao, 2012.....	26
Tabla 10. Perú: Nivel Educativo de los Productores de Cacao, 2012	27
Tabla 11. Perú: Lengua Materna de los Productores de Cacao, 2012	27
Tabla 12. Perú: Tamaño de las Parcelas en las que se Produce Cacao, 2019.....	28
Tabla 13. Unidades Agropecuarias Representativas en la ENA 2017, ENA 2018 y ENA 2019	47
Tabla 14. Variables Dependientes (Yi) de los Modelos Económicos	51
Tabla 15. Variables Independientes (Xi) de los Modelos Económicos.....	53
Tabla 16. Perú: Número de Productores Vendedores de Cacao, 2017-2019	61
Tabla 17. Perú: Adopción de Buenas Prácticas Agrícolas en la Agricultura del Cacao, 2017-2019	62
Tabla 18. Perú: Adopción de Buenas Prácticas Agrícolas en la Agricultura del Cacao por Región Natural, 2017-2019	63
Tabla 19. Perú: Razones para no Adoptar Abonos, Fertilizantes y/o Plaguicidas en la Agricultura del Cacao, 2017-2019	64
Tabla 20. Perú: Razones para no Adoptar Abonos, Fertilizantes y/o Plaguicidas en la Agricultura del Cacao por Región Natural, 2017-2019	66
Tabla 21. Perú: Región Natural, Cantidad y Propiedad de las Parcelas en la Agricultura del Cacao, 2017-2019	67
Tabla 22. Perú: Superficie de las Parcelas Cosechadas de Cacao en Hectáreas, Precio de Venta del Cacao por Kilogramo y Valor de Venta Total, 2017-2019	68
Tabla 23. Perú: Correlaciones entre el Valor de Venta y la Superficie de las Parcelas Cosechadas de Cacao; el Precio de Venta; y el uso de Abonos, Fertilizantes, Plaguicidas, Manejo Integrado de Plagas, y el Paquete Tecnológico, 2017-2019 ...	69
Tabla 24. Perú: Capacitación, Asistencia Técnica y Servicios de Extensión Agraria en la Agricultura del Cacao, 2017-2019	71
Tabla 25. Perú: Asociatividad en la Agricultura del Cacao, 2017-2019	72
Tabla 26. Perú: Solicitud de Crédito en la Agricultura del Cacao, 2017-2019	73
Tabla 27. Perú: Crédito Obtenido en la Agricultura del Cacao, 2017-2019	73
Tabla 28. Perú: Características del Productor de Cacao, 2017-2019.....	75

Tabla 29. Modelos Probit, Efectos Marginales para el Año 2017	78
Tabla 30. Modelos Probit, Efectos Marginales para el Año 2018	82
Tabla 31. Modelos Probit, Efectos Marginales para el Año 2019	86
Tabla 32. Modelos Probit, Efectos Marginales para el Trienio 2017-2019	90
Tabla 33. Modelos de Recuento de Poisson, Efectos Marginales para los Años 2017, 2018, 2019, las Regiones Costa, Sierra y Selva, y el Trienio 2017-2019.....	95
Tabla 34. Resumen: Resultados de Modelos Probit y de Recuento de Poisson, para el Trienio 2017-2019.....	98
Tabla 35. Resumen los estudios empíricos internacionales y nacionales	122
Tabla 36. Perú: Control Biológico, 2017-2019.....	145
Tabla 37. Modelos Probit, Efectos Marginales para la Adopción del Control Biológico en los Años 2017, 2018, 2019 y el Trienio 2017-2019	147



Índice de Figuras

Figura 1. Cultivo de Coca Ilícita en Hectáreas y Acciones Terroristas en el Perú, 1980-2003	6
Figura 2. Perú: Evolución de la Superficie Cultivada de Hoja de Coca en Hectáreas, 2012-2022	7
Figura 3. Perú: Densidad de la Superficie Cultivada de Hoja de Coca en Hectáreas por km ² , según zona Monitoreada, 2021	11
Figura 4. Perú: Diagrama de Dispersión entre la Frecuencia de Ventas y el Valor de Ventas de Hoja de Coca en Miles de Soles, 2017-2019	14
Figura 5. Perú: Exportaciones de Cacao en Grano, Valor FOB en Miles de US\$ y Peso Neto en Toneladas, 2010-2022	17
Figura 6. Precios Internacionales del Cacao en Grano, Valor FOB en US\$ por Tonelada Métrica, 2010-2023.....	18
Figura 7. Productividad en Kilogramos por Hectárea de los Principales Exportadores de Cacao, 2012-2022	20
Figura 8. Perú: Cantidad Porcentual de Cacaoteros por Departamento, 2012.....	24
Figura 9. Progreso Técnico	31
Figura 10. Perú: Razones para no Adoptar Abonos, Fertilizantes y/o Plaguicidas en la Agricultura del Cacao, 2017-2019	65
Figura 11. Perú: Diagrama de Dispersión entre la Frecuencia de Ventas y el Valor de Ventas de Cacao en Miles de Soles, 2017-2019.....	70
Figura 12. Modelo Probit, Efectos Marginales para la Adopción de Abonos en el Trienio 2017-2019	140
Figura 13. Modelo Probit, Efectos Marginales para la Adopción de Fertilizantes en el Trienio 2017-2019	141
Figura 14. Modelo Probit, Efectos Marginales para la Adopción de Plaguicidas en el Trienio 2017-2019	142
Figura 15. Modelo Probit, Efectos Marginales para la Adopción de Manejo Integrado de Plagas en el Trienio 2017-2019.....	143
Figura 16. Modelo de Recuento de Poisson, Efectos Marginales para la Adopción del Paquete Tecnológico en el Trienio 2017-2019	144

Introducción

La agricultura es una actividad económica con presencia milenaria en el Perú. Desde la época de la civilización Caral hasta la actualidad, la historia del país ha estado estrechamente vinculada a la producción agrícola, ya sea con alimentos autóctonos o de diferentes lugares del mundo. En ese contexto, la presente investigación se enfocará en el cacao como objeto de análisis. Este bien agrícola ha experimentado en los últimos años un aumento en su producción anual, de 25 mil toneladas el año 2005 a 172 mil toneladas el año 2022; mientras que su exportación anual creció de 11 mil a 65 mil toneladas entre los años 2010 y 2022 (Banco Central de Reserva del Perú [BCRP], 2022; Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego [Midagri], 2020, 2021, 2023; Vásquez, 2015).

La elección del cacao se fundamenta en la relevancia de este fruto en la lucha actual contra el narcotráfico, una actividad ilegal que elabora el clorhidrato de cocaína por medio del insumo de la hoja de coca. En las décadas de los ochenta y noventa, este comercio ilícito fue promovido por los grupos terroristas Sendero Luminoso (SL) y Movimiento Revolucionario Túpac Amaru (MRTA), quienes, a través de la violencia, tenían el control de las zonas agrícolas amazónicas donde se realizaban esta serie de plantaciones (Carranza et al., 2012; Manrique, 2016; Mendoza y Leyva, 2017).

Con el incentivo del Estado, cultivos como el café, el cacao y la palma aceitera han sustituido a las hectáreas de coca en la selva alta peruana. Estos productos compiten por la preferencia de los agricultores, y los resultados han sido notables. Entre 1992 y 2000, la producción nacional de cacao aumentó de 14 mil a 25 mil toneladas; la de café, de 87 mil a 187 mil toneladas; y la de palma aceitera, de 100 mil a 181 mil toneladas, mientras que las hectáreas cultivadas de coca disminuyeron de 131 mil a 37 mil (Carranza et al., 2012; Manrique, 2016; Mendoza y Leyva, 2017; Midagri 1994, 2007a).

El fomento de la tecnología agrícola, especialmente considerando el bajo nivel de adopción entre los cacaoteros, representa una oportunidad para mejorar tanto la calidad como la cantidad de la producción. Esto podría impulsar al Perú para competir por los primeros lugares de la producción de cacao en el mundo. Los principales beneficiados de esta iniciativa serían los agricultores, quienes, ante la perspectiva de un mercado lícito y próspero, podrían optar por el cacao en lugar de la hoja de coca,

que, a pesar de las políticas de seguridad del Estado, viene incrementando sus hectáreas de cultivo en los últimos años¹ (Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas [Devida], 2023; Valdés *et al.*, 2021).

Por lo tanto, dados los escasos estudios que existen sobre la adopción tecnológica en la producción nacional de cacao, esta tesis tiene como objetivo explorar, por medio de modelos econométricos, las razones por las cuáles los cacaoteros adoptan cuatro buenas prácticas agrícolas, ya sean orgánicas o químicas, como el uso de abonos, fertilizantes, plaguicidas y el manejo integrado de plagas² en el proceso productivo del fruto amazónico, prácticas no utilizadas por el 44.61%³ de los agricultores entre 2017 y 2019. Para ello, se plantean regresiones probit para analizar el uso de cada práctica individual, como variables dependientes binarias; y regresiones de recuento de Poisson para hacer lo mismo con el número o conjunto de prácticas utilizadas, como variables dependientes cuantitativas.

De tal forma, la hipótesis propuesta sugiere que la adopción de tecnologías agrícolas, que traería como consecuencia una creciente competitividad y acogida del cacao peruano en el mercado internacional, se relaciona significativamente con diversos factores. Estos incluyen el paso de los años; las características de la unidad agropecuaria, es decir, la pertenencia a una región natural; la superficie cosechada y propiedad de la parcela; el precio de los cultivos vendidos; los servicios de extensión agraria, de recibir capacitación y/o asistencia técnica; la pertenencia a una organización agropecuaria; la solicitud de créditos; y las características del productor agropecuario, como el sexo, la edad, el nivel educativo alcanzado y la realización de otras actividades adicionales a las agropecuarias para obtener ingresos.

Para verificar la hipótesis, se utiliza la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) de 2017, 2018 y 2019, llevada a cabo por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Esta encuesta cuenta con las variables dependientes tecnológicas, así como con las variables independientes explicativas relevantes para el estudio. Es menester señalar que la ENA presenta algunas limitaciones, como varios valores perdidos, o *missing values*, y la omisión de tecnologías y factores exógenos que son

¹ En la actualidad, como se explica en los subcapítulos 2.2. y 2.3., la hoja de coca viene aumentando su producción, y si bien el cacao también, las exportaciones se han estancado.

² La selección de estas cuatro prácticas se justifica por su impacto directo y cuantificable en la eficiencia productiva y en los beneficios económicos de las unidades agropecuarias. La diferencia de estas y otras prácticas (conservación del suelo, labranza y manejo de riego) es abordada en el subcapítulo 5.1.

³ Este dato, obtenido a partir de Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), corresponde a la estadística descriptiva de la tesis y se encuentra en la Tabla 17.

comúnmente abordados en estudios nacionales e internacionales sobre el cacao. Estas limitaciones resaltan la necesidad de abordar estas deficiencias en futuras investigaciones, para una comprensión más completa de la realidad del cultivo de cacao.

El estudio está estructurado en siete capítulos: el segundo se centra en la agricultura del cacao en la economía peruana, situándolo en el contexto del auge agroexportador peruano, que ha impulsado el aumento de la producción y las exportaciones de cacao. Además, se analiza cómo este cultivo es una herramienta vigente en la lucha contra el narcotráfico; y también se caracteriza tanto al mercado del cacao como al productor cacaotero.

El tercer capítulo aborda la revisión de la literatura, indagando en los conceptos claves como tecnología y progreso técnico, así como la adopción de tecnologías agrícolas y los factores que influyen en esa adopción. Con ello, se brinda un resumen de los hallazgos más importantes de seis estudios empíricos internacionales y nacionales, que responden a cuáles son los determinantes⁴ de la adopción tecnológica en la producción agrícola del cacao, junto con un estudio sobre el café.

El cuarto capítulo presenta el marco teórico, incluyendo el Proceso de Decisión de Innovación y el Modelo Convencional de Adopción Tecnológica. Ambos modelos explican un mecanismo de etapas sobre la adopción de tecnologías agrícolas y las hipótesis del estudio provenientes de tales modelos.

El quinto capítulo describe la metodología utilizada, con la ENA del 2017, 2018 y 2019 como fuente de datos para crear modelos econométricos probit y de recuento de Poisson. También se explican las pruebas de significancia y de bondad de ajuste aplicadas a las regresiones.

El sexto capítulo brinda la estadística descriptiva de la base de datos depurada a partir de la ENA, así como los resultados de las regresiones econométricas que se contrastan con la información revisada en la literatura. Por último, el séptimo capítulo contiene las conclusiones.

⁴ En esta tesis, la palabra “determinante” no asegura una relación causa-efecto entre las variables explicativas y las variables dependientes, sino, una relación de influencia. Esto se explica en el subcapítulo 5.2.

1. La Agricultura del Cacao en la Economía Peruana

En este capítulo se describe el papel de la agricultura del cacao en la economía peruana, contextualizando el análisis dentro del período de estudio conocido como el auge agroexportador. Además, se resalta el rol del cacao en la lucha contra el narcotráfico, y se ofrece una descripción del mercado del cacao y el productor cacaotero.

1.1. Auge Agroexportador Peruano

A lo largo de su historia, el Perú ha registrado episodios de significativa exportación, principalmente de materias primas. Esta situación se explica debido a la diversidad de las regiones naturales con las que cuenta el territorio del país sudamericano, que lo han dotado de una variada y abundante diversidad de recursos minerales, como también de flora y fauna. Así, la historia peruana tuvo episodios económicos significativos, como la era del guano y del salitre, la fiebre del caucho, el boom de la harina y el aceite de pescado, entre otros (Contreras y Cueto, 2013).

En la actualidad, el auge agroexportador es un proceso en curso, caracterizado por un veloz y sostenido aumento en la producción y exportación de productos agrícolas no tradicionales, tales como espárragos, uvas, mangos, paltas, arándanos, aceitunas, páprika, café y cacao. Esta lista se suma al catálogo ya consolidado de exportaciones de productos tradicionales, como el azúcar y el algodón (BCRP, 2022; Contreras y Cueto, 2013; Vásquez, 2015).

Este auge agroexportador surgió en el contexto de la constitución liberal del 1993, cuando el Estado peruano cedió su rol empresarial para promover la iniciativa del sector privado. En esa misma línea, durante el gobierno de Alberto Fujimori en el 2000, se aprobaron las Normas de Promoción del Sector Agrario mediante la Ley N° 27360. Esta ley declaró de “interés prioritario a la inversión y al desarrollo del sector agrario” (Artículo 1), otorgando beneficios impositivos a las personas naturales o jurídicas que se dediquen al cultivo, crianza de animales o que realicen actividades agroindustriales⁵.

La vigencia de Ley N° 27360 debió cesar en 2010, pero se extendió hasta el 2019, año en el que durante el gobierno de Martín Vizcarra se emitió el Decreto de

⁵ Los beneficios a estas últimas se dan siempre y cuando prioricen utilizar lo producido por agricultores y ganaderos.

Urgencia N° 043-2019 con el objetivo de “mejorar las condiciones laborales de los trabajadores agrarios” (Artículo 1). Posteriormente, durante el gobierno de Francisco Sagasti en 2021, se promulgó la Ley N° 31110, que actualmente está en vigor y “garantiza los derechos laborales” alcanzados en el Decreto de Urgencia N° 043-2019 (Artículo 1).

1.2. Lucha Contra el Narcotráfico

En las décadas de los ochenta y noventa, el narcotráfico fue promovido por los grupos terroristas Sendero Luminoso y MRTA, los cuales controlaban las zonas de cultivo de hoja de coca, principalmente ubicadas en los departamentos⁶ de la selva alta peruana. Esta época coincidió con el inicio de la violencia terrorista en el Perú, lo que provocó un aumento en la agricultura ilegal de coca en la región amazónica. Posteriormente, estas hojas de coca fueron acopiadas y transformadas en laboratorios clandestinos, para finalmente exportar clorhidrato de cocaína a Estados Unidos o Europa (Carranza *et al.*, 2012; Manrique, 2016; Mendoza y Leyva, 2017; Valdés *et al.*, 2021).

En consecuencia, el departamento de San Martín se convirtió en el núcleo productivo nacional de la hoja de coca y su derivado, la cocaína. Tanto en San Martín como en el resto de la selva alta peruana, los grupos subversivos se establecieron en zonas diferenciadas, compitiendo por el control territorial de los cultivos ilegales. Además, en estas zonas diferenciadas, Sendero Luminoso y el MRTA establecieron alianzas con la población local, fundamentadas en la defensa de los cultivos de coca a cambio del cobro de cupos como fuente de financiamiento (Carranza *et al.*, 2012; Manrique, 2016; Mendoza y Leyva, 2017).

El accionar de ambos grupos terroristas, impulsados por el afán de obtener mayores ingresos económicos⁷, estuvo marcado por secuestros, asesinatos y atentados contra la propiedad pública y privada. Como consecuencia, durante este período, la población de las regiones rurales de la Amazonía se vio obligada a desplazarse hacia ciudades o pueblos alejados del control subversivo, lo que provocó un estancamiento en el sector agrícola del interior del país. A partir de entonces, este

⁶ En adelante, el estudio considera la división peruana de veinticuatro departamentos y una provincia constitucional. Ello no debe confundirse con las regiones naturales del país: costa, sierra y selva.

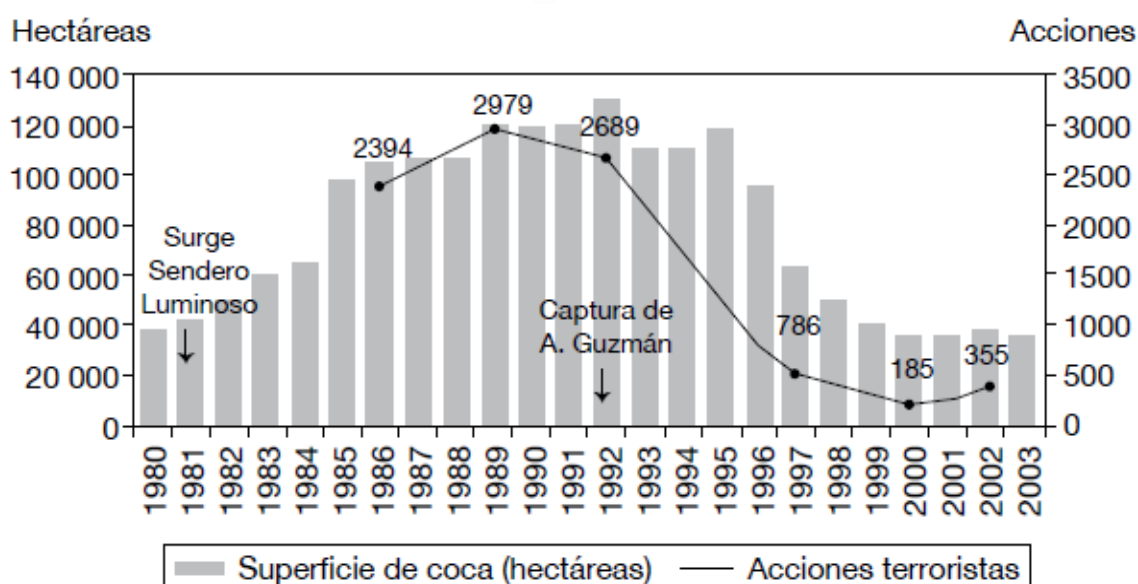
⁷ Las alianzas de Sendero Luminoso y el MRTA con la población local se daban con la idea de proteger a los cultivos de coca de la erradicación estatal. No obstante, una vez establecido el acuerdo, los terroristas podían aumentar a conveniencia el precio de los cupos, a los cuales los agricultores no podían renunciar.

sector quedó dominado por los cultivos de la hoja de coca (Carranza *et al.*, 2012; Manrique, 2016; Mendoza y Leyva, 2017).

Para ilustrar lo mencionado, en la Figura 1 se observa la relación directamente proporcional entre las hectáreas de cultivo de hoja de coca y las acciones terroristas en el Perú. Ambas variables comienzan con una tendencia creciente desde 1980, con un claro punto de inflexión con la captura del líder de Sendero Luminoso, Abimael Guzmán, en 1992⁸.

Figura 1.

Cultivo de Coca Ilícita en Hectáreas y Acciones Terroristas en el Perú, 1980-2003



Fuente. De "Las barreras al crecimiento económico en San Martín", por Carranza *et al.*, 2012, p.33. (<https://publications.iadb.org/es/publicacion/14249/las-barreras-al-crecimiento-economico-en-san-martin>).

El auge agroexportador contribuyó con la pacificación del país: los cultivos no tradicionales⁹ de la selva alta, como el cacao, el café y la palma aceitera, cuentan con un mercado internacional favorable y compiten con la hoja de coca como opciones rentables para los agricultores. Así, del año 1992 al 2000, la producción nacional de cacao aumentó de 14 mil a 25 mil toneladas; la de café, de 87 mil a 187 mil toneladas; y la de palma aceitera, de 100 mil a 181 mil toneladas. El principal beneficiado fue el departamento de San Martín, anteriormente líder de la producción cocalera, hoy lidera

⁸ En 1992 hubo 2,689 acciones terroristas y 131 mil hectáreas cultivadas de coca. Luego, en el 2000, año en el que en el gráfico contiene los puntos más bajos para ambas variables, se registraron 185 acciones terroristas y 37 mil hectáreas cultivadas de coca.

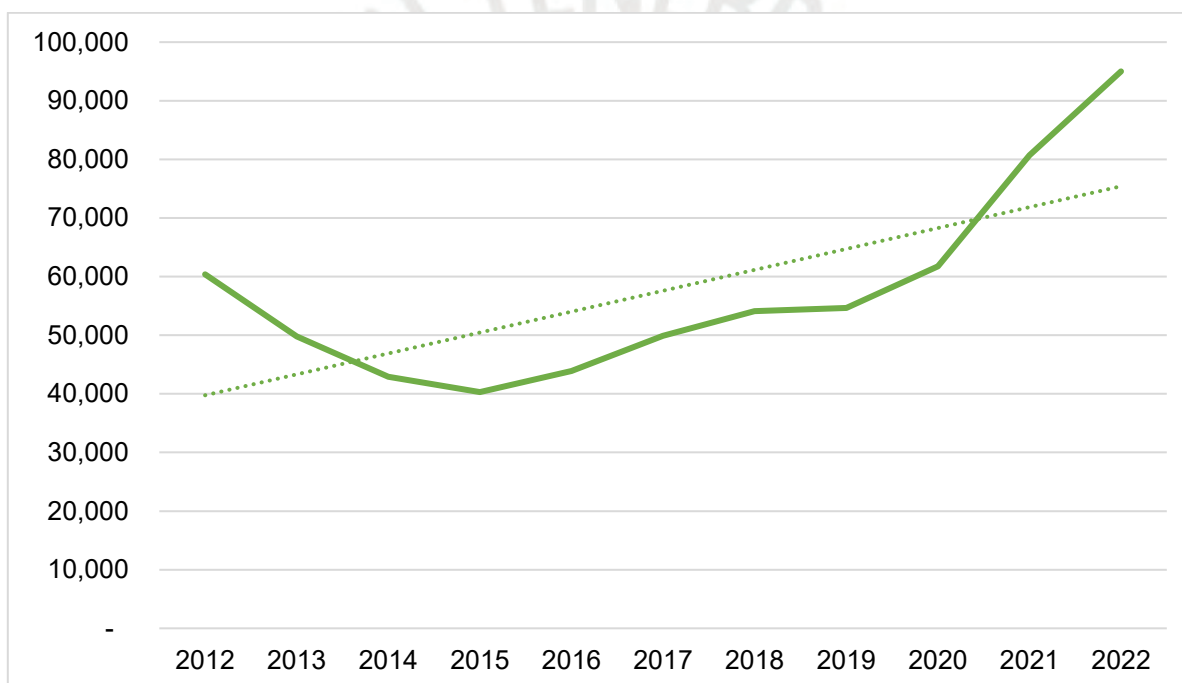
⁹ También son llamados cultivos alternativos.

la producción de los tres cultivos antes mencionados (Carranza *et al.*, 2012; Manrique, 2016; Mendoza y Leyva, 2017; Midagri 1994, 2007a).

En la actualidad, como parte de la Política Nacional Contra las Drogas al 2030¹⁰, promovida por el Estado, se fomenta la siembra de cultivos no tradicionales. Esta política fue aprobada mediante el Decreto Supremo N° 192-2020-PCM durante el gobierno de Francisco Sagasti. Sin embargo, como se observa en la Figura 2, la superficie cultivada de coca en el país ha mostrado una tendencia creciente desde el 2012 hasta el 2022, con un marcado incremento a partir del 2020, lo que plantea un serio problema de seguridad nacional.

Figura 2.

Perú: Evolución de la Superficie Cultivada de Hoja de Coca en Hectáreas, 2012-2022



Fuente. Elaborada a partir de “Repositorio de Datos”, por la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas, 2023 (<https://sistemas.devida.gob.pe/siscod/repositorio>).

En específico, según se detalla en la Tabla 1, la superficie cultivada de coca por zona monitoreada, de acuerdo con el análisis satelital realizado por Devida para el período de 2018 a 2022, se concentra principalmente en el Valle de los ríos

¹⁰ La promoción de cultivos no tradicionales se encuentra en la Estrategia Nacional de Lucha Contra las Drogas 2012-2016 y en la Estrategia Nacional de Lucha Contra las Drogas 2017-2021, predecesoras inmediatas de la Política Nacional Contra las Drogas al 2030.

Apurímac, Ene y Mantaro (VRAEM), Inambari-Tambopata, Bajo Amazonas, Callería y Pichis-Palcazu-Pachitea, todos ubicados en la región amazónica.



Tabla 1.

Perú: Superficie Cultivada de Hoja de Coca en Hectáreas Según Zona Monitoreada, 2018-2022

Zona monitoreada	Departamento(s)	2018	2019	2020	2021	2022	2022 (%)
Perú		54,134	54,655	61,777	80,681	95,008	100
VRAEM	Junín - Ayacucho - Cusco	24,111	26,028	27,994	32,106	35,709	37.58
Inambari-Tambopata	Puno	5,747	5,986	7,705	9,730	10,373	10.92
Bajo Amazonas	Loreto	3,019	2,604	4,318	6,472	8,725	9.18
Callería	Ucayali	1,047	858	2,453	6,095	7,846	8.26
Pichis-Palcazu-Pachitea	Huánuco - Pasco - Ucayali	919	1,314	2,204	4,096	5,099	5.37
La Convención-Lares	Cusco	9,007	8,534	6,806	4,841	4,400	4.63
Aguaytía	Loreto - Ucayali	1,517	876	1,364	2,475	3,914	4.12
Bajo Ucayali	Ucayali	-	-	-	1,659	2,735	2.88
Putumayo	Loreto	1,840	2,069	1,597	2,193	2,716	2.86
Huallaga	Huánuco - La Libertad - San Martín	1,721	1,527	2,143	2,270	2,683	2.82
Kosñipata	Cusco - Madre de Dios	1,255	1,284	1,556	1,672	2,057	2.16
Bajo Huallaga	Loreto - San Martín	-	-	-	1,379	1,738	1.83
Marañón	Amazonas - Cajamarca - La Libertad	1,381	1,389	1,402	1,414	1,560	1.64
Contamana	Loreto	214	335	408	1,095	1,403	1.48
San Gabán	Cusco - Madre de Dios - Puno	1,640	1,195	1,101	1,070	1,212	1.28
Madre de Dios	Madre de Dios	-	-	-	247	921	0.97
Amazonas	Amazonas	-	-	-	895	896	0.94
Alto Chicama	Cajamarca - La Libertad	716	656	726	721	645	0.68
Camanti	Cusco	-	-	-	252	230	0.24
Yaguas	Loreto	-	-	-	-	146	0.15

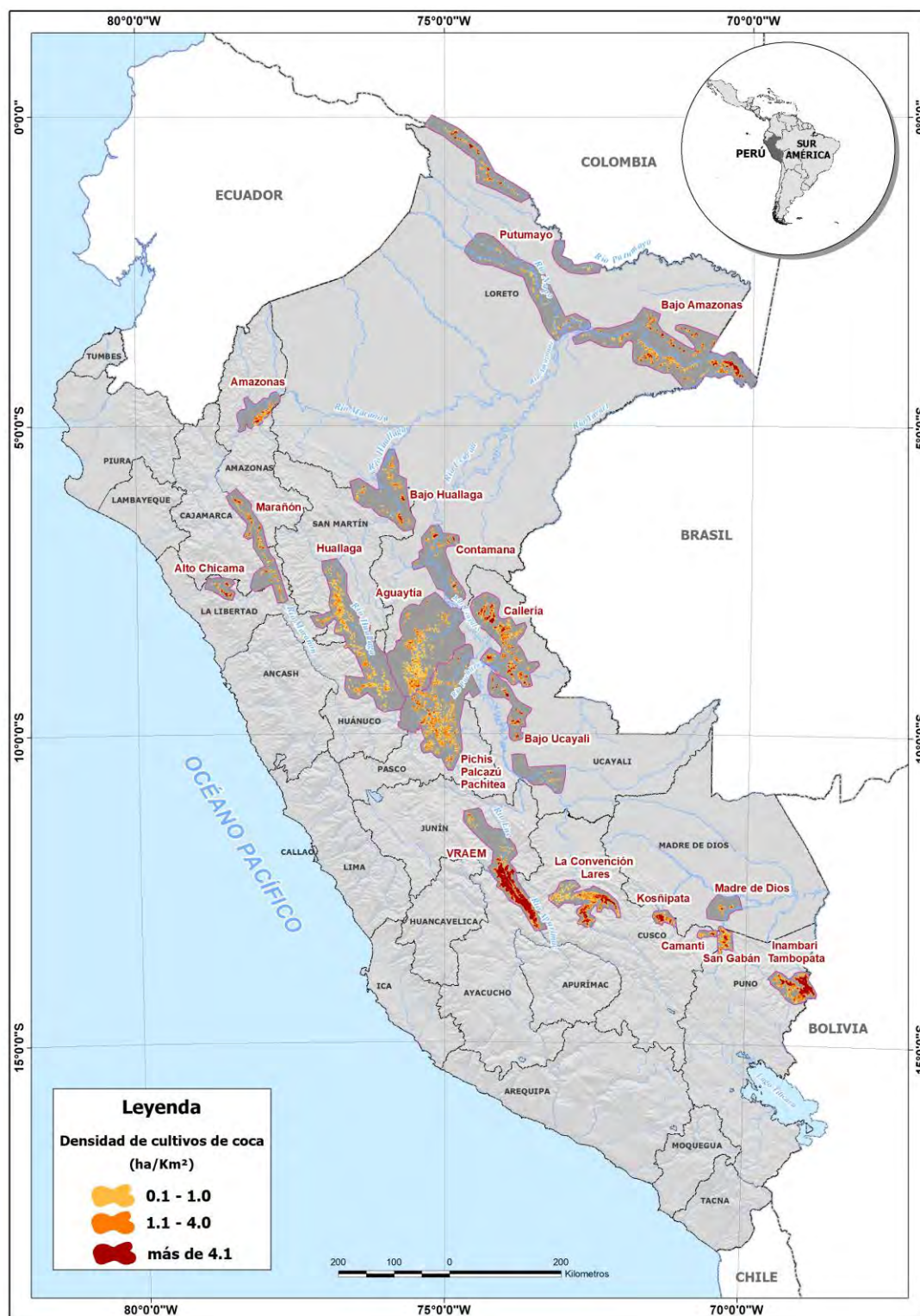
Fuente. Elaborada a partir de “Repositorio de Datos”, por la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas, 2023 (<https://sistemas.devida.gob.pe/siscod/repositorio>).

En esa misma línea, en la Figura 3, Devida presenta las zonas monitoreadas según la densidad de cultivos en el 2021, medida en hectáreas por km². Es posible observar una mayor densidad de hoja de coca en los departamentos de la selva alta peruana.



Figura 3.

Perú: Densidad de la Superficie Cultivada de Hoja de Coca en Hectáreas por km², según zona Monitoreada, 2021



Fuente. De "Superficie cultivada con arbusto de hoja de coca monitoreada en 2021", por la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas, 2022, p.6.

(<https://sistemas.devida.gob.pe/siscod/documentos>).

Valdés *et al.* (2021) argumentan que, evidentemente, los esfuerzos en la lucha contra el narcotráfico arrojan resultados desalentadores. Sostienen que la extensión de terreno destinado al cultivo de hojas de coca se ha mantenido relativamente estable, lo que ha permitido proporcionar un suministro constante para la actividad del narcotráfico.

En la Tabla 2 se presentan la media, la desviación estándar, así como el mínimo y máximo valor de la superficie cosechada de coca por unidad agropecuaria, el precio de venta por kilogramo y del valor de venta total de la coca producida. Así, para el promedio de los años del 2017 al 2019, las unidades agropecuarias cosecharon 0.76 hectáreas de coca, con un precio de venta 11.63 soles por kilogramo, generando un valor total de venta de 9,776.21 soles¹¹.



¹¹ Los valores equivalentes para el cacao se presentan en la Tabla 22, destacando la ventaja comercial de la coca.

Tabla 2.

Perú: Superficie de las Parcelas Cosechadas de Coca en Hectáreas, Precio de Venta de la Coca por Kilogramo y Valor de Venta Total, 2017-2019

Productor de coca				
Año	2017	2018	2019	2017-2019
Superficie de la/s parcela/s (en hectáreas)				
Observaciones	252	219	241	712
Media	0.69	0.89	0.70	0.76
Desviación	0.84	1.04	0.64	0.85
Mínimo	0.002	0.004	0.008	0.002
Máximo	6.00	7.50	4.00	7.50
Precio de venta (kilogramo en soles)				
Observaciones	252	219	241	712
Media	S/ 9.09	S/ 11.93	S/ 14.01	S/ 11.63
Desviación	S/ 3.51	S/ 5.87	S/ 6.01	S/ 5.60
Mínimo	S/ 3.20	S/ 3.00	S/ 5.00	S/ 3.00
Máximo	S/ 19.00	S/ 33.30	S/ 35.00	S/ 35.00
Valor de venta (en soles)				
Observaciones	252	219	241	712
Media	S/ 6,070.94	S/ 10,012.41	S/ 13,435.95	S/ 9,776.21
Desviación	S/ 7,999.92	S/ 14,054.16	S/ 15,899.71	S/ 13,338.34
Mínimo	S/ 26.00	S/ 16.00	S/ 18.00	S/ 16.00
Máximo	S/ 54,000.00	S/ 106,700.00	S/ 116,700.00	S/ 116,700.00

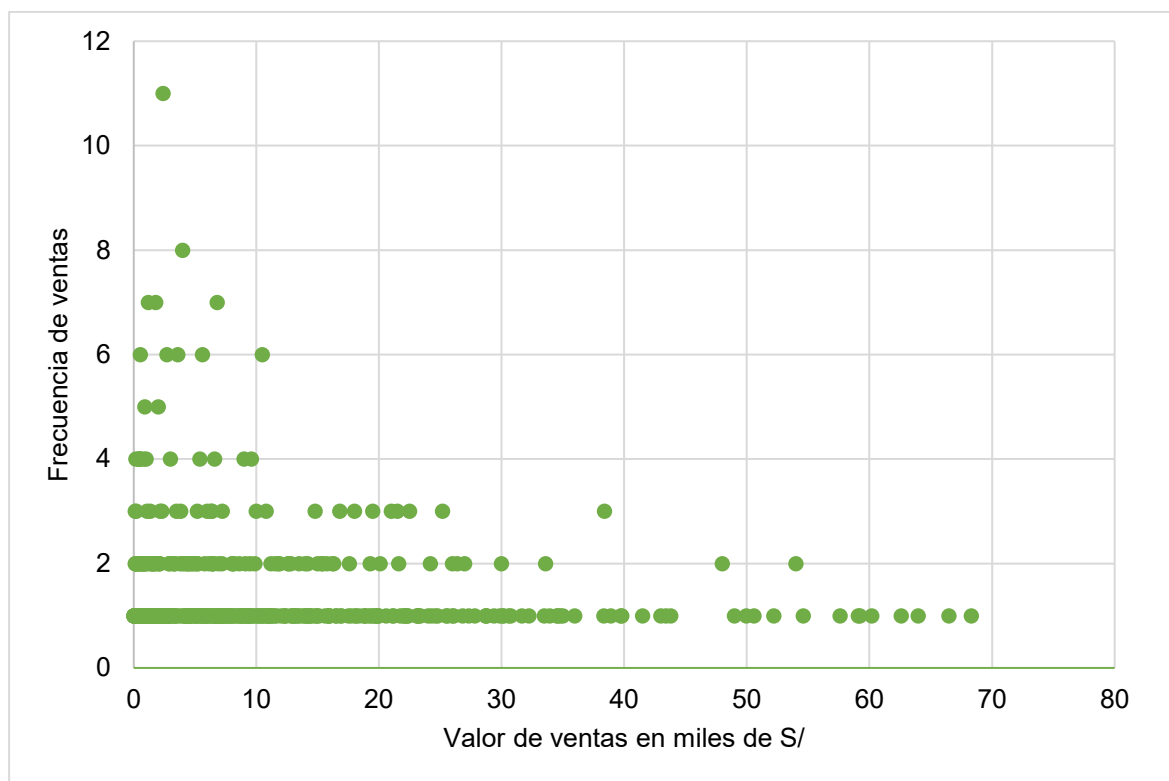
Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estadistica-e-informatica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estadistica-e-informatica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Desde otro enfoque, la Figura 4 ilustra, en el período comprendido entre los años 2017 y 2019, la dispersión entre la frecuencia de ventas y el valor de ventas¹² de coca en miles de soles.

¹² Para optimizar la gráfica, se han eliminado los valores atípicos de S/ 106,200, S/ 107,200 y S/ 117,200, correspondientes a ventas individuales.

Figura 4.

Perú: Diagrama de Dispersión entre la Frecuencia de Ventas y el Valor de Ventas de Hoja de Coca en Miles de Soles, 2017-2019



Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

En esa misma línea, es importante considerar que Devida (2021, 2023) estimó que para el 2019, el 91.16 % de la producción peruana de la hoja de coca estaría destinada al mercado ilícito, específicamente para la elaboración de pasta básica de cocaína. Esta droga tiene una fabricación rentable debido a la alta demanda internacional, en especial por parte de Estados Unidos y Europa, lo que generaría ganancias comerciales de 600 millones de dólares al año para el país, según Valdés *et al.* (2021). Estas cifras explican una de las razones por las que, recientemente, y como se documenta en el Anexo 1, los vendedores y agricultores cocaleros han manifestado su rechazo a las políticas de erradicación de cultivos de coca, que para

ellos representan “una fuente de ingresos rápida, a menudo su única opción” (Valdés *et al.*, 2021, p.158).

Dado que las críticas se centran en específico en los bajos ingresos por la venta de los productos no tradicionales, como el cacao; la baja productividad del suelo; y la ineficacia de las instituciones gubernamentales para proporcionar alternativas económicas viables (Latina Televisión, 2021; Valdés *et al.*, 2021), es posible que se diseñen e implementen políticas públicas en la selva alta que fomenten el uso de tecnologías agrícolas, como abonos, fertilizantes, plaguicidas y manejo integrado de plagas. Estas medidas podrían aumentar tanto la cantidad como la calidad de los granos de cacao producidos, y, por ende, mejorar las ganancias de las pequeñas y medianas unidades agropecuarias desde una perspectiva orientada a maximizar los beneficios.

1.3. Mercado del Cacao

Originario de la cuenca del Amazonas, específicamente del área comprendida por los ríos Napo, Putumayo y Caquetá, el árbol del cacao, o cacaotero, comparte con diversas especies vegetales la geografía de la selva alta; y ha experimentado un impulso en su siembra gracias al auge agroexportador, en el cual su fruto se considera un bien no tradicional (BCRP, 2022; Midagri, 2016, 2020, 2021; Ogata *et al.*, 2009; Vásquez, 2015). Es decir, un producto poco común de exportación a lo largo de la historia del país que, inclusive, ha ganado ventaja por sobre otros productos como la coca, con la cual compite en preferencia de cultivo en la selva alta peruana (Carranza *et al.*, 2012; Manrique, 2016; Mendoza y Leyva, 2017). En efecto, durante el último siglo, se ha observado un notable aumento en la producción y exportación de los granos de cacao.

Como muestra de ello, en primer lugar, la Tabla 3 revela las cifras de producción en toneladas de cacao en grano en el Perú. Aunque las tasas de crecimiento muestran una tendencia general al alza, la evolución “es poco significativa y relativamente estancada” desde el 2005 hasta el 2009, y solo “a partir del 2010 se observa un fuerte proceso de crecimiento en la producción nacional”. Asimismo, durante el 2020 y 2021, la pandemia de la COVID-19 impactó en las tasas de crecimiento, ya que la declaración de inamovilidad afectó la operatividad de los camiones encargados del acopio y transporte del cacao (Midagri, 2021, pp.11-12).

Tabla 3.

Perú: Evolución de la Producción de Cacao en Grano en Toneladas, con Tasas de Crecimiento, 2005-2022

Años	Cacao	
	Toneladas	Tasas de crecimiento
2005	25,257	
2006	31,518	19.86%
2007	31,387	-0.42%
2008	34,003	7.69%
2009	36,803	7.61%
2010	46,613	21.05%
2011	56,499	17.50%
2012	62,492	9.59%
2013	71,838	13.01%
2014	81,651	12.02%
2015	92,592	11.82%
2016	107,922	14.20%
2017	121,825	11.41%
2018	134,676	9.54%
2019	141,775	5.01%
2020	158,944	10.80%
2021	160,522	0.98%
2022	172,058	6.70%

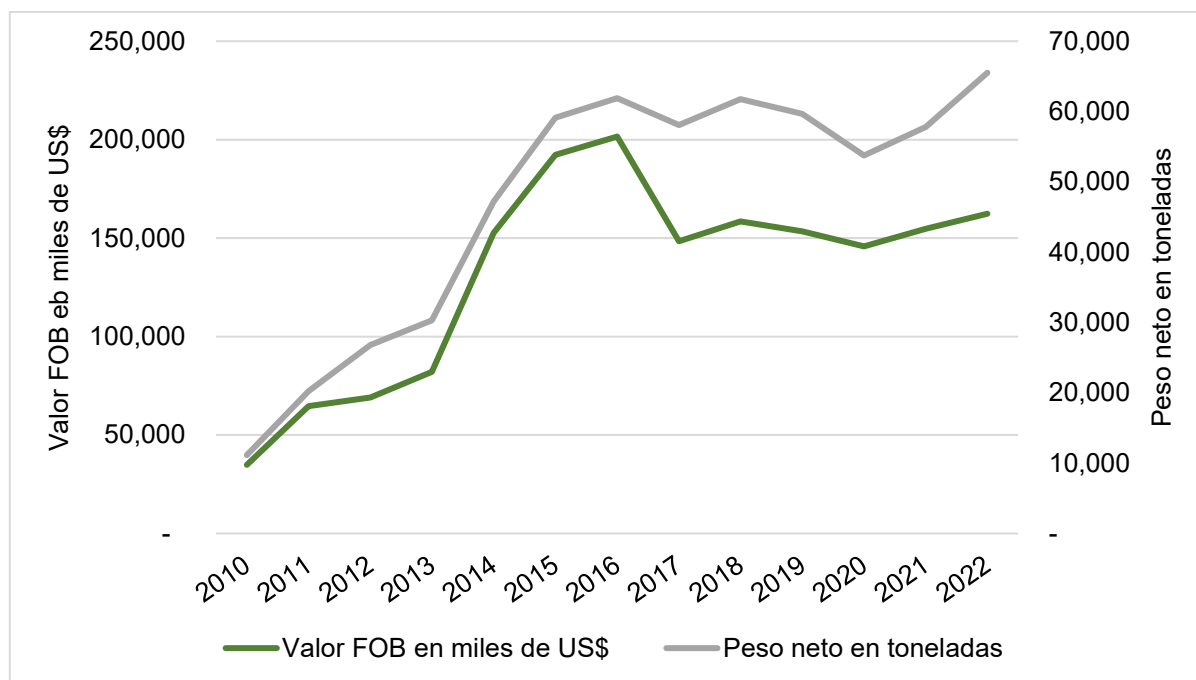
Fuente. Elaborada a partir de “Agrícola – Agroexportación e Industrial – Cacao”, por el Banco Central de Reserva del Perú, 2024

(<https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05088AA/html/2005/2024/>).

En segundo lugar, en la Figura 5 se presentan los datos de las exportaciones peruanas de cacao en grano, entero o partido, crudo o tostado. Tanto en términos de peso neto, medido en toneladas, como en valor FOB, en miles de dólares estadounidenses, se observa un marcado aumento en las exportaciones, excepto durante el período de estancamiento entre el 2016 y 2020. Esta paralización se debió a la disminución del precio mundial del cacao, al incremento de la competencia mundial en la producción para exportación y los desafíos relacionados con la contaminación por cadmio en el producto cosechado (Fajardo y Lopez, 2022; Gestión, 2018; Midagri, 2020, 2021; Pérez, 2019).

Figura 5.

Perú: Exportaciones de Cacao en Grano, Valor FOB en Miles de US\$ y Peso Neto en Toneladas, 2010-2022



Fuente. Adaptada de “Observatorio de commodities: Cacao”, por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021, (<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2009611/Commodities%20Cacao%3A%20ene-mar%202021.pdf>); y de “Observatorio de commodities: Cacao”, por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023, (<https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1583/1/Observatorio%20de%20Commodities%20Cacao%20ene-mar%202023%20%281%29%20%281%29.pdf>).

Efectivamente, la Figura 6 muestra que el precio del cacao por tonelada métrica experimentó un aumento notable desde fines del 2013 hasta finales del 2016, lo cual concuerda con los años de mayores exportaciones peruanas. Sin embargo, a partir de 2017, estos precios comienzan a disminuir, marcando una etapa de estancamiento, para finalmente superar los valores previos a mediados de 2022.

Figura 6.

Precios Internacionales del Cacao en Grano, Valor FOB en US\$ por Tonelada Métrica, 2010-2023



Fuente. Adaptada de “Global price of Cocoa - PCOCOUSD”, por la International Monetary Fund, 2023, (<https://fred.stlouisfed.org/series/PCOCOUSD>).

La caída internacional de los precios del cacao a principios de 2017 coincidió con un aumento en el volumen de exportaciones de algunos de los competidores comerciales del Perú, lo cual impactó negativamente en las exportaciones nacionales. Este fenómeno se observa en las campañas¹³ 2017/2018 y 2018/2019, como se muestra en la Tabla 4, que cuantifica con barras horizontales la porción de exportación mundial que le corresponde a cada país durante cada período de años.

¹³ El período de campaña establecido por el Midagri abarca 12 meses, que va desde el primero de octubre del año T hasta el último día de septiembre del año T+1.

Tabla 4.

Exportaciones Mundiales de Cacao en Grano en Miles de Toneladas, 2013-2022

Exportadores	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19	2019/2020	2020/2021	2021/2022
Mundo	3,187	2,625	2,980	3,892	3,472	3,420	3,100	3,533	3,166
Costa de Marfil	1,117	1,286	1,056	1,562	1,530	1,578	1,540	1,646	1,420
Ghana	-	-	581	611	525	501	417	502	430
Ecuador	199	236	227	285	288	311	329	340	327
Bélgica	135	161	187	97	114	169	161	212	134
Camerún	193	238	264	236	178	220	175	211	216
Países Bajos	197	172	139	222	110	192	148	193	260
Malasia	94	71	91	90	104	119	82	106	109
República Dominicana	68	80	74	66	82	67	74	71	66
Perú	47	59	62	78	66	65	55	52	64
Sierra Leona	-	4	10	23	15	13	20	14	15
Subtotal	2,050	2,307	2,691	3,270	3,012	3,235	3,001	3,347	3,041
Otros	1,137	318	289	622	460	185	99	186	125

Fuente. Adaptada de “Observatorio de commodities: Cacao”, por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2021, (<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2009611/Commodities%20Cacao%3A%20ene-mar%202021.pdf>); y de “Observatorio de commodities. Cacao”, por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023, (https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1583/1/Observatorio%20de%20Commodities%20Cacao_%20ene-mar%202023%20%281%29%20%281%29.pdf).

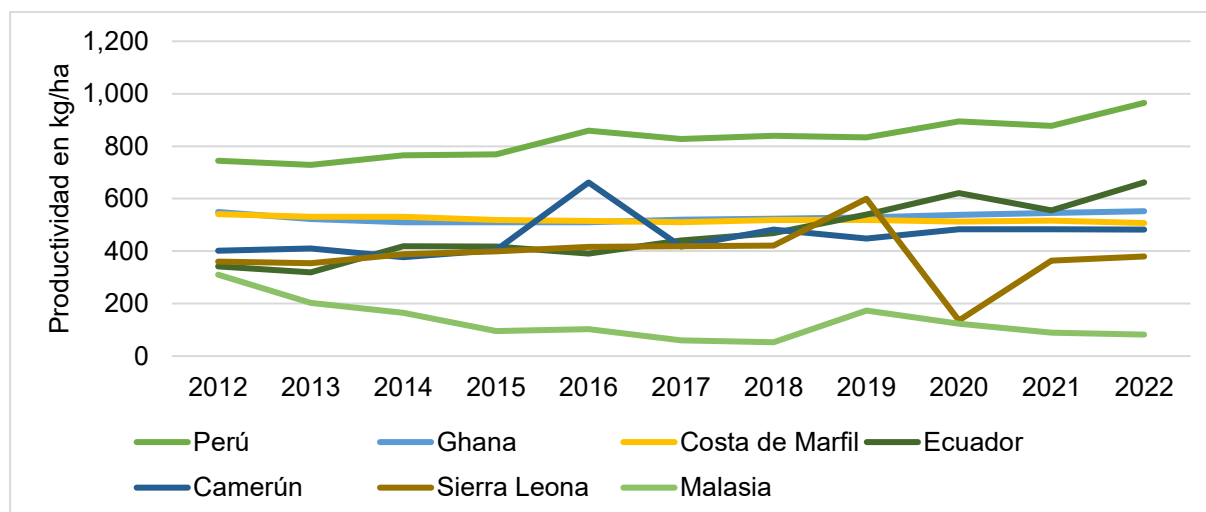
Además, el estancamiento de las exportaciones peruanas coincide con la aparición de artículos periodísticos que reportan una problemática de contaminación en el cacao, principalmente vinculada a la presencia de cadmio, un metal pesado que, en altas concentraciones, representa un peligro para la salud humana. Por ejemplo, José San Martín, gerente general de la empresa agroexportadora de cacao Romex, explicó que su compañía detectó en 2017 los primeros rastros de estos elementos químicos en cultivos destinados a la exportación, lo cual constituyó un “golpe muy fuerte” para los productores de cacao (Solagro Soluciones Agrosostenibles, 2019).

Por su parte, para Luis Mendoza, gerente de la Asociación Peruana de Productores de Cacao (Appcacao), las restricciones anunciadas por la Unión Europea en 2018 podrían resultar en una disminución de los precios del cacao o incluso una falta de interés en adquirir el producto por parte de los compradores europeos al detectar niveles no permisibles de cadmio (Gestión, 2018; Pérez 2019). En efecto, Fajardo y Lopez (2022) confirman el impacto negativo de la nueva normativa en las exportaciones de cacao peruano a Europa, las cuáles se vieron reducidas en cuestión de volumen y precios. Adicionalmente, las autoras señalan que los cacaoteros peruanos no redireccionaron sus ventas hacia nuevos mercados internacionales.

Es preciso señalar que, junto al estancamiento en las exportaciones de cacao en grano, la productividad medida en kilogramos por hectárea se mantuvo constante. Pese a ello, el Perú logró conservar su ventaja competitiva frente a los demás países exportadores¹⁴, e incluso incrementó dicha ventaja durante el período de pandemia 2020-2022, como se ilustra en la Figura 7.

Figura 7.

Productividad en Kilogramos por Hectárea de los Principales Exportadores de Cacao, 2012-2022



Fuente. Elaborada a partir de “Crops and Livestock Products”, por el Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2024 (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>).

También se debe destacar la situación positiva para la exportación de los derivados del cacao: la manteca, grasa y aceite de cacao; chocolate y preparaciones con cacao; cacao en polvo; pasta de cacao; así como los residuos de cacao, experimentaron un incremento en sus exportaciones en valor FOB, medido en miles de dólares estadounidenses, durante el período de 2017 al 2022, como puede observarse en la Tabla 5.

¹⁴ Para optimizar la gráfica, se excluyeron los valores de productividad de República Dominicana, cuyo promedio durante los años 2012-2022 fue de 7,646.20 kg/ha. Cabe indicar, además, que Bélgica y los Países Bajos no son productores de cacao, sino países que reexportan del producto.

Tabla 5.

Perú: Exportaciones de los Derivados del Cacao, Valor FOB en Miles de US\$, 2016-2022

Derivados del cacao	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Exportaciones totales	92,113	86,985	107,839	140,799	127,690	147,756	171,559
Manteca, grasa y aceite de cacao	54,455	50,274	66,176	88,997	65,913	76,043	61,699
Chocolate y demás preparaciones alimenticias que contengan cacao	14,974	18,220	22,813	26,581	25,396	33,086	52,733
Cacao en polvo sin adición de azúcar ni otro edulcorante	12,161	13,418	12,754	15,591	21,077	22,622	31,485
Pasta de cacao, incluso desgrasada	10,313	4,976	6,041	9,493	15,222	15,610	24,708
Cáscara, películas y demás residuos de cacao	210	97	55	137	82	395	934

Fuente. Adaptada de “Observatorio de commodities: Cacao”, por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023,

(https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1583/1/Observatorio%20de%20Commodities%20Cacao_%20ene-mar%202023%20%281%29%20%281%29.pdf).

Por otro lado, es importante hacer referencia a la ubicación geográfica de la producción de cacao en el Perú:

Las principales zonas productoras comprenden el valle del Huallaga, ubicado en los departamentos de Huánuco y San Martín; el valle de La Convención, en el departamento del Cusco; el Valle del Río Apurímac-Ene (VRAE), que abarca los departamentos de Ayacucho, Cusco y Junín; el valle de Tambo, en el departamento de Junín; y el valle del Marañón, en los departamentos de Cajamarca y Amazonas. (Midagri, 2007b, p.10)

El análisis de las cifras que se encuentran en la Tabla 6, muestra para cada año, la porción de producción que le corresponde a cada departamento del país por medio de barras horizontales. Se observa así que la selva alta, liderada por San Martín

y los otros departamentos amazónicos¹⁵, es el principal foco productivo, siendo esta la región natural del origen del cacao.

Tabla 6.

Perú: Producción Departamental de Cacao en Grano en Toneladas, 2016-2022

Departamentos	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Perú	84,813	107,920	121,813	134,675	141,777	158,942	164,118	168,653
San Martín	37,319	45,996	51,440	56,136	54,184	66,786	63,601	64,874
Junín	15,334	21,400	21,801	24,755	25,560	27,536	29,774	31,860
Ucayali	4,201	8,622	13,245	16,587	17,031	21,705	20,046	22,724
Huánuco	5,292	6,491	8,912	10,392	13,403	14,395	15,958	16,602
Cusco	8,048	10,788	8,707	8,192	9,915	7,476	7,684	7,977
Ayacucho	4,973	5,544	5,056	5,113	5,998	5,634	6,190	6,633
Amazonas	4,718	4,224	6,352	4,514	5,108	5,052	9,231	6,627
Pasco	1,144	1,338	1,824	3,881	4,407	4,033	4,707	4,858
Piura	768	658	599	1,009	1,438	1,385	1,501	2,166
Cajamarca	1,320	1,001	996	955	1,121	1,137	1,263	1,226
Otros departamentos	1,696	1,858	2,881	3,141	3,612	3,803	4,163	3,106

Fuente. Adaptada de “Observatorio de commodities: Cacao”, por el Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 2023, (https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1583/1/Observatorio%20de%20Commodities%20Cacao_%20ene-mar%202023%20%281%29%20%281%29.pdf).

1.4. Productor del Cacao

Para continuar caracterizando la agricultura peruana del cacao es fundamental perfilar a sus protagonistas, los cacaoteros. En esa línea, es pertinente utilizar el IV Censo Nacional Agropecuario de 2012¹⁶, conocido también como Cenagro 2012. Este se encuentra alojado en la Plataforma Nacional de Datos Abiertos del Gobierno del Perú (INEI, 2012) y fue realizado por el INEI “recogiendo las declaraciones de todos los productores agropecuarios del país”. De esta manera, el censo agropecuario permite la elaboración de cuadros estadísticos precisos sobre los productores de cacao, incluyendo información sobre su ubicación geográfica, cantidad exacta y características como el género, edad, el grado educativo y la lengua materna.

El Cenagro 2012 registró un total de 2,260,973 unidades agropecuarias, de las cuales el 99.3 % se clasificaron como pequeñas y medianas al tener una extensión menor o igual a 50 hectáreas; mientras que el 0.7 % restante se consideraron grandes al tener más de 50 hectáreas (INEI, 2012). Este estudio se centró en las personas naturales que conducen estas unidades agropecuarias, excluyendo a las empresas.

¹⁵ El Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego acota que la producción departamental de cacao de 2021 y 2022 presenta cifras preliminares.

¹⁶ Aún en el año de presentada la tesis, 2024, no existen de censos nacionales agropecuarios posteriores al del 2012.

Así, se contabilizaron un total de 89,689 productores de cacao, principalmente ubicados en los departamentos amazónicos que conforman el epicentro productivo de este cultivo. En orden numérico descendente, para el 2012, los productores se distribuyeron en los departamentos de San Martín, Amazonas, Junín, Cusco, Huánuco, Ayacucho, Ucayali, Loreto, Piura, Cajamarca, Pasco, Puno, Madre de Dios, Tumbes, Lambayeque, La Libertad y Áncash, tal y como se detalla en la Tabla 7.

Tabla 7.

Perú: Ubicación por Departamentos de los Productores Cacaoteros, 2012

Variable	Productor de cacao	
	Número	Porcentaje
Departamento	89,689	100
San Martín	25,910	28.89
Amazonas	11,649	12.99
Junín	11,516	12.84
Cusco	10,906	12.16
Huánuco	8,084	9.01
Ayacucho	7,654	8.53
Ucayali	5,338	5.95
Loreto	2,078	2.32
Piura	1,889	2.11
Cajamarca	1,861	2.07
Pasco	1,169	1.30
Puno	885	0.99
Madre de Dios	329	0.37
Tumbes	291	0.32
Lambayeque	87	0.10
La Libertad	35	0.04
Áncash	8	0.01

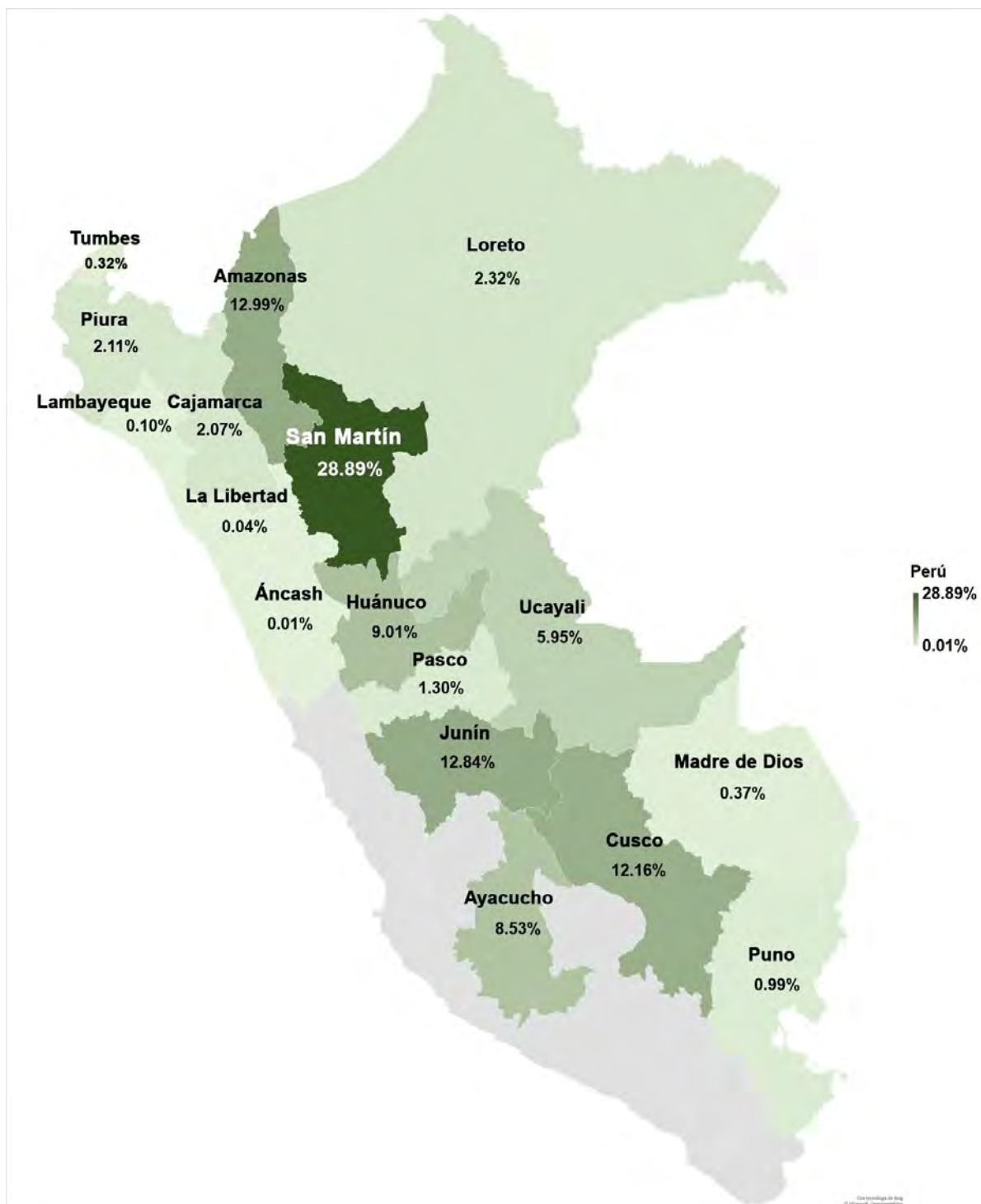
Fuente. Elaborada a partir de “IV Censo Nacional Agropecuario (Cenagro) 2012”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/censo-nacional-agropecuario-cenagro-2012-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica>).

A partir de los porcentajes mostrados en la Tabla 7, se presenta la Figura 8, que muestra una representación visual de la distribución de cacaoteros a nivel departamental en Perú durante el 2012. En esta figura, los departamentos coloreados con un verde más tenue representan un menor número de cacaoteros; mientras que,

los departamentos con tonalidades de verde más oscuro reflejan un mayor número de cacaoteros.

Figura 8.

Perú: Cantidad Porcentual de Cacaoteros por Departamento, 2012



Fuente. Elaborada a partir de "IV Censo Nacional Agropecuario (Cenagro) 2012", por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/censo-nacional-agropecuario-cenagro-2012-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica>).

Así también, es posible identificar que los departamentos donde los sectores rurales, vinculados estrechamente con la agricultura, experimentaron niveles de pobreza elevados. De acuerdo a la Tabla 8, para el 2012, el 46.14 % de las personas que se encontraban en la selva rural se hallaban en situación de pobreza, mientras que en la sierra rural esta cifra alcanzó el 58.80 %.

Tabla 8.

Perú: Pobreza en las Regiones Naturales, por Sectores Rurales y Urbanos, 2012

Ámbito geográfico	Porcentaje
Selva urbana	22.40
Sierra urbana	17.00
Costa urbana	17.48
Selva rural	46.14
Sierra rural	58.80
Costa rural	31.60

Fuente. Elaborada a partir de "Pobreza", por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2021 (<https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poverty/>).

Además, según lo detallado en la Tabla 9, el 82.28 % de los cacaoteros eran hombres, mientras que el 17.72 % eran mujeres. Respecto a la distribución por edad, el 0.26 % tenían menos de 18 años, el 5.64 % tenía de 18 a 24 años, el 44.8 % tenía de 25 a 44 años, el 38.27 % tenía de 45 a 64 años, y el 11.01 % tenía 65 años o más.

Tabla 9.

Perú: Sexo y Edad de los Productores de Cacao, 2012

Variable	Productor de cacao	
	Número	Porcentaje
Sexo	89,689	100
Hombres	73,792	82.28
Mujeres	15,897	17.72
Edad	89,689	100
Menor de 18	230	0.26
De 18 a 24	5,062	5.64
De 25 a 44	40,197	44.82
De 45 a 64	34,326	38.27
De 65 a más	9,874	11.01

Fuente. Elaborada a partir de “IV Censo Nacional Agropecuario (Cenagro) 2012”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/censo-nacional-agropecuario-cenagro-2012-instituto-nacional-de-estadistica-e-informatica>).

En cuanto al nivel educativo alcanzado, y con el propósito de facilitar la lectura de los datos del Cenagro 2012, el estudio ha clasificado la información en cinco categorías: “sin nivel” y “educación inicial” se conservan de acuerdo a la clasificación original del censo; “educación primaria” agrupa a la “primaria completa e incompleta”; “educación secundaria” abarca la “secundaria completa e incompleta”; y “educación superior” comprende “instituto completo e incompleto y universidad completa e incompleta”. Por consiguiente, según se observa en la Tabla 10, los cacaoteros sin nivel educativo representaron un 8.77 %; los que tuvieron una educación inicial, 0.46 %; educación primaria, 56.34 %; educación secundaria, 29.18 %; y educación superior, 5.25%.

Tabla 10.

Perú: Nivel Educativo de los Productores de Cacao, 2012

Variable	Productor de cacao	
	Número	Porcentaje
Nivel educativo	89,689	100
Sin nivel	7,863	8.77
Educación inicial	412	0.46
Educación primaria	50,530	56.34
Educación secundaria	26,172	29.18
Educación superior	4,712	5.25

Fuente. Elaborada a partir de “IV Censo Nacional Agropecuario (Cenagro) 2012”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/kenso-nacional-agropecuario-cenagro-2012-instituto-nacional-de-estadistica-e-informatica>).

Respecto a la lengua materna, el estudio ha clasificado los idiomas hablados por los productores en tres grupos. En primer lugar, las lenguas originarias, que incluyen el quechua, aymara, ashaninka y otras lenguas nativas. En segundo lugar, el español. Y en tercer lugar, las lenguas extranjeras. De esta manera, como se muestra en la Tabla 11, los cacaoteros que tenían una lengua materna originaria representaron un 34.28 %; aquellos que hablaban español, 65.69 %; y aquellos que utilizaban idiomas extranjeros, 0.03 %.

Tabla 11.

Perú: Lengua Materna de los Productores de Cacao, 2012

Variable	Productor de cacao	
	Número	Porcentaje
Lengua materna	89,689	100
Lengua originaria	30,745	34.28
Español	58,921	65.69
Lengua extranjera	23	0.03

Fuente. Elaborada a partir de “IV Censo Nacional Agropecuario (Cenagro) 2012”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2012 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/kenso-nacional-agropecuario-cenagro-2012-instituto-nacional-de-estadistica-e-informatica>).

Por consiguiente, en términos de características personales durante el 2012, los productores de cacao eran mayoritariamente hombres adultos jóvenes con solo

educación primaria, cuya lengua materna era el español y conducían unidades agropecuarias en la región amazónica.

Por otra parte, Maletta (2017) menciona que el 99 % de los productos de cacao se ubican en pequeñas fincas familiares, unidades productivas que representan la mayor parte de la producción a nivel nacional. Asimismo, a través de la ENA (2019), se contabilizó mediante estimaciones propias que de las 2,154 parcelas destinadas al cultivo de cacao, ya sea junto o no a otros cultivos, el 59.52 % son menores de cinco hectáreas. Esto implica que la mayoría de los productores de cacao, considerando únicamente personas naturales, realizan actividades de siembra y cosecha en parcelas de tamaño reducido, como se detalla en la Tabla 12.

Tabla 12.

Perú: Tamaño de las Parcelas en las que se Produce Cacao, 2019

Tamaño en hectáreas	Número de parcelas	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Menor o igual a 1	536	24.88	24.88
De 1 a 3	522	24.23	49.12
De 3 a 5	224	10.40	59.52
De 5 a 7	125	5.80	65.32
De 7 a 10	148	6.87	72.19
De 10 a 15	104	4.83	77.02
De 15 a 20	101	4.69	81.71
De 20 a 35	171	7.94	89.65
De 35 a 50	98	4.55	94.20
De 50 a 500	125	5.80	100
Total	2,154	100	100

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>).

Tal información es complementada por el Midagri (2007b, 2018), que respecto a los cacaoteros considera:

- La mayoría de ellos opera fincas de menos de cinco hectáreas, lo que los califica como pequeños productores.
- Hay bajos niveles de asociatividad entre ellos, es decir, pocos pertenecen a alguna organización agropecuaria (como, por ejemplo, Appcacao).

- Tienen dificultades para acceder a las economías de escala debido a la atomización y fragmentación de sus propiedades.
- No cuentan con medios para informarse sobre los precios del mercado y los estándares requeridos para cumplir con el proceso productivo.
- La mayoría no puede acceder a créditos adecuados para la conducción de su unidad productiva.

Además, el Midagri (2007b, 2018) resalta que la tecnología que emplean los productores de cacao, por lo general, es tradicional, deficiente y aplicada sin asistencia técnica, lo cual compromete la calidad de los granos producidos. No obstante, y pese a ello, hoy está en marcha una modernización en las técnicas de producción cacaotera del país (Palma, 2018), impulsada por factores como “el desarrollo económico y la movilidad social, la iniciativa privada que promueve una cocina peruana diversificada y renovada, y las políticas públicas que amplían la infraestructura básica y apoyan el desarrollo de agronegocios, la articulación rural-urbana y la producción y exportación de especialidades agrícolas” (Maletta, 2017, p.56).

Por ejemplo, como documentan el gobierno central y los gobiernos regionales de San Martín, Pasco y Junín, los agricultores del cacao se han beneficiado de programas estatales que facilitan su acceso a mercados internacionales y optimizan el proceso de cuidado de los árboles del cacao por medio de abonos, fertilizantes y otros mecanismos beneficiosos. (Gobierno del Perú, 2020, 2021a; Gobierno Regional de Junín, 2019; Gobierno Regional de San Martín, 2020; Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social [Midis], 2020). Estas acciones gubernamentales también tienen como objetivo combatir el narcotráfico, promoviendo el cultivo de cacao como alternativa a los cultivos ilícitos de coca (Carranza *et al.*, 2012; Manrique, 2016; Mendoza y Leyva, 2017).

De esta manera, los cacaoteros han obtenido reconocimiento en el mercado internacional, al contar con clientes en más de treinta países entre América del Norte y Europa. Además, el Perú ha sido reconocido como “exportador de cacao fino de aroma”, un título otorgado por la International Cocoa Organization, lo que contribuye a una reputación positiva que se va consolidando con el tiempo (Appcacao, 2020).

2. Revisión de la Literatura

En este capítulo se realiza una revisión de la literatura sobre los conceptos de tecnología y progreso técnico, así como sobre la adopción de tecnología agrícola, y los factores que influyen en su implementación. Posteriormente, se presentan los principales hallazgos de siete estudios empíricos, tanto a nivel internacional como nacional, que responden a la pregunta sobre cuáles son los determinantes de la adopción tecnológica agrícola.

2.1. Conceptos

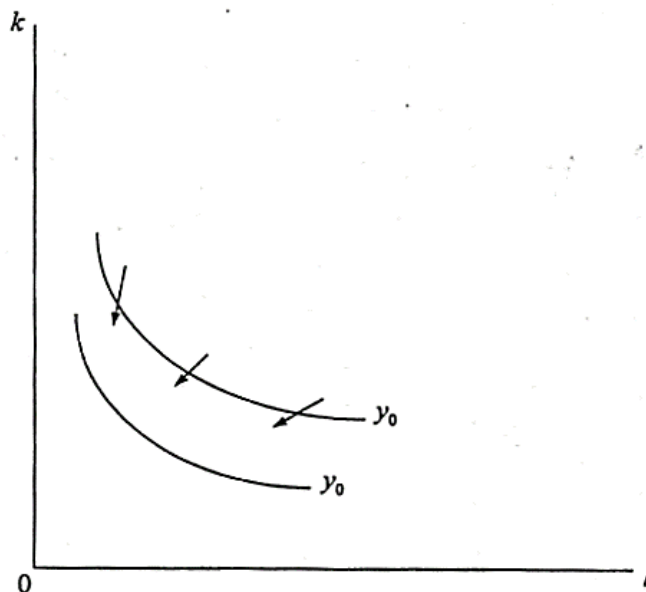
2.1.1. Tecnología y Progreso Técnico

Las tecnologías pueden definirse como los medios y métodos de diversa índole, como los organizativos y físicos, utilizados para innovar en los procesos productivos de bienes y servicios (Loevinsohn *et al.*, 2012). En ese sentido, la clasificación de la tecnología puede basarse en su composición, que puede ser mecánica, humana o del conocimiento (Roberts y Grabowski, 1996), o según el tipo de innovación introducida, que puede implicar la adopción de una nueva tecnología o el uso innovador de una ya existente (Loevinsohn *et al.*, 2012). El propósito de la tecnología es procurar un menor empleo de tiempo y de mano de obra que genere una situación deseable en comparación a un nivel anterior (Bonabana-Wabbi, 2002).

Tras el uso de tecnologías u aplicación de procesos disponibles, se origina el progreso técnico, conocido también como cambio técnico. Esto significa que usando una menor cantidad del servicio de uno o más factores productivos, se fabricará una misma cantidad de bienes, o de forma alternativa, usando la misma cantidad del servicio de factores productivos, se fabricará una mayor cantidad de bienes (Barkley y Barkley 2013; Garavito 2014).

De esta manera, en la Figura 9 se representa el efecto de haber adoptado tecnologías en la función Cobb-Douglas, cuya isocuanta y_0 , que representa la combinación de factores, capital (k) y trabajo (l), se desplaza hacia el origen para seguir produciendo un mismo número de bienes en el largo plazo (Garavito, 2014; Nicholson, 2008).

Figura 9.
Progreso Técnico



Fuente. De “Microeconomía: Consumidores, productores y estructuras de mercado”, por C. Garavito, 2014, p. 143. (<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/view/13739>).

2.1.2. Adopción de Tecnologías Agrícolas

El término adopción se define como la incorporación de innovaciones en la práctica productiva, que suelen ir precedidas de un período de ensayo. En este proceso, se identifican dos componentes: la tasa de adopción, que es la velocidad relativa con que se adopta una tecnología, y la intensidad de adopción, que se refiere al grado de uso de una determinada tecnología (Bonabana-Wabbi, 2002; Loevinsohn, 2012). En el sector agrícola, la adopción de tecnología puede representarse en el uso de herbicidas, semillas y maquinarias más eficaces y económicos, así como ajustes en la fecha y densidad de la siembra, y cambios en los métodos de siembra y cosecha (Vicini, 2011).

En esa misma línea, Kurtz (2021) clasifica a la tecnología agrícola en tres formas principales de innovación: química u orgánica, mecánica y biotecnológica. En primer lugar, la innovación química es provocada por tecnología destinada a mejorar los niveles de producción a través de bienes de la industria agroquímica, como fertilizantes y pesticidas para el control de plagas. Sin embargo, es importante destacar que en contraste con los cultivos tradicionales que usan estos químicos, los cultivos orgánicos son sometidos a productos similares, como los abonos, pero

obtenidos de forma natural, biológica y ecológica. Esta innovación orgánica también comparte el objetivo de aumentar la productividad agrícola. En segundo lugar, la innovación mecánica se refiere a la tecnología que mecaniza y facilita la producción mediante el uso de maquinarias agrícolas que reemplazan o complementan la actividad manual, como sembradoras, tractores, cosechadoras y motocultivadoras, lo cual es común en cultivos que atraviesan procesos industriales. En tercer lugar, la innovación biotecnológica es generada por tecnología desarrollada por la ciencia biofísica, de tal modo que se estimulan los procesos biológicos de la planta o se cuantifican las consecuencias de las innovaciones químicas, orgánicas y mecánicas. Un ejemplo de esta innovación es el potenciador de plantas, una tecnología reciente y pionera que favorece a la fotosíntesis.

En el contexto particular de los productores de cacao en Perú, Palma (2018) identifica las siguientes prácticas que han sido transferidas y adoptadas, es decir, tecnología enseñada y compartida por expertos, organizaciones o instituciones especializadas:

- Producción de plántones de calidad en viveros.
- Injertación de plántones de cacao en viveros y en campo definitivo.
- Alineamiento e instalación de plantaciones en campo definitivo con una alta densidad.
- Instalación y manejo de sombra temporal a base de plátano, frijol, y de sombra permanente con especies maderables.
- Producción y uso adecuado de abonos orgánicos como compost, purines y bioles.
- Producción y empleo de biocidas caseros.
- Empleo y ejecución de podas de formación y sanitarias.
- Control de plagas y enfermedades mediante podas y posterior compostaje.
- Empleo de técnicas adecuadas de cosecha.
- Empleo e importancia de la fermentación del grano de cacao.

Además, es posible identificar tres niveles de adopción tecnológica que cuantifican los conocimientos y las técnicas empleadas por los agricultores de cacao en el país:

Primero, un nivel tecnológico alto se concibe cuando el cacaotero tiene un rendimiento de producción mayor a los 650 kilogramos por hectárea, en la plantación se realizan labores de deshierbo, aplican controles fitosanitarios y desarrollan labores de cosecha y postcosecha (fermentado, secado, almacenaje) de forma adecuada. Segundo, el nivel tecnológico mediano es

cuando el productor realiza parcialmente una de las actividades antes mencionadas. Tercero, en un nivel tecnológico bajo, el agricultor abandona la plantación y no aplica ningún conocimiento o técnica para mejorar su rendimiento. (Midagri, 2003, p.25)

2.1.3. Factores que Determinan la Adopción de Tecnologías Agrícolas

Vicini (2011) enumera una serie de factores que inciden en la adopción de tecnologías por parte de los productores agrícolas: “el grado de instrucción, de la experiencia previa, de la localidad, del sistema de producción en que esté involucrado, del costo que tiene la innovación, su complejidad de aplicación, e inclusive (...) cuestiones culturales, políticas y religiosas” (p.10).

En los países en vías de desarrollo, Mwangi y Kariuki (2015) encuentran que, para diferentes especies de cultivos y contextos geográficos, un mismo factor puede influir de manera positiva, negativa o ambigua en la adopción tecnológica por parte de los pequeños agricultores. Además, mencionan que la clasificación de estos factores depende del criterio de los investigadores, aunque proponen cuatro grandes grupos que pueden desagregarse:

- Factores tecnológicos: incluyen las percepciones previas de los agricultores sobre el desempeño de las tecnologías.
- Factores económicos: abarcan el tamaño de la finca, la ganancia neta a partir de la adopción tecnológica, el costo de la adopción y los ingresos no agrícolas.
- Factores institucionales: engloban el pertenecer a un grupo social u organización comunitaria, el acceso a la información sobre tecnología, incluso mediante el uso de redes sociales, y el acceso a los servicios de extensión y crédito.
- Factores específicos del hogar: comprenden las características individuales del productor, como el nivel educativo, edad, género y tamaño del hogar.

2.2. Estudios Empíricos Internacionales y Nacionales

Existe literatura internacional y nacional que responde, a través del planteamiento de modelos empíricos, cuáles son los determinantes de la adopción tecnológica en la producción agrícola. A continuación, se presentan los principales hallazgos de seis investigaciones sobre el cacao y una sobre el café, los cuales se resumen en el Anexo 2.

Aneani *et al.* (2012) realizaron un análisis sobre la adopción de tecnologías por parte de los agricultores del cacao en seis distritos cacaoteros de Ghana: Nkawie, Goaso, Enchi, Oda, Twifo Praso/Assin Fosu y Hohoe. A razón de contar con muestras

homogéneas, se seleccionaron a 300 productores de una lista proporcionada por la empresa a la que pertenecen, la *Produce Buying Company (PBC)*. Y, en entrevistas a aquellos participantes en el 2006, se recopilaron datos que incluían información personal, prácticas de gestión agrícola, ingresos agrícolas, acceso a crédito, adopción de tecnología y las limitaciones para la producción del cacao.

El estudio tuvo como primer objetivo determinar la tasa de adopción de tecnologías recomendadas por el *Cocoa Research Institute of Ghana (CRIG)* entre los agricultores. Estas tecnologías incluyeron el control de las cápsides (que es la cubierta externa de los virus) con insecticidas, el control de la enfermedad de la vaina negra con fungicidas, el control manual de malezas con herbicidas, la siembra de variedades híbridas de cacao y la aplicación de fertilizantes. Según los autores, las tasas de adopción respectivas fueron del 10.3 %, 7.5 %, 3.7 %, 44 % y 33 %.

El segundo objetivo del estudio consistió en saber si las prácticas tecnológicas realizadas por parte de los cacaoteros estuvieron influenciadas por factores socioeconómicos. Para ello se emplearon modelos de regresión logit multinomial, cuyos resultados fueron los siguientes:

- Respecto a los adoptantes del control de las cápsides con insecticidas, se identifican modelos:
 - ❖ Primero, para los adoptantes parciales¹⁷, se observa que el control de las cápsides con insecticidas está positivamente influenciado por el tamaño de la finca de cacao en hectáreas y el rendimiento medido en kilogramos (cosechados de cacao) por hectáreas (del cultivo). Por otro lado, se encuentra una relación inversa, por ser agricultor inmigrante (de otro país, o procedente de un distrito distinto de donde se le entrevistó) y los años de existencia de la finca de cacao.
 - ❖ Segundo, para los adoptantes totales¹⁸, se evidencia una asociación directa entre el control de las cápsides con insecticidas y el tamaño de la finca de cacao en hectáreas, así como el rendimiento medido en kilogramos por hectáreas. Sin embargo, se registra una relación negativa con la condición de ser agricultor inmigrante.
- En lo que concierne a los adoptantes parciales y totales, se observa que la adopción del control manual de malezas con herbicidas está relacionada

¹⁷ Son los adoptantes que utilizan la tecnología de una a tres veces al año.

¹⁸ Son los adoptantes que utilizan la tecnología cuatro veces al año.

significativamente, de modo positivo, por el rendimiento medido en kilogramos por hectáreas. Por el contrario, se establece una asociación inversa entre la adopción de esta práctica y el género masculino del agricultor.

- En relación a los adoptantes de las variedades plantadas de cacao¹⁹, se identifican tres modelos.
 - ❖ Primero, para los adoptantes de la especie híbrida en lugar de la especie amelonada, se encuentran como determinantes significativos y directos el nivel educativo y el sexo masculino del agricultor. Por el contrario, se observa una asociación negativa con la edad del agricultor y los años de existencia de la finca de cacao.
 - ❖ Segundo, para los adoptantes de la especie amazónica en lugar de la especie amelonada, se destacan como determinantes significativos y positivos el nivel educativo del agricultor. Por otro lado, se registra una relación inversa con la edad del agricultor y los años de existencia de la finca de cacao.
 - ❖ Tercero, para los adoptantes de otras especies en lugar de la especie amelonada, únicamente se destaca como determinante significativo y directo la edad del agricultor.
- En cuanto a los adoptantes parciales y totales, la aplicación de fertilizantes de marca Hi-tech está significativamente influenciada de forma positiva por la edad del agricultor, el número de familiares adultos en el hogar y la cantidad de fincas de cacao en propiedad del agricultor. De modo negativo, se registra una asociación con el acceso al crédito.

En síntesis, Aneani *et al.* (2012) encuentran que ciertos factores socioeconómicos influyen en las decisiones de adopción tecnológica de los agricultores de cacao en los seis distritos estudiados en Ghana. Sin embargo, esta influencia varía según cada tecnología, y los autores reconocen su fracaso en la elaboración de un modelo econométrico para el control de la enfermedad de la vaina negra con fungicidas debido a que las variables explicativas resultaron estadísticamente insignificantes.

Por otro lado, Boahene *et al.* (1999) realizaron un estudio con el objetivo de hallar los determinantes de la adopción de cacao híbrido en Ghana, una innovación agrícola superior en producción y calidad en comparación a las especies amazónica

¹⁹ No explicita el tipo de adopción.

y amelonada. Por ello, entre 1992 y 1993, los autores crearon una base de datos entrevistando a 103 cacaoteros de los distritos productores de cacao más antiguos del país, Suhum y Nkawkaw, de los cuáles 50 habían adoptado el cacao híbrido y el resto no.

Para el fin de la investigación se emplearon modelos de regresión logit binario, y según el modelo 3, que representa mayor número de variables significativas, se encontró que la adopción tecnológica está influenciada de manera significativa y directa por varios factores. Estos incluyen las veces en que el productor recibió capacitación y/o asistencia técnica por parte de especialistas agrícolas, el acceso a un préstamo bancario, el grado educativo alcanzado por el agricultor, la mano de obra cooperativa²⁰ y no remunerada por hectárea, la mano de obra contratada y remunerada por hectárea, y el número de colegas del productor que han aplicado exitosamente la innovación en sus fincas. Por otro lado, de forma inversa, la edad del agricultor y el "término de interacción INT³", que multiplica la mano de obra cooperativa y no remunerada con el tamaño de las tierras de cultivo en hectáreas (no solo de cacao)²¹.

En tanto que, Torres y Rodríguez (2015) abordan la adopción de clones²² para la producción de cacao en el municipio de Rionegro, departamento colombiano de Santander, con el objetivo encontrar los determinantes de esta práctica tecnológica. Para ello, utilizaron un modelo de regresión logit con variables extraídas a través de la observación en fincas y entrevistas a 59 agricultores seleccionados al azar, todos pertenecientes al Programa de Transferencia de Tecnología de la Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao) y capacitados por las Escuelas de Cacaoteros (ECAs).

Los autores afirman que en el 2012, la adopción de clones fue afectada de modo significativo y positivo por el número de mano de obra contratada y remunerada,

²⁰ La mano de obra cooperativa se refiere a un acuerdo en el que, por ejemplo, los trabajadores de la finca A contribuyen con su trabajo en la finca B sin recibir salario, a cambio de que, posteriormente, los trabajadores de la finca B hagan lo mismo en la finca A.

²¹ La variable INT³ significativa y negativa quiere decir que los productores con tierras más pequeñas dependen más del trabajo cooperativo para adoptar innovaciones agrícolas, mientras que los agricultores con tierras más grandes dependen menos de este tipo de trabajo.

²² Refiere, según Torres y Rodríguez (2015), a un "tipo de cacao obtenido por multiplicación vegetativa de una sola planta por medio de estacas enraizadas o injertos" (p.11). Los autores analizan la adopción de clones junto a la implementación de prácticas de manejo agronómico, como la poda, la fertilización, el control de plagas y enfermedades, y gestión del suelo y el agua.

así como por el tamaño de los cultivos de cacao en hectáreas. En tanto que se observó una relación negativa y significativa con el precio del kilo del cacao en 2010, el número de mano de obra familiar y no remunerada, y el tamaño de los cultivos de cacao en hectáreas destinadas a la siembra de clones. Por el contrario, la edad del agricultor, sus años de experiencia en la producción del cacao, el precio del kilo del cacao en 2012 y el tamaño de la finca no fueron variables significativas.

Barrientos y Gómez (2017) estudian la adopción de tecnología para la producción de cacao en los municipios de Nilo y Yacopí, ambos en el departamento colombiano de Cundinamarca. El objetivo es indagar sobre el bajo incremento de la superficie y volumen de producción de cacao, a pesar de la implementación de tecnologías de renovación del cultivo, riego, compostaje, sombrero, fertilización, establecimiento del cultivo, buenas prácticas agrícolas, podas, manejo fitosanitario, manejo de malezas y poscosecha, que no han cumplido las expectativas de procurar un aumento de productividad. Con ese propósito, se utilizó un modelo descriptivo y explicativo, a partir de información cualitativa y cuantitativa que “se obtuvo de fuentes documentales, entrevistas con productores, líderes de organizaciones y técnicos de campo, así como de grupos focales con productores y sus líderes” (p.1) en el 2016.

Los autores clasificaron la adopción tecnológica en tres niveles: alta (más del 70 %), media (del 31 % al 70 %) y baja (del 0 al 30 %). En el municipio de Nilo, con una muestra de 25 cacaoteros, hubo un 68 % de adopción media y un 32 % de adopción baja. Mientras tanto, en el municipio de Yacopí, con una muestra de 40 cacaoteros, hubo un 12.5 % de adopción alta, un 75 % de adopción media y un 12.5 % de adopción baja. Entonces, en Nilo, se observó una menor adopción de tecnologías en comparación con Yacopí, donde la adopción fue más amplia. Aunque, en realidad, ambos municipios muestran un nivel de adopción bajo si solo se consideran las tecnologías complejas, excluyendo a las prácticas tradicionales como la poscosecha.

Tanto en Nilo como en Yacopí, Barrientos y Gómez (2017) destacan que hay un mayor uso de tecnologías que traen subsidios, ayudas o acompañamientos individuales. También, la dependencia económica a la agricultura del cacao y la presencia continua de un transferidor de tecnología como Fedecacao, organización que brinda capacitaciones y asesoramiento técnico, inciden en la adopción de tecnología. Además, los autores identifican que las principales limitaciones para acceder a las tecnologías son los altos costos de implementación, la dificultad de uso,

el largo tiempo de las innovaciones en dar efecto, los desaciertos en las recomendaciones que la dan al agricultor, la distancia a un centro urbano. Así como también los precios bajos y fluctuantes del cacao, que generan bajos ingresos económicos; y la escasez de mano de obra, ocasionada por la migración del campo a la ciudad y la reducción del tamaño de las familias.

Arahuanaza (2018) examina para los cultivos de cacao en Tamshiyacu, distrito de Fernando Lores, departamento peruano de Loreto, cuáles son los factores específicos que influyen en la adopción tecnológica, compuesta por la preparación de suelos, uso de clones, establecimiento de viveros, aplicación de fertilizantes, labores de injertación, y control de plagas y enfermedades. Con el objetivo de identificar cuáles son estos factores, se utiliza un modelo exploratorio, descriptivo y cualitativo de investigación, que incluye 30 entrevistas abiertas a cacaoteros (socios o beneficiarios de la empresa Cacao del Norte) y a productores de cultivos amazónicos tradicionales como la yuca, la piña, el pijuayo, el caimito, el umarí, la guaba y la castaña.

Así, se encontró que la tecnología se presentó en las fincas que sembraron cacao, exclusivamente o junto a otros cultivos tradicionales, y fue utilizada por dos tercios de la muestra, 20 agricultores; mientras que el tercio restante, los 10 agricultores no adoptantes, solo tenían cultivos tradicionales dentro de sus parcelas. Por otro lado, del segmento de los que innovaron con tecnología, un 75% fue motivado por el interés de mejorar los ingresos económicos; y el otro 25% por el cuidado del medio ambiente y por diversificar aspectos productivos. Asimismo, del segmento de los no adoptantes, es decir, de aquellos que conservaron sus cultivos tradicionales, el 100% fue motivado por el cuidado del medio ambiente (pues usan prácticas ya conocidas que son amigables con el ecosistema); por el mantenimiento de los cultivos establecidos durante décadas en la zona; y la no necesidad de comprar insumos en el proceso productivo.

Finalmente, el estudio reportó la percepción de los adoptantes sobre los beneficios de utilizar tecnologías. De los 20 encuestados, un 10 % indicó que los convierte en líderes en la adopción; otro 10 %, mencionó que aplican prácticas que favorecen el cuidado del medio ambiente; un 40 % destacó que adoptan innovaciones ya probadas, dependiendo de los resultados obtenidos por los colegas agricultores en sus predios; y, finalmente, un 40% dijo que la empresa que opera en el lugar, Cacao del Norte, garantiza un mercado, al comprar la producción a precios justos.

Ochavano (2020) aborda la adopción de tecnologías orgánicas por parte de los productores de cacao en el distrito de Irazola, ubicado en el departamento peruano de Ucayali. El objetivo es identificar los factores que influyen en el uso de prácticas como vivero, trasplante, material genético, preparación del terreno, diseño de plantación, distanciamiento de siembra, siembra con abono de fondo, injerto, poda, abonamiento, desmalezado, control de plagas y enfermedades, cosecha, postcosecha, así como su comercialización y estado de comercialización. Para ello, el autor utiliza un modelo de regresión logit binario, con una base de datos creada por medio de encuestas realizadas a 50 miembros de la Asociación de Cacaoteros Tecnificados de Padre Abad (Acatpa), de los cuales, 34 emplearon la tecnología orgánica.

De ese modo, se evidencia que la adopción de tecnología es afectada significativa y directamente por diversos factores, tales como los ingresos anuales por hectárea de cacao, participar en la mano de obra familiar, el costo de producción por hectárea de cacao, la motivación económica (intención de lograr mayores ingresos con la producción cacaotera), la motivación ecológica (consideración de que la tecnología no es dañina para el medio ambiente), y la presión institucional (obligación de adopción por parte de Acatpa). En contraposición, la existencia de otros ingresos provenientes de actividades económicas aparte de la agricultura del cacao afecta de manera negativa y significativa a esta adopción, ya que, a medida de que estos ingresos aumentan, la producción de cacao será menos atractiva para el agricultor. Sin embargo, al analizar los efectos marginales, se descubre que el principal impacto se debe a las variables económicas, es decir, a la motivación económica, a la mano de obra familiar y a la influencia de otros ingresos.

Desde una óptica distinta, Rodríguez del Aguila (2020) realiza un análisis del café en el contexto peruano, un bien que comparte similitudes con el cacao: en primer lugar, la locación de los cultivos; en segundo lugar, el aumento de la producción experimentado durante el auge agroexportador; y en tercer lugar, el rol que ambos desempeñan en la lucha contra el narcotráfico. El objetivo de la autora es hallar los factores determinantes que influyen en la adopción de tecnología por parte de los cafeteros a nivel nacional, en el marco de los esfuerzos de los productores por aumentar el volumen y calidad de exportación del café.

Así, utilizando variables extraídas de la ENA del 2018, realizada por el INEI, e indicando la viabilidad de utilizar tal base de datos con variables representativas, el estudio realiza una estadística descriptiva y afirma que la utilización de tecnologías,

es decir, abonos, fertilizantes, plaguicidas, control biológico y manejo integrado de plagas, está positivamente influenciada por el nivel de educación, la edad y el sexo del productor, el acceso al crédito, el número de miembros en edad de trabajar, la altitud de cultivo, la pertenencia del productor a una cooperativa o comité agropecuario, y la propiedad de la parcela. Por otro lado, el número de parcelas y la superficie cosechada inciden inciertamente.

Finalmente, Rodríguez del Aguila (2020) recomienda aplicar un modelo de recuento de Poisson al caso expuesto del cultivo del café, así como a otros cultivos permanentes²³ como el cacao. Esto se debe a que en el país hay limitadas investigaciones que cuenten con un enfoque económico que trate la afectación de factores exógenos sobre la adopción de tecnología en la agricultura.

A manera de resumen, todos los estudios internacionales y nacionales mencionados encuentran variables que determinan la adopción de tecnologías agrícolas mediante diferentes modelos empíricos. Cabe resaltar que tanto los factores exógenos como las tecnologías examinadas en cada investigación son distintos, a veces se incluyen más variables, otras menos. Esta variación también ha sido identificada en el criterio de clasificación de los factores exógenos y las tecnologías.

En los casos de Rionegro, Colombia, y Tamshiyacu, Perú, las variables influyentes pueden asociarse únicamente a factores económicos; mientras que, en Suhum y Nkawkaw, en Ghana, así como en Nilo y Yacopí en Colombia, e Irazola en Perú, las variables económicas son predominantes, pero no únicas. La situación es diferente en Nkawie, Goaso, Enchi, Oda, Twifo Praso/Assin Fosu y Hohoe, distritos de Ghana, donde los factores de afectación significativa son de diversa índole. De igual forma, se observa este patrón en el caso del café peruano, que brinda un resultado referencial para el presente estudio, ya que en el país el mercado del café es similar al del cacao (Rodríguez del Aguila, 2020).

²³ Los cultivos permanentes están compuestos por plantas que producen cosechas durante varios años sin necesidad de replantarse.

3. Marco Teórico

Este capítulo presenta el marco teórico sobre el cual se basa la investigación, que consiste en el planteamiento de un modelo teórico sobre la adopción de tecnologías agrícolas. A continuación, se proponen hipótesis derivadas de tal modelo, respecto a cómo factores exógenos se relacionan con la decisión de adopción tecnológica en la producción del cacao.

3.1. Modelo Teórico sobre la Adopción de Tecnologías Agrícolas

La adopción tecnológica, según Rogers (2003), no es un suceso instantáneo, sino que implica una cadena causal de cinco fases recogidas en el Proceso de Decisión de Innovación, o *Innovation-Decision Process* en inglés. Este modelo ha demostrado flexibilidad, pues ha sido utilizado por el autor para explicar la adopción en distintos contextos, incluido el agrícola. En el caso específico de la producción del cacao, estas cinco etapas pueden ser adaptadas de la siguiente manera:

- **Conocimiento (*Knowledge*):** Este proceso empieza cuando el agricultor toma conocimiento de la existencia y el funcionamiento de la innovación tecnológica. Sin embargo, dado que este es el primer contacto con la información, esta es incompleta.
- **Persuasión (*Persuasion*):** En esta etapa, el agricultor interesado busca detalles adicionales, es decir, más información sobre la innovación tecnológica.
- **Decisión (*Decision*):** Basándose en la información recolectada, el agricultor realiza un análisis microeconómico para estimar los beneficios del uso de la tecnología. Con base en esto, decide si aceptar o rechazar la innovación. En caso opte por rechazarla, las fases posteriores no se llevarán a cabo.
- **Implementación (*Implementation*):** Si acepta la innovación tecnológica, el agricultor la integra dentro de las actividades cotidianas de la unidad agropecuaria.
- **Confirmación (*Confirmation*):** En esta última etapa, el agricultor evalúa la efectividad del uso de la innovación tecnológica y decide si continuar utilizándola o no.

Ahora, interesa explicar cómo los productores perciben los beneficios, específicamente durante la fase de decisión. Para hacerlo posible se modificará el *Conventional Technology Adoption Model*, traducido como Modelo Convencional de

Adopción Tecnológica, elaborado por Zepeda y Castillo (1997) en base a los planteamientos de Domencich y McFadden (1975).

Para maximizar el valor presente del beneficio esperado π , que implica el empleo de la j -ésima tecnología, mostrado en la ecuación (1), el i -ésimo productor debe, en primer lugar, encontrar la combinación óptima de insumos, representados por el vector X , que dependen de la j -ésima tecnología T adoptada. En segundo lugar, una vez que el productor define su demanda de insumos, obtiene la producción óptima desde una función F que depende de X , T y las variables φ_1 y φ_2 .

$$\pi_j = P_y \cdot F(X, T_j; \varphi_1, \varphi_2) - P_x \cdot X - CF \quad (1)$$

Para ser más precisos, φ_1 englobará a factores tecnológicos, económicos e institucionales, mientras que φ_2 abarcará los factores específicos del hogar. Ambas variables inciden en la decisión de los productores, quienes, además, son tomadores de precios en cuanto a P_y , el vector de los precios de los productos (*output*), y P_x , el vector de los precios de los insumos (*inputs*). Además, asumen un costo fijo CF , que contiene el pago de servicios básicos como agua y luz, la retribución a la mano de obra permanente, la depreciación y mantenimiento de activos fijos como máquinas y equipos, así como los gastos por primas de seguro y arrendamiento

Al resolver, la combinación óptima de insumos y la producción óptima se reemplazan en la ecuación (1) de tal manera que se obtenga el beneficio de la j -ésima tecnología para el i -ésimo productor π_{ij} , mostrada en la ecuación (2). Esta función reducida se compone de un beneficio indirecto que depende de P_{yi} , P_{xi} , φ_{1i} , φ_{2i} y CF , es decir, del precio del bien final, del precio de los insumos, de los factores tecnológicos, económicos, institucionales y específicos del hogar, y del costo fijo; todas variables exógenas a las que se añade ε_{ij} , un componente no observado.

$$\pi_{ij} = \pi_j(P_{yi}, P_{xi}, \varphi_{1i}, \varphi_{2i}, CF) + \varepsilon_{ij} \quad (2)$$

Es importante señalar que P_{yi} puede ser descrito desde una perspectiva diferente, como una variable que refiere a la expectativa de los productores sobre cuál será el precio de venta para el cultivo cosechado. Un pronóstico formado a partir de los precios del bien agrícola en períodos anteriores. Además, existe la posibilidad de poder ajustar, cada cierto tiempo, este precio esperado en función de los errores cometidos en las predicciones (Nerlove, 1956).

En ese sentido, como se observa en (3), es posible realizar una estática comparativa que analice, respecto al beneficio, los efectos que serían ocasionados por cambios en las variables exógenas.

$$\frac{\partial \pi_{ij}}{\partial P_{yi}} > 0, \frac{\partial \pi_{ij}}{\partial P_{xi}} < 0, \frac{\partial \pi_{ij}}{\partial \varphi_{1i}} \leq 0, \frac{\partial \pi_{ij}}{\partial \varphi_{2i}} \leq 0, \frac{\partial \pi_{ij}}{\partial CF} < 0 \quad (3)$$

Se espera que los beneficios π_{ij} tengan una relación directa con los precios del bien final P_{yi} , una relación inversa con los precios de los insumos P_{xi} y el costo fijo CF, y una relación ambigua con los factores φ_{1i} y φ_{2i} . En el siguiente subcapítulo, el estudio propone unas hipótesis sobre cómo un grupo de factores exógenos afectarían a los beneficios y, por ende, a la decisión de adopción tecnológica en la producción de cacao.

Entonces, se presentan dos posibles elecciones, el i -ésimo productor puede adoptar la tecnología j o, por el contrario, la tecnología $K = 1, \dots, m - 1$. Por lo tanto, se distingue entre dos beneficios: el que se obtiene de la j -ésima tecnología y el obtenido de la k -ésima tecnología, π_{ij} y π_{ik} , respectivamente. De acuerdo con ello, en la ecuación (4) se establece a P_{ij} como la probabilidad P de que el i -ésimo productor elija a la j -ésima tecnología, lo que ocurre si el π_{ij} supera al π_{ik} ; ambos afectados por el operador de esperanza matemática E , que indica cuál es el beneficio esperado por el productor.

$$P_{ij} = P[E(\pi_{ij}) \geq E(\pi_{ik}); k \neq j, k = 1, 2, \dots, m] \quad (4)$$

Operando en la ecuación (5), P_{ij} ocurrirá si la diferencia entre el componente no observado de π_{ik} y el componente no observado de π_{ij} resulta menor o igual que la diferencia entre las funciones del beneficio indirecto esperado de la j -ésima y de la k -ésima tecnologías.

$$P_{ij} = \{\varepsilon_{ik} - \varepsilon_{ij} \leq E[\pi_j(P_{yi}, P_{xi}, \varphi_{1i}, \varphi_{2i}, CF)] - E[\pi_k(P_{yi}, P_{xi}, \varphi_{1i}, \varphi_{2i}, CF)]\} \quad (5)$$

3.2. Hipótesis

Una vez planteado el modelo teórico, surge la pregunta central que guía esta investigación: ¿cuáles son los factores que motivan a los agricultores a adoptar tecnologías para producir cacao? Para responder a esta interrogante, y de acuerdo al beneficio percibido por los productores, representado en el Modelo Convencional de Adopción Tecnológica, el estudio considera que las características de la unidad agropecuaria, los servicios de extensión agraria, la asociatividad y los servicios

financieros se encuentran en la variable φ_1 . Las características del productor agropecuario figuran en la variable φ_2 y el precio de venta por kilogramo de cacao en la variable P_y . Adicionalmente, no incluido en el modelo de producción, se añade el año en el que se tomó la encuesta.

En lo que respecta a las características de la unidad agropecuaria (φ_1), pertenecer a la costa afectaría la decisión de adopción en forma positiva. Esto se debe a que esta región alberga las ciudades más grandes del país, con mercados más desarrollados y mayor acceso a la tecnología en comparación con la sierra y selva. Además, la superficie de cacao cosechado influiría directamente en la decisión de adopción, ya que un mayor número de hectáreas brinda a los productores mayores posibilidades de ensayar las tecnologías en un espacio reducido y delimitado para luego aplicarlas a una escala mayor o total. Por último, ser propietario de la parcela también tendría un impacto positivo en la decisión de adopción, ya que los dueños tienen un poder directo en la toma de decisiones.

En relación con los servicios de extensión agraria (φ_1), recibir capacitación y asistencia técnica tendría un impacto directo, ya que las enseñanzas tecnológicas tanto teóricas como prácticas son un estímulo al uso de tecnologías.

En cuanto a la asociatividad (φ_1), pertenecer a una cooperativa y/o comité de productores agropecuarios influiría en la decisión de adopción en forma positiva por dos razones principales. Por un lado, los agricultores en una misma organización pueden intercambiar información, experiencias y opiniones, lo que les permite ir aprendiendo en conjunto unos de otros sobre cómo aprovechar las tecnologías. Por otro lado, una organización de este tipo puede funcionar como intermediaria de empresas o programas estatales, para facilitarle a los productores adquirir tecnologías y/o ser asesorados.

Respecto a los servicios financieros (φ_1), solicitar un crédito tendría un impacto directo, ya que un préstamo ofrece la liquidez necesaria para la compra de los bienes tecnológicos.

Sobre los factores específicos del hogar (φ_2), un mayor nivel educativo influiría positivamente en la decisión de adopción, ya que la educación proporciona herramientas para realizar un análisis más objetivo de las ventajas tecnológicas. Por otro lado, el efecto de la edad sería ambiguo: mientras mayor sea un productor, es más probable que se muestre reacio a la innovación debido a limitaciones físicas, pero

también puede hacer un esfuerzo de adopción en línea con la experiencia agrícola acumulada con el tiempo. Además, ser del sexo masculino tendría un efecto positivo, dado que, en un entorno conservador, las mujeres han tenido menos acceso a las oportunidades del mercado. Asimismo, que el productor cacaotero realice otras actividades aparte de la agropecuaria para obtener ingresos tendría un efecto ambiguo. Por un lado, aumentando la solvencia económica para adquirir bienes tecnológicos, pero, por otro lado, demostrando que el cultivo de cacao participa mínimamente en el ingreso familiar, con lo cual no habría incentivo para adoptar los componentes tecnológicos.

En lo que concierne al precio de venta por kilogramo del cacao (P_y), este afectaría a la decisión de adopción en forma positiva. A mayores precios en el mercado, los cacaoteros obtendrían mayores beneficios, lo que aumentaría su solvencia económica para la adquisición de bienes tecnológicos.

Finalmente, en cuanto al año en que se tomó la encuesta, encontrarse en el 2018 y, con más razón, en el 2019, influiría directamente en la decisión de adopción en contraste con el 2017. Esto se debe a que el aumento anual de la producción peruana de cacao podría atribuirse al mayor uso de los componentes de la tecnología.

4. Metodología

En este capítulo se expone la metodología utilizada en la investigación. Para ello, se presentan las fuentes de datos y se define cuál será el análisis econométrico que se realizará.

4.1. Fuentes de Datos

Para abordar la pregunta de investigación, se dispone de la Encuesta Nacional Agropecuaria de 2017, 2018 y 2019, abreviada como ENA. Esta fue realizada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) en los veinticuatro departamentos del Perú, que cuenta con el propósito de:

Disponer de información estadística que permita caracterizar a las pequeñas, medianas y grandes unidades agropecuarias del país. Además de generar información para la construcción de indicadores del sector agropecuario, en el marco del Presupuesto por Resultados, que permitan evaluar de forma continua la evolución de dichos indicadores y contribuir al diseño y orientación de políticas públicas para el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, en especial de los pequeños y medianos productores agropecuarios. (INEI, 2017, 2018, 2019a)

Para alcanzar estos objetivos, se preparó a encuestadores que acudieron a las unidades agropecuarias para llevar a cabo un método de entrevistas directas con los entrevistados, que debían ser mayores de 18 años, ya sea el productor agropecuario o algún encargado de la unidad agropecuaria, como familiares del productor. En cuanto a las muestras de 2017, 2018 y 2019, se seleccionaron unidades agropecuarias representativas, las cuales se subdividieron en dos grupos: “pequeñas y medianas”, y “grandes”. Como se observa en la Tabla 13, las pequeñas y medianas unidades agropecuarias, que se organizan de acuerdo a la región natural a la que pertenecen, cuentan con más observaciones en la sierra, y menos observaciones en la selva.

Tabla 13.

Unidades Agropecuarias Representativas en la ENA 2017, ENA 2018 y ENA 2019

Productores peruanos						
Unidades agropecuarias (U.A.)	ENA 2017		ENA 2018		ENA 2019	
	Número	%	Número	%	Número	%
Total de U.A.	30,755	100	30,806	100	30,806	100
Pequeñas y medianas	29,218	95.00	29,218	94.84	29,218	94.85
Costa	5,992	19.48	5,992	19.45	5,992	19.45
Sierra	17,108	55.63	17,108	55.53	17,094	55.49
Selva	6,118	19.89	6,118	19.86	6,132	19.91
Grandes	1,537	5.00	1,588	5.16	1,588	5.15

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

El INEI ordena la información recolectada de las entrevistas con cada productor agropecuario, conductor de una unidad agropecuaria, y la clasifica en secciones. Así, por cada sección, la información es almacenada en una base de datos dta, la cual es una extensión de archivo binario que representa un conjunto ordenado de valores de datos. Estos datos se utilizan para realizar operaciones econométricas, logísticas, estadísticas y/o analíticas en el software Stata. A continuación, se enumeran las 23 secciones de la encuesta.

1. Características de la unidad agropecuaria
2. Superficie cosechada, sembrada, producción y destino de los cultivos cosechados
3. Producción de pastos por corte y pastoreo
4. Pérdida total de producción o superficie sembrada
5. Producción y destino de los cultivos cosechados
6. Derivados agrícolas de los cultivos cosechados
7. Subproductos agrícolas de los cultivos cosechados

8. Costos de producción de los cultivos cosechados
9. Buenas prácticas agrícolas
10. Producción pecuaria
11. Subproductos pecuarios
12. Derivados pecuarios
13. Buenas prácticas pecuarias
14. Inocuidad agroalimentaria
15. Servicios de extensión agraria
16. Asociatividad
17. Servicios financieros
18. Costos de producción de la actividad agropecuaria
19. Características del productor/a agropecuario/a y su familia
20. Características de la unidad agropecuaria al día de la entrevista
21. Cultivos instalados o sembrados
22. Usos de la tierra
23. Existencia de ganado, aves y otros animales

La ENA de 2017, 2018 y 2019 son las más recientes y están enfocadas especialmente en el sector agropecuario. Por lo tanto, de estas encuestas se seleccionarán las variables a incluir en los modelos de regresión. Así, para las variables dependientes, se considerará a algunas de las clasificadas en la sección buenas prácticas agrícolas, divididas en los siguientes cuatro grandes grupos (INEI, 2019b, p.13):

- Prácticas para minimizar la degradación, como realizar análisis de suelos, mezclar la tierra con materia orgánica (rastros, estiércol, compost, humus, entre otros), rotar los cultivos para proteger el suelo y construir terrazas, zanjas de infiltración o rehabilitación de andenes.
- Prácticas para la labranza de la tierra, como arar o voltear la tierra, desterronarla o desmenuzarla, nivelar el campo o terreno y realizar surcos en contorno a la pendiente.
- Prácticas de riego, como determinar, antes de que inicie la campaña agrícola, la cantidad de agua que necesita el cultivo y el tiempo que se debe regar, medir la cantidad de agua que ingresa a la parcela (con equipos o método empírico), realizar el mantenimiento de su sistema de riego y llevar a cabo el análisis del agua.

- Prácticas con insumos agrícolas, como usar abonos, fertilizantes, plaguicidas (insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, bactericidas, nematocidas, rodenticidas, molusquicidas, etc), aplicar control biológico y manejo integrado de plagas.

Las prácticas relacionadas con insumos agrícolas relevantes para el estudio abarcan técnicas de innovación tanto químicas como orgánicas que están destinadas a lograr una mayor producción y calidad de cultivos. Estas tecnologías son las mismas propuestas por Rodríguez del Aguila (2020) para el caso del café. Para una comprensión más detallada, las prácticas con insumos agrícolas se definen de la siguiente manera (INEI, 2019c, p.137-139):

- Los abonos orgánicos son sustancias que contienen uno o más de los elementos esenciales para la fertilidad del suelo y nutrición de las plantas, como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, cobre, zinc, entre otros. Un ejemplo de este tipo de abono es el estiércol de animales.
- Los fertilizantes, sustancias químicas de origen mineral, son producidos por la industria química o extraídos de yacimientos naturales de fosfato y potasio. Un ejemplo común es la urea.
- Los plaguicidas, ya sean sustancias químicas (inorgánicas) o biológicas (orgánicas), se utilizan para eliminar, repeler, atraer, regular o interrumpir el crecimiento de organismos considerados plagas, como insectos, ácaros, nematodos, malezas, microorganismos y vertebrados.
- El control biológico²⁴ es una práctica que consiste en reprimir plagas mediante el uso de sus enemigos naturales, como predadores, parásitos y/o agentes patógenos específicos, lo que resulta en la eliminación de las mismas.
- El manejo integrado de plagas es una práctica que emplea más de un método de control con la finalidad de mantener a las poblaciones de plagas de un cultivo determinado dentro de niveles que no causen daños económicos al productor. Este enfoque utiliza los métodos disponibles nombrados a continuación.
 - ❖ Control mecánico: se refiere a las técnicas más antiguas y simples para combatir insectos. Estas técnicas consisten en la remoción y destrucción de los insectos y partes infestadas de las plantas.

²⁴ El control biológico es descartado de los análisis de la tesis debido a la poca cantidad de observaciones disponibles en la ENA, la base de datos trabajada. Esta decisión es justificada en el Anexo 4.

- ❖ Control físico: consiste en el uso de agentes físicos como la temperatura, humedad, insolación, fotoperiodismo y radiaciones electromagnéticas, en niveles que resulten letales para los insectos.
- ❖ Control cultural: utiliza prácticas agrícolas ordinarias o modificaciones de ellas para prevenir ataques de insectos, como incorporar rastrojos al suelo y podar las ramas que presenten plagas.
- ❖ Control etológico: emplea métodos de represión que aprovechan las reacciones del comportamiento de los insectos, por ejemplo, el uso de feromonas para atraerlos y trampas de luz.
- ❖ Control genético: alude al uso de mecanismos genéticos o hereditarios para controlar plagas, por ejemplo, las hibridaciones estériles.
- ❖ Control legal: se basa en las disposiciones legales que da el gobierno con la finalidad de impedir el ingreso o propagación de plagas y enfermedades en el país. Algunos ejemplos son las medidas de cuarentena, inspección, erradicación, reglamentación de cultivos, y de uso y comercio de pesticidas.

La selección de prácticas basadas en insumos agrícolas se justifica porque representan una inversión directa y significativa para los agricultores, lo que permite analizar económicamente su impacto en la eficiencia productiva y los beneficios para las unidades agropecuarias en el corto plazo. Aunque prácticas como la conservación del suelo, la labranza y el manejo de riego también son esenciales para la sostenibilidad de las unidades agropecuarias, su análisis implica considerar actividades laborales distintas y costes de maquinaria, lo cual excede el alcance de este estudio.

Así, en la Tabla 14, las variables seleccionadas (Y_i) toman los valores “Sí” y “No”, con los números asignados “1” y “0”, respectivamente, lo que hace referencia a variables dummy o binarias. Mientras que, la variable paquete tecnológico cuantifica la cantidad de buenas prácticas agrícolas con insumos que aplica el productor, con valores que van desde 0 hasta 4, lo que la convierte en una variable cuantitativa.

Tabla 14.

Variables Dependientes (Y_i) de los Modelos Econométricos

Clasificación de las variables	Nombre de la variable	Descripción de la variable	Naturaleza de la variable
Buenas prácticas agrícolas	Abonos	¿Usted aplica la práctica agrícola de usar abonos? Sí=1, No=0	Binaria
	Fertilizantes	¿Usted aplica la práctica agrícola de usar fertilizantes? Sí=1, No=0	Binaria
	Plaguicidas	¿Usted aplica la práctica agrícola de usar alguno(s) de los siguientes plaguicidas: insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, bactericidas, nematocidas, rodenticidas, molusquicidas, etc? Sí=1, No=0	Binaria
	Manejo integrado de plagas	¿Usted aplica la práctica agrícola del manejo integrado de plagas? Sí=1, No=0	Binaria
	Paquete tecnológico	¿Cuántas buenas prácticas agrícolas aplica usted respecto al uso de abonos, fertilizantes, plaguicidas y manejo integrado de plagas? 0 Ninguna 1 Una 2 Dos 3 Tres 4 Cuatro	Cuantitativa

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Por otro lado, en la Tabla 15 se consideran una serie de variables independientes (X_i) clasificadas como año de la encuesta, las características de la unidad agropecuaria (ϕ_1), el precio de los cultivos cosechados (P_y), servicios de

extensión agraria (φ_1), la asociatividad (φ_1), los servicios financieros (φ_1), y las características del productor agropecuario (φ_2).



Tabla 15.

Variables Independientes (X_i) de los Modelos Económicos

Clasificación y nomenclatura de las variables	Nombre de la variable	Descripción de la variable	Naturaleza de la variable
Año de la encuesta	Año	0 Año 2017 (variable base) 1 Año 2018 2 Año 2019	Catagórica
Características de la unidad agropecuaria (φ_1)	Región natural	0 Costa (variable base) 1 Sierra 2 Selva	Catagórica
	Superficie de los cultivos	¿Cuál fue la superficie total de los cultivos de cacao cosechados, en hectáreas?	Cuantitativa
	Propiedad de las parcelas	¿La empresa/usted es propietario de al menos una de las parcelas en la unidad agropecuaria? Sí=1, No=0	Binaria
Precio de los cultivos cosechados (p_y)	Precio de venta	¿Cuál fue el precio de venta por kilogramo del cacao producido, en soles?	Cuantitativa
Servicios de extensión agraria (φ_1)	Capacitación y asistencia técnica	¿En los últimos 3 años, cuántos servicios de extensión agraria ha recibido el personal de la empresa/usted? 0 Ninguno 1 Uno, capacitación o asistencia técnica 2 Dos, capacitación y asistencia técnica	Cuantitativa
Asociatividad (φ_1)	Pertenencia a organización agropecuaria	¿Usted pertenece a alguna asociación cooperativa y/o comité de productores agropecuarios? Sí=1, No=0	Binaria
Servicios financieros (φ_1)	Solicitud de crédito	¿La empresa/usted solicitó algún crédito en los últimos 12 meses? Sí=1, No=0	Binaria
	Sexo	Hombre=1, Mujer=0	Binaria
	Edad	¿Qué edad tiene en años cumplidos?	Cuantitativa

Características del productor agropecuario (φ_2)	Nivel educativo	¿Cuál es el nivel educativo alcanzado? 0 Sin nivel (variable base) 1 Educación primaria 2 Educación secundaria 3 Educación superior	Categórica
	Otras actividades generadoras de ingresos	¿Usualmente, durante el año, además de trabajar en sus parcelas o chacras o en la crianza de sus animales, realiza otra actividad para conseguir ingresos? Sí=1, No=0	Binaria

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Se deben mencionar algunas limitaciones que las encuestas presentan. Una de ellas es la falta de preguntas relacionadas con la adopción de tecnologías comúnmente mencionadas en la literatura nacional e internacional, como los clones o la siembra de variedades híbridas de cacao, lo que deriva de clasificar a las especies de cacao con las que trabajan los agricultores. Además, hubiese sido deseable que se señale la regularidad con la que los productores aplican una misma tecnología a lo largo del tiempo, para que de ese modo se pueda realizar una diferenciación entre adoptantes totales y adoptantes parciales²⁵. También habría sido beneficioso incluir preguntas sobre la procedencia de los agricultores, ya sea oriunda o por medio de inmigración, los precios históricos del cacao por kilogramo y los indicadores de solvencia económica, que expliquen de donde provienen sus ingresos monetarios. Adicionalmente, hubiera sido provechoso conocer los índices de motivación ecológica, como el interés a la protección del entorno y el medio ambiente.

²⁵ Tal como realizaron Aneani *et al.* (2012), en un estudio que se presenta en el subcapítulo 3.2., en el que la adopción total se define como una implementación tecnológica de cuatro veces al año; mientras que la adopción parcial se refiere a una frecuencia de una a tres veces al año.

Otra limitación significativa fue el elevado número de valores perdidos que se encontraron en la ENA. Estos valores, conocidos en inglés como *missing values*, impidieron incluir factores explicativos que están incompletos en las observaciones, como el destino de venta del cacao, ya sea a un acopiador, comerciante mayorista, comerciante minorista, asociación o cooperativa, empresa o agroindustria, o un consumidor final. Así como también el acceso a información sobre el precio del kilo del cacao, el precio de los insumos agropecuarios, la demanda del producto en el mercado, las técnicas de manejo de cultivos, el clima y la prevención de daños a las plantaciones, entre otros. Por último, se encontraron valores perdidos en variables sobre quién o qué entidad pública o privada brindó capacitación, asistencia técnica y créditos a los productores de cacao, además de los servicios efectivos y potenciales que adquiere el productor por ser miembro de una asociación, cooperativa y/o comité agropecuario.

4.2. Análisis Econométrico

En este subcapítulo se presenta tanto la explicación conceptual como la formulación matemática de los modelos de regresión Probit y de recuento de Poisson, junto con las pruebas respectivas de significancia y de bondad de ajuste.

4.2.1. Modelos Econométricos Probit

El estudio propone la utilización de modelos probit binarios, los cuales son solo aplicables para factores dependientes dicotómicos, es decir, aquellos que toman los valores de 1 si se adoptan o 0 si no se adoptan (Greene, 2018). En tal sentido, al utilizar como variables endógenas a cada buena práctica agrícola, las cuatro regresiones por cada año de encuesta y la regresión para el período de tres años se expresarán mediante la nomenclatura de la ecuación (6). En ella, X_i son las variables independientes binarias, categóricas o cuantitativas de la variable dependiente Y , mientras que F representa a la función de probabilidad normal acumulada con el valor del modelo probabilístico:

$$\Pr(Y = 1|X) = F(\alpha_0 + \beta X) \quad (6)$$

En detalle, las variables explicativas X_i son el año de la encuesta, las características de la unidad agropecuaria (φ_{1i}), el precio de los cultivos cosechados (P_{yi}), los servicios de extensión agraria (φ_{1i}), la asociatividad (φ_{1i}), los servicios financieros (φ_{1i}) y las características del productor agropecuario (φ_{2i}). Así, los

modelos de regresión probit se plantean como en (7), pero con la aclaración de que el factor exógeno año solo será utilizado para el trienio del 2017-2019:

$$\Pr[Y=1 | X] = F[\alpha_0 + \beta_1(\text{año})_{1i} + \beta_2(\text{región natural})_{2i} + \beta_3(\text{superficie de los cultivos})_{3i} + \beta_4(\text{propiedad de las parcelas})_{4i} + \beta_5(\text{precio de venta})_{5i} + \beta_6(\text{capacitación y asistencia técnica})_{6i} + \beta_7(\text{pertenencia a organización agropecuaria})_{7i} + \beta_8(\text{solicitud de crédito})_{8i} + \beta_9(\text{sexo})_{9i} + \beta_{10}(\text{edad})_{10i} + \beta_{11}(\text{nivel educativo})_{11i} + \beta_{12}(\text{otras actividades generadoras de ingresos})_{12i}] \quad (7)$$

Cabe resaltar que, en los modelos probit, los coeficientes revelan el efecto del cambio en cada variable independiente X_i sobre el logaritmo de la probabilidad de que el evento de interés Y suceda, y se identifica si estos efectos son positivos o negativos. Sin embargo, dichos coeficientes no ofrecen una interpretación sobre la magnitud del impacto en probabilidades concretas. Por ello, será necesario emplear los efectos marginales, los cuales proporcionan una estimación precisa del cambio en la probabilidad de Y ante variaciones en las variables explicativas (Greene, 2018).

4.2.2. Modelos Econométricos de Recuento de Poisson

Con el objetivo de ampliar la perspectiva del estudio, se diseñarán modelos de recuento de Poisson, los cuales fueron propuestos originalmente por Rodríguez del Aguila (2020) para explicar el uso de tecnología en la producción de café peruano, y que a su vez se basan en el trabajo de Ramírez y Schultz (2000). Este método de regresión, descrito en (8), predice el nivel esperado de adopción, con la ventaja de utilizar solo variables dependientes cuantitativas. En esta ocasión, la variable será el paquete tecnológico; dados los valores tomados por las variables independientes X_i , lo cual incluye el año de la encuesta, las características de la unidad agropecuaria (φ_{1i}), el precio de los cultivos cosechados (P_{yi}), los servicios de extensión agraria (φ_{1i}), la asociatividad (φ_{1i}), los servicios financieros (φ_{1i}), y las características del productor agropecuario (φ_{2i}).

$$E[Y_i] = \exp[\beta_j X_{ji}] C_j \quad (j = 1, \dots, k) \quad (i = 1, \dots, n) \quad (8)$$

Donde:

- $E[Y_i]$: valor esperado de la variable endógena para la i -ésima observación.
- β_j : vector de 1 por k de parámetros
- X_{ji} : vector k por 1 con valores de las k variables explicativas para la i -ésima observación.

- C_j : constante que representa el producto de los términos exponenciales restantes.

Al detallar cada variable independiente, los modelos de recuento de Poisson se plantean como en (9), pero teniendo en cuenta que el factor exógeno año solo será utilizado para el trienio del 2017-2019.

$$\begin{aligned}
 [Y_i = 0, 1, 2, 3, 4|X] = & \exp^{\beta_1(\text{año})_{1i}} \times \exp^{\beta_2(\text{región natural})_{2i}} \times \\
 & \exp^{\beta_3(\text{superficie de los cultivos})_{3i}} \times \exp^{\beta_4(\text{propiedad de las parcelas})_{4i}} \times \\
 & \exp^{\beta_5(\text{precio de venta})_{5i}} \times \exp^{\beta_6(\text{capacitación y asistencia técnica})_{6i}} \times \\
 & \exp^{\beta_7(\text{pertenencia a asociación agropecuaria})_{7i}} \times \exp^{\beta_8(\text{solicitud de crédito})_{8i}} \times \\
 & \exp^{\beta_9(\text{sexo})_{9i}} \times \exp^{\beta_{10}(\text{edad})_{10i}} \times \exp^{\beta_{11}(\text{nivel educativo})_{11i}} \times \\
 & \exp^{\beta_{12}(\text{otras actividades generadoras de ingresos})_{12i}}
 \end{aligned} \tag{9}$$

En el caso de las regresiones de recuento de Poisson, los coeficientes indican el cambio en el logaritmo de la tasa esperada de la variable dependiente por cada unidad de cambio en la variable independiente. Dado que esta representación logarítmica puede complicar la interpretación directa de los coeficientes, se calcularán los efectos marginales para facilitar una comprensión más clara. Estos efectos traducen los cambios logarítmicos a una medida más intuitiva, proporcionando una estimación del cambio promedio en la variable Y^{26} en respuesta a cambios unitarios en las variables explicativas (Greene, 2018).

4.2.3. Pruebas de Significancia y Bondad de Ajuste de los Modelos Económicos

Para los modelos probit y de recuento de Poisson, se observarán los p-values mediante la utilización de pruebas de significancia individual, cuyos valores estadísticos calculados permitirán aceptar o rechazar hipótesis nulas (Wooldridge, 2002). Es importante aclarar que los porcentajes de los p-values son estimados por los lenguajes econométricos de programación en computadora, en esta tesis, Stata.

En este caso, la hipótesis nula, representada en (10), es que la variable independiente X_i no es explicativa.

$$H_0: \beta = 0 \tag{10}$$

Mientras que la hipótesis alternativa, representada en (11), es que la variable independiente X_i es explicativa.

²⁶ En el modelo de recuento de Poisson, estos cambios se ven reflejados en la tasa esperada de adopción de tecnologías, que se interpreta como el número promedio de tecnologías que se espera utilice un productor de cacao. Esta tasa esperada es calculada por los lenguajes econométricos de programación (en este caso, Stata), para cada agricultor, de acuerdo al conjunto específico de valores de las variables independientes.

$$H_1: \beta \neq 0 \quad (11)$$

La guía para determinar si se acepta o rechaza a las hipótesis de significancia consiste en establecer rangos para los p-values:

Si $p\text{-value} > 0.10$, el parámetro no es significativo; si $0.10 \geq p\text{-value} > 0.05$, el parámetro es significativo al 10 %; si $0.05 \geq p\text{-value} > 0.01$, el parámetro es significativo al 5 %; si $p\text{-value} \leq 0.01$, el parámetro es significativo al 1 %.

Se debe tener en cuenta que el hecho de encontrar parámetros significativos no confirma que exista una relación directa de causa y efecto entre las variables explicativas y la variable dependiente. En otras palabras, no se cuenta con la completa certeza de que los factores independientes propuestos sean determinantes en la adopción de buenas prácticas agrícolas, ya que existe una posibilidad de que variables de confusión o terceras variables no incluidas distorsionen las regresiones econométricas debido a problemas de correlación. No obstante, sí se puede asegurar que entre las variables explicativas y variables dependientes hay una relación de influencia (Wooldridge, 2022).

Complementando las pruebas de significancia individual, se utilizará el test del estadístico F, que sirve para evaluar la significancia conjunta de las variables explicativas de un modelo de regresión (Greene, 2018). De esta forma, la hipótesis nula, tal como se indica en (12), establece que la suma de los betas sea 0.

$$H_0: \sum \beta = 0 \quad (12)$$

Mientras que la hipótesis alternativa, indicada en (13), indica que la suma sea diferente de 0.

$$H_1: \sum \beta \neq 0 \quad (13)$$

El programa Stata calcula un valor F, cuyo p-value se compara habitualmente con el nivel alfa 0.05. Es decir, si el p-value es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula, lo que significa que el conjunto de variables independientes predice de modo confiable a la variable dependiente; de lo contrario, si el p-value es mayor a 0.05, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa.

Como medida de bondad de ajuste, se utilizará el pseudo R^2 , un indicador que refleja la proporción de la varianza en la variable dependiente que es explicada por las variables independientes. Así, el pseudo R^2 puede tomar valores en el rango de 0 a 1, sugiriendo los valores mayores una capacidad predictiva más fuerte y una

concordancia más estrecha entre los valores observados y los valores predichos por el modelo (Greene, 2018; Wooldridge, 2002).

Finalmente, y solo aplicable para los modelos probit, se analizará el porcentaje de predicciones correctas (Greene, 2018). En específico, Stata predice que una observación será 1 si la probabilidad pronosticada es 0.5 o mayor; de lo contrario, predice que la observación será cero.



5. Resultados

Este capítulo consta de tres secciones. La primera sección proporciona una estadística descriptiva de la base de datos depurada a partir de la ENA de 2017, 2018 y 2019. La segunda sección presenta los resultados del estudio, en cuanto a las regresiones econométricas de los modelos probit y de recuento de Poisson. Por último, en la tercera sección, se realiza una comparación de nuestros resultados econométricos con la literatura internacional y nacional, que responde también a cuáles son los factores que influyen en la adopción tecnológica en la agricultura del cacao.

5.1. Estadística Descriptiva de la Base de Datos

La base de datos utilizada en los análisis econométricos fue elaborada específicamente para los propósitos de esta investigación, de acuerdo a los siguientes archivos de la ENA 2017, ENA 2018 y ENA 2019:

- Características de la unidad agropecuaria
- Superficie cosechada, sembrada, producción y destino de los cultivos cosechados
- Buenas prácticas agrícolas
- Servicios de extensión agraria
- Asociatividad
- Servicios financieros
- Características del productor/a agropecuario/a y su familia

Con ello, se unieron los archivos para crear una fuente de información única mediante el lenguaje de programación Stata, el cual resultó en una base de datos nacional de productores de cacao. Esta base incluye a la totalidad de cacaoteros que no solo realizan actividades de venta, sino también de consumo del hogar, trueque, donaciones, entre otros. Por ende, y siguiendo la línea del modelo teórico sobre la adopción de tecnologías agrícolas, se filtraron a los vendedores. Así, como se muestra en la Tabla 16, en 2017 se contabilizaron 1,427 productores vendedores; en 2018, 1,479; en 2019, 1,662; lo cual hace una suma total de 4,568 cacaoteros.

Tabla 16.

Perú: Número de Productores Vendedores de Cacao, 2017-2019

Productor de cacao								
Año	2017		2018		2019		2017-2019	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Total	1,568	100	1,606	100	1,787	100	4,961	100
Venta								
Sí	1,427	91.01	1,479	92.09	1,662	93.01	4,568	92.08
No	141	8.99	127	7.91	125	6.99	393	7.92

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

En relación con las buenas prácticas agrícolas, se observa en la Tabla 17 que, en el promedio de los años 2017-2019, un 24.63 % de los productores aplican abonos, el 31.52 %, fertilizantes, el 41.29 %, plaguicidas, y un 5.54 % el manejo integrado de plagas. Esto indica que los fertilizantes son los insumos más utilizados, mientras que el manejo integrado de plagas el menos empleado, sin embargo, ninguna práctica agrícola supera el 50 % de uso. Es importante destacar que el 44.61 % de los agricultores no adopta ninguna práctica, y solo el 1.47 % las cuatro mencionadas. Si se calcula las tecnologías que en promedio usa un productor (\bar{x}), es 1.0298, esto significa tan solo una de cuatro aproximadamente.

Tabla 17.

Perú: Adopción de Buenas Prácticas Agrícolas en la Agricultura del Cacao, 2017-2019

Productor de cacao								
Año	2017		2018		2019		2017-2019	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Total	1,427	100	1,479	100	1,662	100	4,568	100
Abonos								
Sí	380	26.63	327	22.11	418	25.15	1,125	24.63
No	1,047	73.37	1,152	77.89	1,244	74.85	3,443	75.37
Fertilizantes								
Si	494	34.62	447	30.22	499	30.02	1,440	31.52
No	933	65.38	1,032	69.78	1,163	69.98	3,128	68.48
Plaguicidas								
Si	650	45.55	578	39.08	658	39.59	1,886	41.29
No	777	54.45	901	60.92	1,004	60.41	2,682	58.71
Manejo integrado de plagas								
Si	87	6.1	75	5.07	91	5.48	253	5.54
No	1,340	93.9	1,404	94.93	1,571	94.52	4,315	94.46
Paquete tecnológico								
0	566	39.66	722	48.82	750	45.13	2,038	44.61
1	346	24.25	296	20.00	382	22.99	1,024	22.42
2	309	21.66	278	18.80	318	19.13	905	19.81
3	177	12.40	157	10.62	200	12.03	534	11.69
4	29	2.03	26	1.76	12	0.72	67	1.47
\bar{x}	1.1289		0.9648		1.0024		1.0298	

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

En la Tabla 18, y según el promedio 2017-2019 para los productores de la costa, un 20.00 % utiliza abonos, un 89.07 % fertilizantes, el 80.00 % plaguicidas, y un 5.60 % el manejo integrado de plagas. En promedio, se adoptan dos tecnologías por unidad agropecuaria. En cuanto a los productores de la sierra, un 47.42 % usa

abonos, un 29.11 %, fertilizantes, el 56.34 % plaguicidas, y el 6.57 % el manejo integrado de plagas. En este caso, en promedio, se adopta una tecnología por unidad agropecuaria. Finalmente, para los productores de la selva, el 23.84 % usa abonos, el 26.23 % fertilizantes, un 36.83 % plaguicidas, y el 5.48 % el manejo integrado de plagas. Así, en promedio, se adopta también una tecnología por unidad agropecuaria.

Tabla 18.

Perú: Adopción de Buenas Prácticas Agrícolas en la Agricultura del Cacao por Región Natural, 2017-2019

Productor de cacao						
Año	Costa		Sierra		Selva	
	Número	%	Número	%	Número	%
Total	375	100	213	100	3,980	100
Abonos						
Sí	75	20.00	101	47.42	949	23.84
No	300	80.00	112	52.58	3,031	76.16
Fertilizantes						
Si	334	89.07	62	29.11	1,044	26.23
No	41	10.93	151	70.89	2,936	73.77
Plaguicidas						
Si	300	80.00	120	56.34	1,466	36.83
No	75	20.00	93	43.66	2,514	63.17
Manejo integrado de plagas						
Si	21	5.60	14	6.57	218	5.48
No	354	94.40	199	93.43	3,762	94.52
Paquete tecnológico						
0	25	6.67	59	27.70	1,954	49.10
1	49	13.07	61	28.64	914	22.96
2	229	61.07	43	20.19	633	15.90
3	65	17.33	50	23.47	419	10.53
4	7	1.86	0	0.00	60	1.51
\bar{x}	1.9467		1.3944		0.9239	

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria

(ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Por otro lado, en la Tabla 19, se recopilan las declaraciones de 2,714 cacaoteros respecto a las razones por las cuáles no adoptan alguna o ninguna de las siguientes tres tecnologías: abonos, fertilizantes y plaguicidas. En orden de relevancia y en promedio para el trienio 2017-2019, el alto precio de los insumos fue la causa principal, mencionada en un 57.15 % de las ocasiones. En segundo lugar, se encuentran los insumos que ocasionan contaminación en el suelo, con un 34.60 %. Luego, la falta de disponibilidad de los insumos en la zona, con un 13.67 %, y, por último, otras razones que fueron declaradas por un 15.44 % de los no adoptantes.

Tabla 19.

Perú: Razones para no Adoptar Abonos, Fertilizantes y/o Plaguicidas en la Agricultura del Cacao, 2017-2019

Productor de cacao no adoptante de tecnologías								
Año	2017		2018		2019		2017-2019	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Total	766	100	933	100	1,015	100	2,714	100
¿Los precios de los insumos son elevados?								
Sí	428	55.87	566	60.66	557	54.88	1,551	57.15
No	338	44.13	367	39.34	458	45.12	1,163	42.85
¿Los insumos contaminan el suelo?								
Sí	207	27.02	285	30.55	447	44.04	939	34.60
No	559	72.98	648	69.45	568	55.96	1,775	65.40
¿Venden los insumos por la zona?								
No	93	12.14	142	15.22	136	13.40	371	13.67
Sí	673	87.86	791	84.78	879	86.60	2,343	86.33
¿Otras razones para no adoptar?								
Sí	123	16.06	166	17.79	130	12.81	419	15.44
No	643	83.94	767	82.21	885	87.19	2,295	84.56

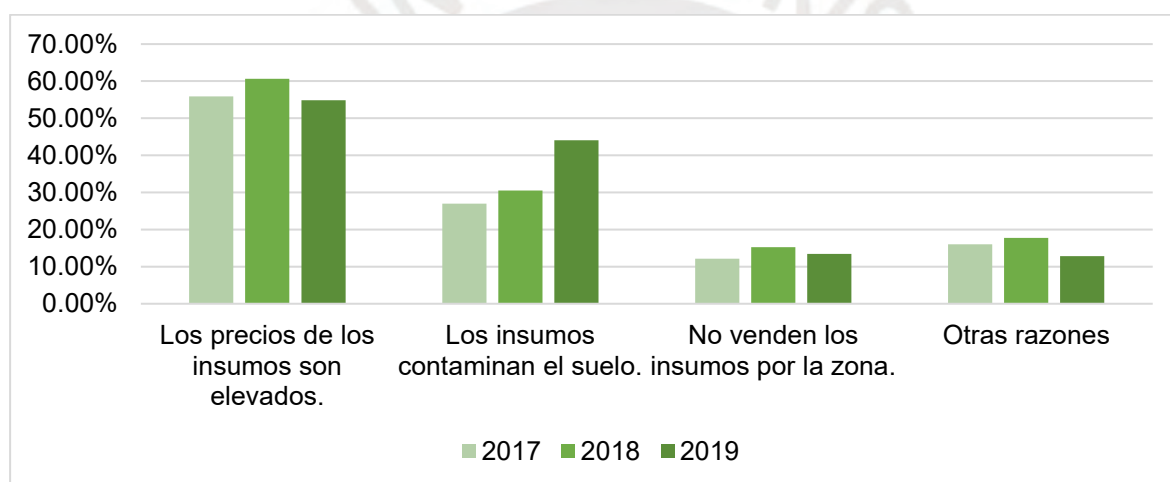
Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria

(ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

La Figura 10 ilustra la Tabla 19 en un gráfico de barras, y en ella se puede observar que, por año, las menciones a los elevados precios de los insumos, la falta de disponibilidad de estos en la zona, y a otras razones, permanecen en niveles casi invariables. Sin embargo, no es así para la contaminación que causan los insumos al suelo, que, durante el período de tiempo analizado, marcan una tendencia en aumento que coincide con la aparición de la problemática de contaminación por cadmio en los granos de cacao exportados.

Figura 10.

Perú: Razones para no Adoptar Abonos, Fertilizantes y/o Plaguicidas en la Agricultura del Cacao, 2017-2019



Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Desde una perspectiva regional, la Tabla 20 analiza las razones de no adopción en la costa, sierra y selva durante el trienio 2017-2019. Se observa que los elevados precios de los insumos, la falta de disponibilidad de estos y otras razones tienen similar incidencia en las tres regiones peruanas. Sin embargo, la falta de disponibilidad de insumos para la venta sería un impedimento para la adopción en la sierra y selva, mas

no en la costa. Esto indica una diferencia regional en el acceso a los mercados de tecnologías.

Tabla 20.

Perú: Razones para no Adoptar Abonos, Fertilizantes y/o Plaguicidas en la Agricultura del Cacao por Región Natural, 2017-2019

Productor de cacao no adoptante de tecnologías						
Región	Costa		Sierra		Selva	
	Número	%	Número	%	Número	%
Total	34	100	90	100	2,590	100
¿Los precios de los insumos son elevados?						
Sí	16	47.06	54	60.00	1,481	57.18
No	18	52.94	36	40.00	1,109	42.82
¿Los insumos contaminan el suelo?						
Sí	11	32.35	18	20.00	910	35.14
No	23	67.65	72	80.00	1,680	64.86
¿Venden los insumos por la zona?						
No	0	0.00	20	22.22	351	13.55
Sí	34	100	70	77.78	2,239	86.45
¿Otras razones?						
Sí	8	23.53	24	26.67	387	14.94
No	26	76.47	66	73.33	2,203	85.06

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Según la información de la Tabla 21, la selva es la región natural con el mayor número de cacaoteros, con un promedio de 87.13 % para el período de 2017-2019, mientras que la costa y la sierra juntas suman un 12.87 %, en clara minoría. Respecto a la cantidad de parcelas, el 84.94 % de los productores trabajan con solo una parcela para cultivar cacao, y ninguno trabaja con más de cuatro. Además, en cuanto a la propiedad, el 78.83 % de los cacaoteros manifiesta ser dueño de al menos una parcela.

Tabla 21.

Perú: Región Natural, Cantidad y Propiedad de las Parcelas en la Agricultura del Cacao, 2017-2019

Productor de cacao								
Año	2017		2018		2019		2017-2019	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Total	1,427	100	1,479	100	1,662	100	4,568	100
Región natural								
Costa	134	9.39	113	7.64	128	7.70	375	8.21
Sierra	87	6.10	67	4.53	59	3.55	213	4.66
Selva	1,206	84.51	1,299	87.83	1,475	88.75	3,980	87.13
Cantidad de las parcelas								
1	1,194	83.67	1,267	85.67	1,419	85.38	3,880	84.94
2	206	14.44	186	12.58	219	13.18	611	13.38
3	25	1.75	24	1.62	22	1.32	71	1.55
4	2	0.14	2	0.13	2	0.12	6	0.13
Propiedad de las parcelas								
Sí	1,124	78.77	1,115	75.39	1,362	81.95	3,601	78.83
No	303	21.23	364	24.61	300	18.05	967	21.17

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

En la Tabla 22 se puede observar la media, la desviación estándar, así como el valor mínimo y máximo de la superficie total cosechada de cacao por unidad agropecuaria en hectáreas, el precio de venta por kilogramo y el valor de venta de los granos de cacao producidos. De esta manera, para el promedio de los años 2017-2019, las unidades agropecuarias cacaoteras cosecharon 1.55 hectáreas, con un precio de 5.44 soles el kilogramo, y un valor de venta total de 5,328.07 soles.

Se destacan dos aspectos: en primer lugar, las diferencias que se evidencian en los precios y valores de venta del cacao se deben, en parte, a la heterogeneidad del mercado cacaotero, que incluye diversas especies y calidades del fruto. En segundo lugar, las cifras presentadas en la Tabla 22 muestran una desventaja en

comparación con las estadísticas de la hoja de coca²⁷. En promedio para los años 2017-2019, las unidades agropecuarias cocaleras cosecharon 0.76 hectáreas y vendieron el kilogramo obtenido a un precio de 11.63 soles, generando un valor total de venta de 9,776.21 soles. En contraste con el cacao, en la agricultura de la coca se cosecharon menos hectáreas, con un mercado de mayores precios y valores de venta.

Tabla 22.

Perú: Superficie de las Parcelas Cosechadas de Cacao en Hectáreas, Precio de Venta del Cacao por Kilogramo y Valor de Venta Total, 2017-2019

Productor de cacao				
Año	2017	2018	2019	2017-2019
Superficie de la/s parcela/s (en hectáreas)				
Observaciones	1,427	1,479	1,662	4,568
Media	1.50	1.54	1.59	1.55
Desviación	1.67	1.77	1.77	1.74
Mínimo	0.001	0.002	0.001	0.001
Máximo	16.00	17.00	18.00	18.00
Precio de venta (kilogramos en soles)				
Observaciones	1,427	1,479	1,662	4,568
Media	S/ 5.15	S/ 5.45	S/ 5.66	S/ 5.44
Desviación	S/ 0.96	S/ 1.20	S/ 1.19	S/ 1.14
Mínimo	S/ 3.00	S/ 1.00	S/ 2.00	S/ 1.00
Máximo	S/ 9.50	S/ 12.00	S/ 9.30	S/ 12.00
Valor de venta (en soles)				
Observaciones	1,427	1,479	1,662	4,568
Media	S/ 4,904.50	S/ 5,529.48	S/ 5,512.52	S/ 5,328.07
Desviación	S/ 6,480.63	S/ 10,241.98	S/ 8,428.73	S/ 8,542.90
Mínimo	S/ 3.00	S/ 5.00	S/ 3.00	S/ 3.00
Máximo	S/ 50,985.00	S/ 232,000.00	S/ 195,000.00	S/ 232,000.00

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria

²⁷ Ver Tabla 2

(ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Es importante resaltar, como se muestra en la Tabla 23 y con las observaciones del trienio 2017-2019, que el coeficiente de correlación entre el valor de venta y la superficie de las parcelas cosechadas de cacao es de 0.78. Asimismo, entre el valor de venta y el precio de los granos de cacao, 0.25, y entre el valor de venta y la adopción del paquete tecnológico es de 0.07; y son todos estos resultados significativos. Además, si se profundiza en el análisis, se encontrará que, en la costa, la correlación entre el valor de venta y el uso de las tecnologías es de 0.07, mientras que tanto en la sierra como en la selva es de 0.11, solo en la selva es significativa la correlación. Es decir, por lo general, valores de venta más altos se relacionan con más hectáreas de producción, precios elevados y una mayor adopción de tecnologías.

Tabla 23.

Perú: Correlaciones entre el Valor de Venta y la Superficie de las Parcelas Cosechadas de Cacao; el Precio de Venta; y el uso de Abonos, Fertilizantes, Plaguicidas, Manejo Integrado de Plagas, y el Paquete Tecnológico, 2017-2019

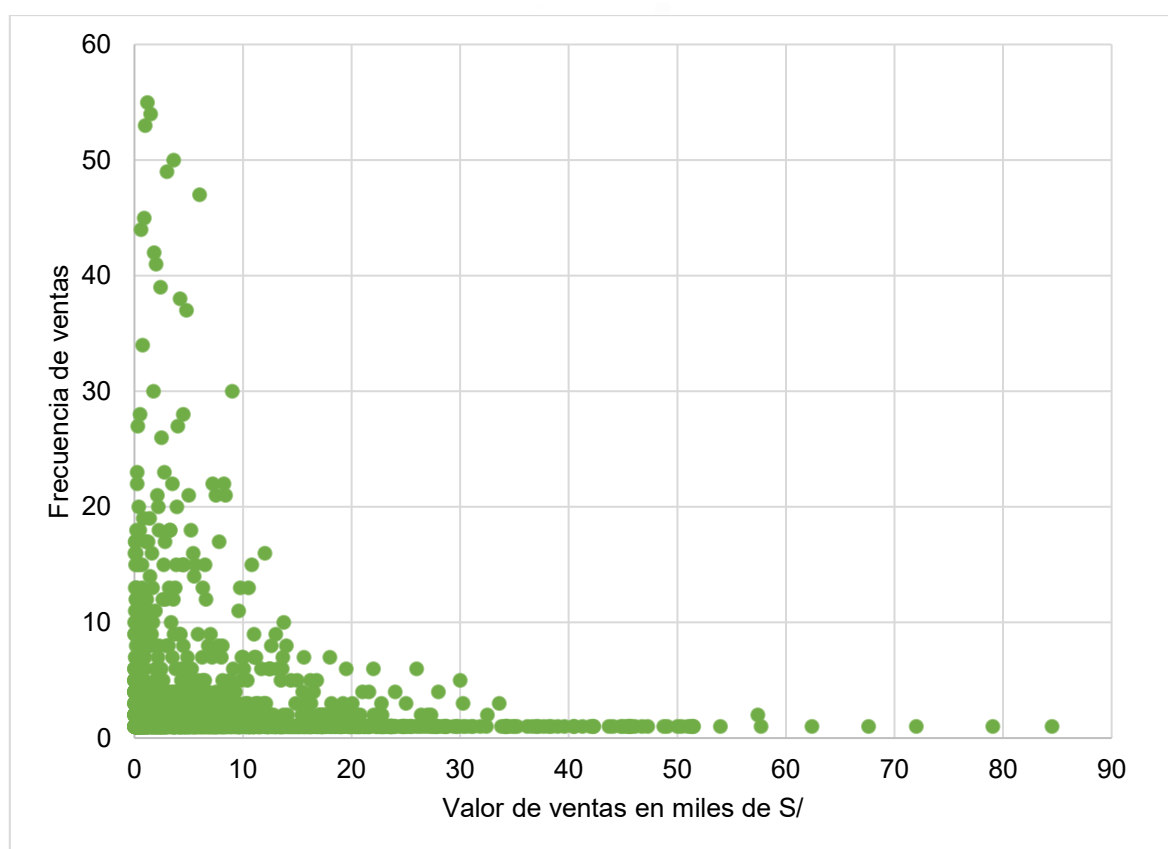
Correlación	Valor de venta			
	Costa	Sierra	Selva	Perú
Superficie de las parcelas cosechadas	0.8978***	0.9330***	0.7629***	0.7753***
Precio de venta	0.2708***	0.0571	0.2140***	0.2468***
Abonos	0.1209**	0.0473	0.1286***	0.1220***
Fertilizantes	-0.0364	0.0717	0.0587***	-0.0063
Plaguicidas	-0.0019	0.0483	0.0701***	0.0250*
M. int. de plagas	0.0751	0.1746**	0.0472***	0.0507***
Paquete tecnológico	0.0667	0.1098	0.1142***	0.0659***
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Desde una perspectiva distinta, la Figura 11 muestra, en base a los años 2017-2019, la dispersión entre la frecuencia de ventas y el valor de ventas²⁸ de cacao en miles de soles, en la cual hay una gran variabilidad. Predominantemente, los granos de cacao se comercializan con valores bajos, siendo atípicos los valores altos. Esto coincide con la información²⁹ que indica que para la producción peruana del cacao se emplean parcelas pequeñas y poca tecnología.

Figura 11.

Perú: Diagrama de Dispersión entre la Frecuencia de Ventas y el Valor de Ventas de Cacao en Miles de Soles, 2017-2019



Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria

²⁸ Para optimizar las gráficas se eliminaron los valores atípicos de S/ 108,000, S/ 195,000 y S/ 232,000, datos que registraban una venta cada uno.

²⁹ Revisada en el subcapítulo 2.4.

(ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gov.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Por otro lado, en la Tabla 24, de acuerdo con el promedio de los servicios de extensión agraria para el período 2017-2019, un 32.60 % de productores recibió capacitación, el 22.24 %, obtuvo asistencia técnica, un 17.27 % adquirieron al menos una de las dos, mientras que un 18.78% tuvieron ambas, lo que manifiesta un reducido acceso. Es conveniente aclarar algunas definiciones: la capacitación es la actividad que comprende un proceso de educación únicamente verbal que se enfoca en la resolución de problemas y el aprovechamiento de técnicas agrícolas. Por otro lado, la asistencia técnica es la actividad que consiste en la demostración y enseñanza de la aplicación de prácticas agrícolas (INEI, 2019c).

Tabla 24.

Perú: Capacitación, Asistencia Técnica y Servicios de Extensión Agraria en la Agricultura del Cacao, 2017-2019

Productor de cacao								
Año	2017		2018		2019		2017-2019	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Total	1,427	100	1,479	100	1,662	100	4,568	100
Capacitación								
Sí	478	33.50	476	32.18	535	32.19	1,489	32.60
No	949	66.50	1,003	67.82	1,127	67.81	3,079	67.40
Asistencia técnica								
Sí	323	22.63	327	22.11	366	22.02	1,016	22.24
No	1,104	77.37	1,152	77.89	1,296	77.98	3,552	77.76
Servicios de extensión agraria								
0	890	62.37	952	64.37	1,079	64.92	2,921	63.95
1	273	19.13	251	16.97	265	15.95	789	17.27
2	264	18.50	276	18.66	318	19.13	858	18.78

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gov.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

En la Tabla 25, respecto al promedio de asociatividad para los años 2017-2019, solo un 16.64 % de los productores pertenece a alguna asociación cooperativa y/o comité de productores agropecuarios.

Tabla 25.

Perú: Asociatividad en la Agricultura del Cacao, 2017-2019

Productor de cacao								
Año	2017		2018		2019		2017-2019	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Total	1,427	100	1,479	100	1,662	100	4,568	100
Pertenenencia a organización agropecuaria								
Sí	261	18.29	231	15.62	268	16.13	760	16.64
No	1,166	81.71	1,248	84.38	1,394	83.87	3,808	83.36

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

En la Tabla 26, de acuerdo al promedio de servicios financieros para el período 2017-2019, se observa que el 18.10 % de los productores ha solicitado un crédito. Es importante resaltar que estas solicitudes decrecen con el paso de los años. Además, en las encuestas se señala que solo consideran a los créditos en efectivo, como préstamos en dinero donde la persona se compromete a devolver la cantidad solicitada en un tiempo o plazo definido, según las condiciones establecidas más los intereses devengados, seguros y costos asociados si los hubiese (INEI, 2019c).

Tabla 26.

Perú: Solicitud de Crédito en la Agricultura del Cacao, 2017-2019

Productor de cacao								
Año	2017		2018		2019		2017-2019	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Total	1,427	100	1,479	100	1,662	100	4,568	100
Solicitud de crédito								
Sí	335	23.48	247	16.70	245	14.74	827	18.10
No	1,092	76.52	1,232	83.30	1,417	85.26	3,741	81.90

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Así también, de acuerdo a la Tabla 27, durante el trienio 2017-2019, el 88.88 % de los cacaoteros obtuvieron el crédito solicitado, es decir, que a la mayoría se les acepta.

Tabla 27.

Perú: Crédito Obtenido en la Agricultura del Cacao, 2017-2019

Productor de cacao								
Año	2017		2018		2019		2017-2019	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Total	335	100	247	100	245	100	827	100
¿Obtuvo el crédito que solicitó?								
Sí	308	91.94	215	87.04	212	86.53	735	88.88
No	27	8.06	32	12.96	33	13.47	92	11.12

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria

(ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Finalmente, según se resumen en la Tabla 28 para el período 2017-2019, el 81.15 % de los cacaoteros eran hombres y el 18.85 % mujeres. En cuanto a la edad, el 1.05 % de los productores tenía entre 17 y 24 años, el 33.01 % tenía entre 25 y 44 años, el 49.04 % entre 45 y 64 años, y el 16.90 % tenía 65 años a más.

Respecto al nivel educativo, se ha establecido una clasificación de cuatro grados, similar a la descrita en el subcapítulo 2.4.³⁰, con la diferencia de incluir a la “educación inicial” en el grado “sin nivel”, debido a las pocas observaciones de ambas variables en las encuestas. Así, los cacaoteros sin nivel educativo representaron un 6.37 %, aquellos con educación primaria un 57.73 %, con educación secundaria un 29.40 %, y con educación superior un 6.50 %.

También se observa que el 54.58 % de los productores realiza otra actividad generadora de ingresos además de la labor agropecuaria, como la pesca, el comercio, la confección de prendas de vestir u otros productos, la construcción, o en el rubro de restaurantes y hoteles, así como el transporte (INEI, 2019b).

Es decir, en promedio, la mayoría de los productores de cacao conductores de unidades agropecuarias son hombres de entre 45 a 64 años, con educación primaria alcanzada, y realizan otra u otras actividades para obtener ingresos.

³⁰ Ver Tabla 10

Tabla 28.

Perú: Características del Productor de Cacao, 2017-2019

Productor de cacao								
Año	2017		2018		2019		2017-2019	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Total	1,427	100	1,479	100	1,662	100	4,568	100
Sexo								
Hombres	1,157	81.08	1,208	81.68	1,342	80.75	3,707	81.15
Mujeres	270	18.92	271	18.32	320	19.25	861	18.85
Edad								
De 17 a 24	19	1.33	15	1.01	14	0.84	48	1.05
De 25 a 44	500	35.04	476	32.18	532	32.01	1,508	33.01
De 45 a 64	690	48.35	727	49.16	823	49.52	2,240	49.04
De 65 a más	218	15.28	261	17.65	293	17.63	772	16.90
Nivel educativo								
Sin nivel	93	6.52	97	6.56	101	6.08	291	6.37
Primaria	812	56.90	854	57.74	971	58.42	2,637	57.73
Secundaria	422	29.57	434	29.34	487	29.30	1,343	29.40
Superior	100	7.01	94	6.36	103	6.20	297	6.50
Otras actividades generadoras de ingresos								
Sí	782	54.8	780	52.74	931	56.02	2,493	54.58
No	645	45.2	699	47.26	731	43.98	2,075	45.42

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

5.2. Análisis Económico

En este subcapítulo se presentan los resultados de los dos tipos de análisis econométricos. En primer lugar, se exponen los resultados de las regresiones probit, que abordan la adopción individual de los abonos, fertilizantes, plaguicidas y el manejo integrado de plagas en 2017, 2018, 2019 y el trienio 2017-2019. En segundo lugar, se

describen los resultados de las regresiones de recuento de Poisson, que se enfocan en el estudio de la utilización conjunta de tecnologías durante los años 2017, 2018, 2019, en las regiones costa, sierra y selva, así como en el período 2017-2019.

5.2.1. Modelos Econométricos Probit

Los efectos marginales de las variables independientes significativas de los modelos probit para el 2017, detallados en la Tabla 29, indican que:

En cuanto a los abonos, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra aumenta la probabilidad de adopción en un 33.00 %, mientras que pertenecer a la selva lo hace en un 12.90 %. Además, cada hectárea adicional de superficie de las plantaciones de cacao cosechado incrementa la probabilidad de adopción en un 2.02 %. Ser propietario de una parcela incrementa la probabilidad en un 8.10 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica lo hace en un 5.44 %, y cada año más de edad aumenta la probabilidad en un 0.35 %. Por último, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado una educación secundaria aumenta la probabilidad de adopción en un 12.30 % y tener una educación superior lo hace en un 16.80 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 73.65 % de las observaciones.

En lo que respecta a los fertilizantes, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra disminuye la probabilidad de adopción en un 61.40 %, mientras que pertenecer a la selva la reduce en un 57.80 %. Además, ser propietario de una parcela incrementa la probabilidad de adopción en un 14.20 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica lo hace en un 7.37 %; pero ser miembro de una organización agropecuaria la reduce en un 8.33 %. Solicitar un crédito aumenta la probabilidad en un 8.01 %. Finalmente, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación superior aumenta la probabilidad de adopción en un 12.30 %, mientras que realizar otras actividades para generar ingresos monetarios la disminuye en un 4.84 %. En resumen, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 73.16% de las observaciones.

En relación a los plaguicidas, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra disminuye la probabilidad de adopción en un 27.20 %, mientras que pertenecer a la selva la reduce en un 39.10 %. Además, ser propietario de una parcela incrementa la probabilidad de adopción en un 16.70 %, recibir un servicio de

extensión agraria, capacitación o asistencia técnica lo hace en un 6.72 %, y haber solicitado un crédito en un 6.02 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 62.23 % de las observaciones.

En lo que concierne al manejo integrado de plagas, cada hectárea adicional en la superficie de las plantaciones de cacao cosechado incrementa la probabilidad de adopción en un 0.65 %, ser propietario de una parcela la disminuye en un 2.59 %, y recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica la aumenta en un 1.93 %. En general, el modelo rechaza la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza, pero predice correctamente al 93.90 % de las observaciones.



Tabla 29.

Modelos Probit, Efectos Marginales para el Año 2017

Año	2017			
Variables	Abonos	Fertilizantes	Plaguicidas	M. int. de plagas
Región natural sierra	0.3300***	-0.6140***	-0.2720***	0.0387
Base: Región natural costa	(0.0594)	(0.0624)	(0.0691)	(0.0342)
Región natural selva	0.1290***	-0.5780***	-0.3910***	0.0066
Base: Región natural costa	(0.0463)	(0.0449)	(0.0490)	(0.0272)
Superficie cosechada	0.0202***	0.0026	0.0082	0.0065*
	(0.0069)	(0.0071)	(0.0080)	(0.0036)
Propiedad de la parcela	0.0810***	0.1420***	0.1670***	-0.0259*
	(0.0293)	(0.0296)	(0.0313)	(0.0149)
Precio de venta	-0.0113	0.0121	0.0156	0.0050
	(0.0130)	(0.0130)	(0.0143)	(0.0070)
Capacitación y asistencia técnica	0.0544***	0.0737***	0.0672***	0.0193**
	(0.0155)	(0.0155)	(0.0178)	(0.0086)
Organización agropecuaria	0.0184	-0.0833**	-0.0426	-0.0276
	(0.0314)	(0.0328)	(0.0364)	(0.0186)
Solicitud de crédito	0.0286	0.0801***	0.0602*	-0.0084
	(0.0274)	(0.0275)	(0.0310)	(0.0158)
Sexo	-0.0397	-0.0011	0.0083	-0.0007
	(0.0296)	(0.0300)	(0.0334)	(0.0170)
Edad	0.0035***	0.0001	-0.0007	0.0004
	(0.0009)	(0.0010)	(0.0011)	(0.0005)
Nivel educativo primaria	0.0591	0.0521	0.0819	-0.0258
Base: Sin nivel educativo	(0.0498)	(0.0497)	(0.0545)	(0.0253)
Nivel educativo secundaria	0.1230**	0.0688	0.0668	-0.0102
Base: Sin nivel educativo	(0.0535)	(0.0539)	(0.0593)	(0.0277)
Nivel educativo superior	0.1680***	0.1230*	0.0698	-0.0059
Base: Sin nivel educativo	(0.0647)	(0.0658)	(0.0728)	(0.0340)
Otras actividades	0.0147	-0.0484**	-0.0312	-0.0010
	(0.0243)	(0.0245)	(0.0272)	(0.0136)
Prueba F	0.0000	0.0000	0.0000	0.1515
Pseudo R ²	0.0586	0.1421	0.0653	0.0296
Predicciones correctas	73.65 %	73.16 %	62.23 %	93.90 %
Observaciones	1,427	1,427	1,427	1,427
Errores estándar entre paréntesis.				
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).



Los efectos marginales de las variables independientes significativas de los modelos probit para el 2018, presentados Tabla 30, indican que:

En cuanto a los abonos, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra aumenta la probabilidad de adopción en un 15.80 %. Asimismo, cada hectárea adicional en la superficie de las plantaciones cacao cosechado incrementa la probabilidad de adopción en un 1.99 %, ser propietario de una parcela en un 21.30 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 6.42 %, ser miembro de una organización agropecuaria en un 5.62 %, haber solicitado un crédito en un 7.71 %, y cada año más de edad en un 0.19 %. Por último, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación superior aumenta la probabilidad de adopción en un 13.70 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 74.84 % de las observaciones.

En lo que respecta a los fertilizantes, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra disminuye la probabilidad de adopción en un 51.10 %, mientras que pertenecer a la selva lo reduce en un 53.10 %. A la par que, cada hectárea adicional de superficie de las plantaciones de cacao cosechado incrementa la probabilidad de adopción en un 1.22 %, ser propietario de una parcela en un 19.10 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 7.08 %, y haber solicitado un crédito en un 12.60 %. Por último, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación primaria aumenta la probabilidad de adopción en un 11.00 % y la educación secundaria en un 13.80 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 75.59 % de las observaciones.

Respecto a los plaguicidas, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra disminuye la probabilidad de adopción en un 22.70 %, mientras que pertenecer a la selva la reduce en un 43.00 %. Además, cada hectárea adicional de superficie de las plantaciones de cacao cosechado incrementa la probabilidad de adopción en un 1.44 %, ser propietario de una parcela en un 25.20 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 7.25 %, haber solicitado un crédito en un 8.51 %, y cada año más de edad en un 0.21 %. Por otro lado, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación primaria aumenta la probabilidad de adopción en un 10.10 %, la educación secundaria en un 13.10 %, y realizar otras actividades para generar ingresos

monetarios aumenta la probabilidad en un 4.94 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta a un 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 68.29 % de las observaciones.

En lo que concierne al manejo integrado de plagas, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la selva disminuye la probabilidad de adopción en un 5.34 %. Ser propietario de una parcela incrementa la probabilidad de adopción en un 4.57 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica lo hace en un 2.86 %, y haber solicitado un crédito en un 3.28 %. Por último, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación primaria reduce la probabilidad de adopción en un 5.00 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 94.93 % de las observaciones.



Tabla 30.

Modelos Probit, Efectos Marginales para el Año 2018

Año	2018			
Variables	Abonos	Fertilizantes	Plaguicidas	M. int. de plagas
Región natural sierra	0.1580***	-0.5110***	-0.2270***	-0.0471
Base: Región natural costa	(0.0565)	(0.0633)	(0.0733)	(0.0304)
Región natural selva	0.0021	-0.5310***	-0.4300***	-0.0534**
Base: Región natural costa	(0.0416)	(0.0444)	(0.0493)	(0.0208)
Superficie cosechada	0.0199***	0.0122**	0.0144**	0.0016
	(0.0056)	(0.0059)	(0.0067)	(0.0031)
Propiedad de la parcela	0.2130***	0.1910***	0.2520***	0.0457***
	(0.0297)	(0.0284)	(0.0292)	(0.0174)
Precio de venta	0.0061	0.0108	0.0044	-0.0020
	(0.0095)	(0.0103)	(0.0109)	(0.0055)
Capacitación y asistencia técnica	0.0642***	0.0708***	0.0725***	0.0286***
	(0.0128)	(0.0135)	(0.0154)	(0.0074)
Organización agropecuaria	0.0562**	0.0163	-0.0539	0.0078
	(0.0272)	(0.0294)	(0.0340)	(0.0143)
Solicitud de crédito	0.0771***	0.1260***	0.0851***	0.0328**
	(0.0250)	(0.0266)	(0.0308)	(0.0130)
Sexo	-0.0075	-0.0395	-0.0294	-0.0074
	(0.0255)	(0.0269)	(0.0300)	(0.0139)
Edad	0.0019**	0.0010	0.0021**	-0.0005
	(0.0009)	(0.0009)	(0.0010)	(0.0005)
Nivel educativo primaria	0.0146	0.1100**	0.1010**	-0.0500**
Base: Sin nivel educativo	(0.0437)	(0.0499)	(0.0516)	(0.0211)
Nivel educativo secundaria	0.0649	0.1380***	0.1310**	-0.0297
Base: Sin nivel educativo	(0.0473)	(0.0534)	(0.0558)	(0.0228)
Nivel educativo superior	0.1370**	0.0986	0.0637	-0.0425
Base: Sin nivel educativo	(0.0561)	(0.0647)	(0.0693)	(0.0292)
Otras actividades	-0.0042	0.0059	0.0494**	0.0099
	(0.0217)	(0.0227)	(0.0251)	(0.0122)
Prueba F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R ²	0.1381	0.1839	0.1343	0.0990
Predicciones correctas	78.84 %	75.59 %	68.29 %	94.93 %
Observaciones	1,479	1,479	1,479	1,479
Errores estándar entre paréntesis.				
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>).



Los efectos marginales de las variables independientes significativas de los modelos probit para el 2019, según se detalla en la Tabla 31, indican que:

En cuanto a los abonos, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra aumenta la probabilidad de adopción en un 24.20 %. Asimismo, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica, incrementa la probabilidad de adopción en un 7.39 %, ser miembro de una organización agropecuaria en un 11.40 %, haber solicitado un crédito en un 5.55 %, y cada año más de edad en un 0.22 %. Por otro lado, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación secundaria aumenta la probabilidad de adopción en 15.00 %, la educación superior en 23.90 %, y realizar otras actividades para generar ingresos monetarios disminuye la probabilidad en 8.94 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 76.41 % de las observaciones.

En relación a los fertilizantes, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra disminuye la probabilidad de adopción en un 52.10 %, mientras que pertenecer a la selva en un 56.40 %. Asimismo, cada hectárea adicional en la superficie de las plantaciones de cacao cosechado reduce la probabilidad de adopción en un 1.42 %, ser propietario de una parcela la incrementa en un 13.90 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 5.82 %, haber solicitado un crédito en un 19.20 %, y cada año más de edad en un 0.18 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 76.96 % de las observaciones.

En relación con los plaguicidas, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra disminuye la probabilidad de adopción en un 26.60 %, mientras que pertenecer a la selva la reduce en un 41.40 %. Cada hectárea adicional en la superficie de las plantaciones de cacao cosechado reduce la probabilidad de adopción en un 1.46 %, ser propietario de una parcela la incrementa en un 8.26 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 4.15 %, haber solicitado un crédito en un 16.70 %, y cada año más de edad en un 0.27 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta a un 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 67.03 % de las observaciones.

En lo que concierne al manejo integrado de plagas, se eliminó la variable de la región sierra de la regresión debido a la ausencia de datos. Así, un sol más en el precio de venta por kilo del cacao aumenta la probabilidad de adopción en un 2.05 %,

recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 2.64 %, y cada año más de edad la disminuye en un 0.09 %. Por otro lado, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación secundaria disminuye la probabilidad de adopción en un 5.37 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 94.32 % de las observaciones.



Tabla 31.

Modelos Probit, Efectos Marginales para el Año 2019

Año	2019			
Variables	Abonos	Fertilizantes	Plaguicidas	M. int. de plagas
Región natural sierra	0.2420***	-0.5210***	-0.2660***	-
Base: Región natural costa	(0.0665)	(0.0695)	(0.0801)	-
Región natural selva	0.0520	-0.5640***	-0.4140***	-0.0085
Base: Región natural costa	(0.0478)	(0.0487)	(0.0535)	(0.0329)
Superficie cosechada	-0.0002	-0.0142**	-0.0146**	-0.0008
	(0.0059)	(0.0063)	(0.0071)	(0.0034)
Propiedad de la parcela	0.0468	0.1390***	0.0826***	0.0116
	(0.0287)	(0.0294)	(0.0315)	(0.0160)
Precio de venta	0.0008	-0.0010	0.0012	0.0205***
	(0.0105)	(0.0104)	(0.0119)	(0.0068)
Capacitación y asistencia técnica	0.0739***	0.0582***	0.0415***	0.0264***
	(0.0127)	(0.0126)	(0.0150)	(0.0070)
Organización agropecuaria	0.1140***	0.0272	-0.0209	0.0102
	(0.0266)	(0.0276)	(0.0329)	(0.0151)
Solicitud de crédito	0.0555**	0.1920***	0.1670***	0.0108
	(0.0281)	(0.0260)	(0.0321)	(0.0153)
Sexo	-0.0189	0.0033	0.0119	0.0104
	(0.0262)	(0.0257)	(0.0298)	(0.0154)
Edad	0.0022**	0.0018**	0.0027***	-0.0009*
	(0.0009)	(0.0009)	(0.0010)	(0.0005)
Nivel educativo primaria	0.0601	-0.0087	0.0695	-0.0240
Base: Sin nivel educativo	(0.0479)	(0.0447)	(0.0517)	(0.0251)
Nivel educativo secundaria	0.1500***	0.0157	0.0702	-0.0537*
Base: Sin nivel educativo	(0.0510)	(0.0482)	(0.0558)	(0.0279)
Nivel educativo superior	0.2390***	0.0398	0.0692	0.0090
Base: Sin nivel educativo	(0.0601)	(0.0589)	(0.0687)	(0.0308)
Otras actividades	-0.0894***	-0.0107	0.0321	-0.0178
	(0.0215)	(0.0214)	(0.0246)	(0.0122)
Prueba F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R ²	0.0851	0.1774	0.0755	0.0703
Predicciones correctas	76.41 %	76.96 %	67.03 %	94.32 %
Observaciones	1,662	1,662	1,662	1,603
Errores estándar entre paréntesis.				
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>).



Los efectos marginales de las variables independientes significativas de los modelos probit para el trienio 2017-2019, como se muestran en la Tabla 32, indican que:

Respecto a los abonos³¹ y tomando como referencia el 2017, estar en el 2018 disminuye la probabilidad de adopción en un 3.84 %. Además, teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra aumenta la probabilidad de adopción en un 27.90 %, mientras que pertenecer a la selva la incrementa en un 5.86 %. Cada hectárea adicional en la superficie de las plantaciones de cacao cosechado incrementa la probabilidad en un 1.33 %, ser propietario de una parcela en un 11.30 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 6.39 %, ser miembro de una organización agropecuaria en un 6.57 %, haber solicitado un crédito en un 5.34 %, y cada año más de edad en un 0.25 %. Por otro lado, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación primaria aumenta la probabilidad de adopción en un 3.93 %, la educación secundaria en un 10.90 %, y la educación superior en un 19.00%. Mientras tanto, realizar otras actividades para generar ingresos monetarios reduce la probabilidad en un 3.17 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 75.96 % de las observaciones.

En cuanto a los fertilizantes³² y tomando como referencia al 2017, estar en el 2019 disminuye la probabilidad de adopción en un 3.22 %. Asimismo, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra reduce la probabilidad de adopción en un 60.00 %; mientras que pertenecer a la selva la reduce en un 60.80 %. Ser propietario de una parcela incrementa la probabilidad en un 16.20 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 6.54 %, haber solicitado un crédito en un 13.20 %, y cada año más de edad en un 0.10 %. Por último, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado una educación primaria aumenta la probabilidad de adopción en un 4.89 %, una educación secundaria en un 7.02 %, y una educación superior en un 8.95 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 75.20 % de las observaciones.

³¹ Los efectos marginales del modelo probit para la adopción de abonos se ilustran en el Anexo 3.1.

³² Los efectos marginales del modelo probit para la adopción de fertilizantes se ilustran en el Anexo 3.2.

En relación a los plaguicidas³³ y tomando como referencia al 2017, estar en el 2018 disminuye la probabilidad de adopción en un 4.63 %, mientras que estar en el 2019 la disminuye en un 4.80 %. También, teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra reduce la probabilidad de adopción en un 24.30 %, y pertenecer a la selva en un 41.20 %. Ser propietario de una parcela incrementa la probabilidad en un 17.40 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 5.91 %, ser miembro de una organización agropecuaria en un 3.71 %, haber solicitado un crédito en un 10.30 %, y cada año más de edad en un 0.14 %. Por otro lado, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación primaria aumenta la probabilidad de adopción en un 7.84 %, la educación secundaria, en un 8.18 %, y una educación superior en un 6.62 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 65.15 % de las observaciones.

Respecto al manejo integrado de plagas³⁴, un sol más en el precio de venta por kilo de cacao aumenta la probabilidad de adopción en un 0.75 % y recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 2.40 %. Asimismo, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación primaria disminuye la probabilidad de adopción en un 3.76 %, y la educación secundaria en un 3.62 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza y predice correctamente al 94.46 % de las observaciones.

³³ Los efectos marginales del modelo probit para la adopción de plaguicidas se ilustran en el Anexo 3.3.

³⁴ Los efectos marginales del modelo probit para la adopción del manejo integrado de plagas se ilustran en el Anexo 3.4.

Tabla 32.

Modelos Probit, Efectos Marginales para el Trienio 2017-2019

Año	2017-2019			
	Abonos	Fertilizantes	Plaguicidas	M. int. de plagas
Año 2018	-0.0384**	-0.0238	-0.0463***	-0.0121
Base: Año 2017	(0.0153)	(0.0158)	(0.0176)	(0.0086)
Año 2019	-0.0084	-0.0322**	-0.0480***	-0.0088
Base: Año 2017	(0.0154)	(0.0155)	(0.0173)	(0.0087)
Región natural sierra	0.2790***	-0.6000***	-0.2430***	-0.0215
Base: Región natural costa	(0.0387)	(0.0348)	(0.0408)	(0.0242)
Región natural selva	0.0586***	-0.6080***	-0.4120***	-0.0293
Base: Región natural costa	(0.0224)	(0.0207)	(0.0252)	(0.0188)
Superficie cosechada	0.0133***	0.00002	0.0022	0.0025
	(0.0035)	(0.0037)	(0.0042)	(0.0019)
Propiedad de la parcela	0.1130***	0.1620***	0.1740***	0.0072
	(0.0165)	(0.0167)	(0.0177)	(0.0088)
Precio de venta	-0.0027	0.0063	0.0041	0.0075**
	(0.0062)	(0.0064)	(0.0070)	(0.0035)
Capacitación y asistencia técnica	0.0639***	0.0654***	0.0591***	0.0240***
	(0.0079)	(0.0080)	(0.0093)	(0.0044)
Organización agropecuaria	0.0657***	-0.0096	-0.0371*	-0.0029
	(0.0164)	(0.0173)	(0.0199)	(0.0091)
Solicitud de crédito	0.0534***	0.1320***	0.1030***	0.0123
	(0.0155)	(0.0155)	(0.0181)	(0.0084)
Sexo	-0.0214	-0.0128	-0.0019	0.0002
	(0.0157)	(0.0159)	(0.0179)	(0.0088)
Edad	0.0025***	0.0010*	0.0014**	-0.0003
	(0.0005)	(0.0005)	(0.0006)	(0.0003)
Nivel educativo primaria	0.0393*	0.0489*	0.0784***	-0.0376**
Base: Sin nivel educativo	(0.0231)	(0.0251)	(0.0287)	(0.0188)
Nivel educativo secundaria	0.1090***	0.0702**	0.0818***	-0.0362*
Base: Sin nivel educativo	(0.0260)	(0.0276)	(0.0313)	(0.0200)
Nivel educativo superior	0.1900***	0.0895**	0.0662*	-0.0151
Base: Sin nivel educativo	(0.0355)	(0.0354)	(0.0392)	(0.0241)
Otras actividades	-0.0317**	-0.0170	0.0166	-0.0033
	(0.0130)	(0.0132)	(0.0148)	(0.0072)
Prueba F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Pseudo R ²	0.0806	0.1601	0.0839	0.0337

Predicciones correctas	75.96 %	75.20 %	65.15 %	94.46 %
Observaciones	4,568	4,568	4,568	4,568
Errores estándar entre paréntesis.				
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).



5.2.2. Modelos Econométricos de Recuento de Poisson

Los efectos marginales de las variables explicativas significativas de los modelos de recuento de Poisson de 2017, 2018 y 2019, representados en la Tabla 33, indican que:

Para el 2017, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra disminuye la tasa esperada de adopción de tecnologías en 34.43 %, mientras que pertenecer a la selva en 70.44 %. Además, cada hectárea adicional en la superficie de las plantaciones de cacao cosechado incrementa la tasa en 3.69 %, ser propietario de una parcela aumenta en 40.47 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en 22.32 %, mientras que ser miembro de una organización agropecuaria la reduce en 12.86 %. Haber solicitado un crédito aumenta la tasa en un 15.32 %. Por último, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación secundaria aumenta la tasa esperada de adopción en 25.64 %, y una educación superior en un 37.06 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % de nivel de confianza.

Para el 2018, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra disminuye la tasa esperada de adopción de tecnologías en 49.86 %, mientras que pertenecer a la selva en un 84.58 %. Aumentar una hectárea más en la superficie de las plantaciones de cacao cosechado incrementa la tasa en 4.80 %, y ser propietario de una parcela en 96.92 %. Recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica incrementa la tasa en un 24.95 %, solicitar un crédito en 31.39 %, cada año más de edad en 0.44 %. Finalmente, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación primaria aumenta la tasa esperada de adopción 19.69 %, y la educación secundaria en un 33.07 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza.

Para el 2019, y teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra disminuye la tasa esperada de adopción de tecnologías en un 37.44 %, mientras que pertenecer a la selva en un 72.11 %. Además, aumentar una hectárea más en la superficie de las plantaciones de cacao cosechado reduce la tasa en 3.07 %, y ser propietario de una parcela la aumenta en 32.33 %. Recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica incrementa la tasa en 21.25 %, y ser miembro de una organización agropecuaria en un 11.60 %. Haber solicitado un crédito incrementa la tasa en 37.75 %, y cada año más de edad en un 0.63 %. Así también,

teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación secundaria aumenta la tasa esperada de adopción en 21.70 %, la educación superior en 37.67 %. Realizar otras actividades para generar ingresos monetarios disminuye la tasa en un 9.09 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta a un 95.00 % del nivel de confianza.

Los efectos marginales de las variables explicativas significativas de los modelos de recuento de Poisson de las regiones costa, sierra y selva, presentados en la Tabla 33, indican que:

En cuanto a la costa, no se identifican variables independientes significativas, y el modelo rechaza la hipótesis de significancia conjunta al 95 % del nivel de confianza.

En relación a la sierra, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica, aumenta la tasa esperada de adopción de tecnologías en un 42.20 %. Además, al considerar como base no contar con nivel educativo, haber alcanzado la educación primaria incrementa la tasa en 77.51 %, y haber alcanzado una educación secundaria en 91.24 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza.

Respecto a la selva, y con base en 2017, estar en el 2018 disminuye la tasa esperada de adopción de tecnologías en 14.87 %, mientras que en el 2019 esa disminución es del 12.46 %. Además, cada hectárea adicional en la superficie de las plantaciones de cacao cosechado incrementa la tasa en 1.62 %. Ser propietario de una parcela la aumenta en un 54.41 %, y un incremento de un sol más en el precio de venta por kilo de cacao aumenta la tasa en 2.92 %. Recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica incrementa la tasa en un 20.39 %, haber solicitado un crédito en un 28.68 %, y cada año más de edad en 0.50 %. En base a no tener un nivel educativo, haber alcanzado una educación primaria aumenta la tasa esperada de adopción de tecnologías en 12.49 %, la educación secundaria en 23.51 %, y la educación superior en 36.33 %. Realizar otras actividades aparte de las agropecuarias reduce la tasa en un 5.63 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza.

Los efectos marginales de las variables explicativas significativas del modelo de recuento de Poisson para el trienio 2017-2019³⁵, presentados en la Tabla 33, indican que:

Tomando como referencia el 2017, estar en el 2018 disminuye la tasa esperada de adopción de tecnologías en 11.56 %, mientras que en 2019 la disminución es del 9.19 %. Respecto a la ubicación geográfica, teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra reduce la tasa en un 56.71 % y a la selva en un 97.62 %. Además, cada hectárea adicional de plantación de cacao cosechado incrementa la tasa en un 1.99 %, ser propietario de una parcela lo hace en un 55.38 %, recibir un servicio de extensión agraria, capacitación o asistencia técnica en un 22.22 %, haber solicitado un crédito en un 27.75 %, y cada año adicional de edad aumenta la tasa en un 0.48 %. Por último, teniendo como referencia no tener un nivel educativo, haber alcanzado la educación primaria aumenta la tasa esperada de adopción de tecnologías en 14.36 %, la educación secundaria en un 24.84 %, y la educación superior en un 34.44 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95.00 % del nivel de confianza.

³⁵ Los efectos marginales del modelo de recuento de Poisson para la adopción del paquete tecnológico se ilustran en el Anexo 3.5.

Tabla 33.

Modelos de Recuento de Poisson, Efectos Marginales para los Años 2017, 2018, 2019, las Regiones Costa, Sierra y Selva, y el Trienio 2017-2019

Año / Región	2017	2018	2019	Costa	Sierra	Selva	2017-2019
Variables	Paquete tecnológico						
Año 2018	-	-	-	0.1825	-0.0665	-0.1487***	-0.1156***
Base: Año 2017	-	-	-	(0.1850)	(0.2202)	(0.0390)	(0.0382)
Año 2019	-	-	-	0.1417	-0.2631	-0.1246***	-0.0919**
Base: Año 2017	-	-	-	(0.1834)	(0.2518)	(0.0379)	(0.0377)
Región natural sierra	-0.3443**	-0.4986***	-0.3744**	-	-	-	-0.5671***
Base: Región natural costa	(0.1346)	(0.1287)	(0.1492)	-	-	-	(0.1187)
Región natural selva	-0.7044***	-0.8458***	-0.7211***	-	-	-	-0.9762***
Base: Región natural costa	(0.0943)	(0.0924)	(0.0987)	-	-	-	(0.0917)
Superficie cosechada	0.0369**	0.0480***	-0.0307*	0.0541	-0.0052	0.0162**	0.0199**
	(0.0164)	(0.0134)	(0.0161)	(0.1642)	(0.0463)	(0.0082)	(0.0087)
Propiedad de la parcela	0.4047***	0.9692***	0.3233***	-0.0266	0.4644	0.5441***	0.5538***
	(0.0804)	(0.0957)	(0.0782)	(0.2720)	(0.2829)	(0.0472)	(0.0476)
Precio de venta	0.0165	0.0246	0.0225	-0.0296	0.0289	0.0292*	0.0125
	(0.0305)	(0.0241)	(0.0251)	(0.0603)	(0.1059)	(0.0162)	(0.0147)
Capacitación y asistencia técnica	0.2232***	0.2495***	0.2125***	0.1200	0.4220***	0.2039***	0.2222***
	(0.0391)	(0.0342)	(0.0321)	(0.1350)	(0.1047)	(0.0197)	(0.0200)
Organización agropecuaria	-0.1286*	0.0149	0.1160*	0.2086	0.0873	-0.0103	0.0089
	(0.0766)	(0.0676)	(0.0641)	(0.1746)	(0.2278)	(0.0413)	(0.0397)
Solicitud de crédito	0.1532**	0.3139***	0.3775***	0.2173	0.2112	0.2868***	0.2775***
	(0.0659)	(0.0611)	(0.0630)	(0.1710)	(0.2239)	(0.0370)	(0.0364)
Sexo	-0.0376	-0.0969	0.0108	-0.0722	0.1583	-0.0462	-0.0405

	(0.0751)	(0.0645)	(0.0656)	(0.2021)	(0.2187)	(0.0395)	(0.0392)
Edad	0.0037	0.0044**	0.0063***	0.0011	0.0008	0.0050***	0.0048***
	(0.0024)	(0.0022)	(0.0021)	(0.0068)	(0.0071)	(0.0013)	(0.0013)
Nivel educativo primaria	0.1683	0.1969*	0.1117	0.0030	0.7751**	0.1249*	0.1436**
Base: Sin nivel educativo	(0.1291)	(0.1186)	(0.1219)	(0.3424)	(0.3725)	(0.0722)	(0.0592)
Nivel educativo secundaria	0.2564*	0.3307***	0.2170*	-0.1212	0.9124**	0.2351***	0.2484***
Base: Sin nivel educativo	(0.1388)	(0.1274)	(0.1301)	(0.3711)	(0.3983)	(0.0773)	(0.0659)
Nivel educativo superior	0.3706**	0.2420	0.3767**	-0.2520	-1.1271	0.3633***	0.3444***
Base: Sin nivel educativo	(0.1643)	(0.1525)	(0.1503)	(0.4292)	(1.4576)	(0.0895)	(0.0864)
Otras actividades	-0.0684	0.0551	-0.0909*	0.0966	0.1361	-0.0563*	-0.0397
	(0.0608)	(0.0562)	(0.0532)	(0.1712)	(0.1793)	(0.0326)	(0.0325)
Prueba F	0.0000	0.0000	0.0000	0.9052	0.0004	0.0000	0.0000
Pseudo R ²	0.0419	0.1174	0.0609	0.0071	0.0614	0.0512	0.0663
Observaciones	1,427	1,479	1,662	375	213	3,980	4,568
Errores estándar entre paréntesis.							
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1							

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

5.3. Discusión de los Resultados Econométricos

Los resultados significativos de los modelos para el trienio 2017-2019, los que cuentan con más observaciones, deben ser contrastados con las hipótesis formuladas, en las que se planteaba una la incidencia de factores exógenos sobre la adopción tecnológica, a través de la maximización del beneficio esperado (π) que realiza el productor del cacao mediante el uso de insumos.

Así, el paso de los años influiría de forma positiva en la decisión de adopción, como también las características de la unidad agropecuaria (φ_1), el pertenecer a la costa en contraposición con la sierra y la selva, una mayor superficie del cacao cosechado, ser propietario de la parcela, recibir capacitación y asistencia técnica, pertenecer a una cooperativa y/o comité de productores agropecuarios, y solicitar un crédito, serían variables de incidencia directa; y, de igual modo, el precio de los granos de cacao (P_y). Por otro lado, con respecto a las características del productor agropecuario (φ_2), un nivel educativo más alto y ser hombre afectarían positivamente a la adopción, mientras que la edad y realizar otra actividad aparte de la agropecuaria para obtener ingresos monetarios tendrían efectos ambiguos.

Para fines comparativos, a continuación, se resume en la Tabla 34, en relación al período 2017-2019, los resultados de los modelos probit para la adopción de abonos, fertilizantes, plaguicidas y manejo integrado de plagas; y el modelo de recuento de Poisson para la adopción del paquete tecnológico. Aquí, las variables independientes han sido acompañadas de la nomenclatura de las hipótesis (φ_1 , φ_2 y P_y), y aquellas que fueron significativas han sido sombreadas en verde claro.

Tabla 34.

Resumen: Resultados de Modelos Probit y de Recuento de Poisson, para el Trienio 2017-2019

Años	2017-2019				
	Probit				R. de Poisson
	Abonos	Fertilizantes	Plaguicidas	M. integrado de plagas	Paquete tecnológico
Año 2018 Base: Año 2017	-	-	-	-	-
Año 2019 Base: Año 2017	-	-	-	-	-
Región natural sierra (φ_1) Base: Región natural costa	+	-	-	-	-
Región natural selva (φ_1) Base: Región natural costa	+	-	-	-	-
Superficie cosechada (φ_1)	+	+	+	+	+
Propiedad de la parcela (φ_1)	+	+	+	+	+
Precio de venta (P_y)	-	+	+	+	+
Capacitación y asistencia técnica (φ_1)	+	+	+	+	+
Organización agropecuaria (φ_1)	+	-	-	-	+
Solicitud de crédito (φ_1)	+	+	+	+	+
Sexo (φ_2)	-	-	-	+	-
Edad (φ_2)	+	+	+	-	+
Nivel educativo primaria (φ_2) Base: Sin nivel educativo	+	+	+	-	+
Nivel educativo secundaria (φ_2) Base: Sin nivel educativo	+	+	+	-	+
Nivel educativo superior (φ_2) Base: Sin nivel educativo	+	+	+	-	+
Otras actividades (φ_2)	-	-	+	-	-
Prueba F	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Predicciones correctas	75.96 %	75.20 %	65.15 %	94.46 %	No aplica
Observaciones	4,568	4,568	4,568	4,568	4,568

Fuente. Elaborada a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estadistica-e-informatica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática,

2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

En primer lugar, para la adopción de abonos, se anticipaba una incidencia significativa y directa de la superficie cosechada de cacao, la propiedad de la parcela, la capacitación y asistencia técnica, la afiliación a una organización agropecuaria, la solicitud de crédito, la edad y el nivel educativo del agricultor. Además, se consideraba como una posibilidad la existencia de una relación significativa y negativa entre la aplicación de abonos y el realizar otras actividades no agropecuarias generadoras de ingresos.

Sin embargo, resultó inesperado que pertenecer a la región costa, en contraste con la sierra y la selva, tuviera un efecto significativo e inverso. Esto podría indicar que a los productores andinos y amazónicos les resulta menos complicado conseguir abonos orgánicos para nutrir sus tierras que acceder al mercado de los fertilizantes químicos, cuya obtención podría ser más costosa. La falta de precedentes de análisis sobre la adopción individual de abonos en los estudios empíricos internacionales y nacionales revisados dificulta establecer puntos de comparación.

En segundo lugar, en cuanto a la utilización de fertilizantes, se esperaba una afectación significativa y positiva de la pertenencia a la región costa, la propiedad de la parcela, la capacitación y asistencia técnica recibida, la solicitud de crédito, la edad y el nivel educativo del agricultor de cacao. Esto concuerda parcialmente con los planteamientos de Aneani *et al.* (2012) en Ghana, donde la aplicación de fertilizantes está determinada significativa y directamente por la edad y la cantidad de fincas con cultivos de cacao en propiedad del agricultor, lo cual podría reflejarse en nuestra variable significativa de propiedad de la parcela.

Por otro lado, Aneani *et al.* (2012) encuentran una relación negativa entre la adopción de fertilizantes y la obtención de créditos, un resultado inesperado por los autores, pero que se justificaría debido a los fondos limitados de los productores, lo que los llevaba a preferir adquirir tecnologías para controlar malezas y enfermedades. Es decir, en Ghana, el problema de las plagas sería prioritario, mientras que en el Perú, tanto el control de plagas como la nutrición de la tierra serían asuntos de igual relevancia para procurar una cosecha óptima.

En tercer lugar, para la adopción de plaguicidas, se esperaba una incidencia significativa y positiva de la pertenencia a la región costa, la propiedad de la parcela, la capacitación y asistencia técnica recibida, la solicitud de crédito, la edad y el nivel educativo del agricultor. En cambio, fue inesperado que pertenecer a una organización agropecuaria tuviera un efecto significativo e inverso, lo que sugiere que estas organizaciones prefieren motivar la utilización de tecnologías menos costosas y con mercados más accesibles, como los abonos.

Recuérdese que los plaguicidas agrupan a una gran variedad de insumos, como insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, bactericidas, nematocidas, rodenticidas, molusquicidas, entre otros. Es decir, se podría establecer un paralelo con los resultados de Aneani *et al.* (2012) en Ghana, quienes estudiaron la aplicación de insecticidas y herbicidas. Sin embargo, hay que advertir de las diferencias metodológicas, ya que en el país africano se analizó específicamente la adopción del control de las cápsides con insecticidas y el control manual de malezas con herbicidas. Además, los autores distinguieron entre adopción parcial, que ocurre de una a tres veces al año, y adopción total, que se registra cuatro veces al año.

En ese sentido, se sugiere una similitud con Ghana en cuanto al uso parcial y total de insecticidas, los cuales están determinados significativa y positivamente por el tamaño de la finca de cacao, lo que podría reflejarse en nuestra variable no significativa de superficie cosechada de cacao. Sin embargo, no existe concordancia en el caso de los herbicidas, donde el uso parcial y total está influenciado de modo significativo e inverso por el sexo masculino del agricultor, lo que podría indicar que para las mujeres de Ghana acceder al mercado de insumos es más complicado que en el Perú.

En cuarto lugar, para la adopción del manejo integrado de plagas, se esperaba una relación significativa y directa con la capacitación y asistencia técnica recibida. Sin embargo, fue inesperado encontrar que el nivel educativo del agricultor tuviera un impacto significativo y negativo, lo que sugiere que, a mayor nivel, y por ende, mayor capacidad de razonamiento y análisis, los productores de cacao estiman que el manejo integrado de plagas no es provechoso. Esta información necesita ser contrastada con otros estudios, más aún cuando la ENA agrupa como manejo integrado de plagas al conjunto de control mecánico, control físico, control cultural, control etológico, control genético y control legal, un grupo de prácticas tecnológicas

sin precedente de análisis en los estudios empíricos internacionales y nacionales revisados.

En quinto lugar, para la adopción del paquete tecnológico, que incluye el uso de abonos, fertilizantes, plaguicidas y el manejo integrado de plagas, se esperaba una incidencia significativa y positiva de la pertenencia a la región costa, la superficie cosechada de cacao, la propiedad de la parcela, la capacitación y asistencia técnica recibida, la solicitud de crédito, la edad y el nivel educativo del agricultor.

De acuerdo a las similitudes con los estudios empíricos internacionales y peruanos revisados, Torres y Rodríguez (2015) descubrieron que en el municipio colombiano de Rionegro, la adopción de clones, así como prácticas de manejo agronómico como la poda, fertilización, control de plagas y enfermedades, y gestión del suelo y el agua, está significativa y directamente determinada por el tamaño de los cultivos de cacao en hectáreas, un resultado que concuerda con los hallazgos de este estudio. Sin embargo, no coincide que la edad sea un factor no influyente, lo que indica un contexto agrario distinto en Rionegro y en Perú.

En cuanto al distrito peruano de Irazola, Ucayali, se difiere con Ochavano (2020) respecto a la significancia de los otros ingresos (que podrían reflejarse en nuestra variable de otras actividades no agropecuarias para obtener ingresos), los cuales determinan la adopción del paquete de tecnologías orgánicas de vivero, trasplante, material genético, preparación del sitio, diseño de plantación, distanciamiento de siembra, siembra, injerto, poda, abonamiento, desmalezado, control de plagas y enfermedades, cosecha, postcosecha, comercialización y estado de comercialización. En Irazola, la incidencia negativa por parte de los otros ingresos sugeriría que, a mayores ingresos monetarios por otras labores, la producción de cacao pierde importancia. Cabe precisar que, en esta tesis, el modelo de recuento de Poisson enfocado en la región selva recoge este efecto, lo que muestra una situación distinta entre la Amazonía peruana en comparación con el resto del país.

También, se observan similitudes con el estudio de Rodríguez del Aguila (2020), que analizó la adopción del paquete tecnológico de abonos, fertilizantes, plaguicidas, manejo integrado de plagas y control biológico en la producción peruana de café. En este estudio, el uso de tecnologías está determinado de forma significativa y positiva por el nivel de educación, el acceso al crédito, la edad, el sexo del productor y la propiedad de la parcela. Este resultado es relevante ya que proviene de una investigación que emplea la ENA 2018 como base de datos para analizar un cultivo

que, de igual modo, ha contribuido a combatir el narcotráfico en la selva alta del Perú dentro del contexto del auge agroexportador.

Se comentarán ahora los resultados no esperados que, por lo general, han sido reiterativos en los modelos probit y de recuento de Poisson.

Primeramente, que el paso de los años desfavorezca significativamente la adopción podría reflejar la problemática de contaminación de los suelos debido a la aplicación de insumos, según lo reportado por los cacaoteros en la ENA, una percepción que se acrecienta de 2017 a 2019. Esto coincide con el período en el que la Unión Europea endurecía sus restricciones de importación para evitar la compra de granos de cacao con elevados niveles de cadmio; lo que ha generado dificultades para los productores cuyos productos exceden los límites establecidos (Fajardo y Lopez, 2022; Gestión, 2018; Pérez, 2019; Solagro Soluciones Agrosostenibles, 2019).

En efecto, si bien hubo un estancamiento de las exportaciones durante 2017, 2018, 2019 y 2020, la producción de granos de cacao aumentó, ya que parte de la oferta habría sido destinada a la demanda interna y a la fabricación de bienes de valor agregado³⁶ para la exportación. De hecho, actualmente, los exportadores están importando cacao africano para combinarlo con el peruano, y así producir cacao en polvo que cumpla con lo establecido por las normativas europeas sobre el cadmio (Fajardo y Lopez, 2022). No obstante, en lo referente al crecimiento de la demanda interna de granos de cacao, esta no puede afirmarse ni calcularse con certeza, porque no existen en el país series temporales sobre este tema.

En cuanto al precio de venta, un factor económico que se ha demostrado que tiene una relación directa con la adopción en estudios empíricos nacionales e internacionales, la no significancia se debería al rango de valores que presenta, un aspecto que se aprecia en la estadística descriptiva de la ENA de 2017 al 2019. Efectivamente, el precio de venta de los granos de cacao por kilo varía considerablemente desde un mínimo de un sol hasta un máximo de doce soles. Por consiguiente, no es un mercado en competencia perfecta, lo que refleja la existencia de diversas especies y calidades del producto puesto en venta. Tal volatilidad en los precios de los cultivos, según observó Nerlove (1956), ocasiona que los productores no tomen decisiones de producción en base al precio actual del bien agrícola, sino

³⁶ Refiere a la manteca, grasa y aceite de cacao; chocolate y preparaciones con cacao; cacao en polvo; pasta de cacao; y residuos de cacao. La creciente producción de estos bienes de valor agregado es mostrada en la Tabla 5.

que se guíen por sus propias expectativas, influenciadas por los precios de las cosechas vendidas en el pasado. Este comportamiento también podría explicarse por el hecho de que los cacaoteros peruanos tienen dificultades para informarse sobre los precios del mercado.

Esto se alinea con el estudio de Torres y Rodríguez (2015), quienes detectaron para el uso de clones en Rionegro, Colombia, una afectación no significativa del precio actual del cacao por kilo. No obstante, cuando los autores regresionan el precio de dos períodos anteriores, este es un factor significativo y de signo negativo. Esta influencia negativa de los precios, aunque sin precisar el período, también fue registrada por Barrientos y Gómez (2017) en Nilo y Yacopí. En estos municipios colombianos, la naturaleza fluctuante de los precios, que además resultan ser bajos, desalienta la adopción de un paquete tecnológico que incluye renovación del cultivo, riego, compostaje, sombrero, fertilización, establecimiento del cultivo, buenas prácticas agrícolas, podas, manejo fitosanitario, manejo de malezas y poscosecha.

Por otra parte, hay tres resultados inesperados en cuanto a variables no significativas. El primer lugar, la no relevancia del sexo en la adopción de tecnologías podría indicar la ausencia de brechas de género, lo que sugiere que tanto los cacaoteros varones, que son la mayoría de los productores, como las mujeres, tendrían un acceso equitativo al mercado de insumos agrícolas. En segundo lugar, que la pertenencia a alguna organización agropecuaria no influya en la aplicación de fertilizantes y manejo integrado de plagas puede atribuirse a que estas organizaciones centrarían esfuerzos en tareas diferentes, por ejemplo, además de incentivar el uso de abonos orgánicos, estarían en la búsqueda y el análisis de nuevos mercados nacionales y extranjeros para el cacao. En tercer lugar, la escasa relevancia de las actividades no agropecuarias en la adopción tecnológica evidenciaría una independencia entre la actividad cacaotera y otras labores de los agricultores del cacao. Sin embargo, para esclarecer dicha afirmación, habría sido preferible contar con información sobre cuánto dinero se obtiene de estas otras actividades, lo cual no estaba disponible en la ENA.

Finalmente, es importante recordar que no se incorporaron en los modelos econométricos los precios de los insumos (P_x), debido a que las variables de la ENA presentan varios valores perdidos. Además, tampoco se incluyeron los costos fijos (CF) porque las preguntas de la encuesta estaban formuladas para saber cuáles eran

los costos de la actividad agropecuaria por completo, y no para la agricultura cacaotera en específico como lo exige el marco teórico.



Conclusiones

La presente investigación se enmarca en el auge agroexportador peruano, un proceso en curso que, desde la década de los noventa, incentiva al mercado agroindustrial. Como resultado principal de este, se ha observado un aumento en la producción y exportación de cultivos no tradicionales, como espárragos, uvas, mangos, paltas, arándanos, aceitunas, páprika, café y, al fruto sobre el cual se centra nuestro estudio, el cacao. Este último juega en la selva alta un papel en la lucha contra el narcotráfico, al sustituir los cultivos de hoja de coca, que son utilizados como insumo para la elaboración de clorhidrato de cocaína.

Esta tesis tiene como propósito determinar qué factores influyen en la adopción de tecnologías en la producción de cacao del país. Información clave que, dirigida a los responsables de políticas, tiene el fin de que tanto la cantidad como la calidad de los granos exportados mejoren. Esto no solo fortalecería el mercado del cacao, sino que también ofrecería a los agricultores cocaleros una alternativa más rentable a las plantaciones de coca, que han aumentado en los últimos años y representan un serio problema de seguridad nacional.

Después de examinar a profundidad este contexto, el estudio identificó las características del mercado nacional e internacional del cacao. Se destacó que San Martín se posiciona como el primer departamento productor de cacao, mientras que el Perú se mantiene entre los diez principales exportadores del mundo. También, se presentó un perfil de los productores cacaoteros peruanos que en su mayoría son hombres adultos jóvenes con educación primaria alcanzada, español como lengua materna y conductores de unidades agropecuarias localizadas en la Amazonía.

Asimismo, se proporcionó una explicación sobre lo que es la tecnología y cómo su adopción origina el progreso técnico. Se destacó que la adopción puede darse para la producción de cultivos mediante tecnologías agrícolas destinadas al aumento de la productividad, la mecanización de la actividad productiva o para la estimulación de los procesos biológicos de la planta. Se indicó también que existen factores tecnológicos, económicos, institucionales y específicos del hogar que influyen en la adopción. Posteriormente, se resumieron los hallazgos más importantes de seis estudios empíricos que responden a cuáles son los determinantes de la adopción tecnológica en la producción agrícola del cacao, así como un estudio sobre el café. Aunque los factores y tecnologías considerados en cada estudio son diferentes, es posible

evidenciar que los factores relacionados con los criterios tecnológicos, económicos, institucionales y específicos del hogar influyen de modo significativo en la adopción de tecnologías.

Es de esta manera como explicamos, bajo el Proceso de Decisión de Innovación, una cadena causal que deriva en la adopción de tecnologías agrícolas a partir de las etapas de conocimiento, persuasión, decisión, implementación y confirmación. Para priorizar el nivel de decisión, que implica un análisis microeconómico, utilizamos el Modelo Convencional de Adopción Tecnológica. Este modelo permite introducir el problema del productor, quien, al maximizar y comparar los beneficios esperados, se encuentra en la disyuntiva de adoptar una tecnología nueva o permanecer con la tecnología previa.

La hipótesis planteada sugiere que la adopción de las prácticas agrícolas de innovación, tanto químicas como orgánicas (abonos, fertilizantes, plaguicidas o manejo integrado de plagas), está relacionada significativamente con diversos factores. Estos incluyen el año de la encuesta, las características de la unidad agropecuaria (la pertenencia a una región natural, la superficie y propiedad de la parcela), el precio de los cultivos cosechados destinados al mercado, los servicios de extensión agraria (recibir capacitación y/o asistencia técnica), la pertenencia a una organización agropecuaria, la solicitud de créditos y las características del productor agropecuario (el sexo, la edad, el nivel educativo alcanzado y la realización de otras actividades para obtener ingresos). Para ello, se eligió a la ENA de 2017, 2018 y 2019 como las fuentes de datos que contienen las variables mencionadas. Con ellas, se realizaron cuatro modelos de regresión econométrica probit, con las cuatro tecnologías por separado como factores dependientes, para cada año y el período de tres años. Además, se llevó a cabo un modelo de recuento de Poisson, con una variable que cuantifica la cantidad de prácticas tecnológicas utilizada como factor dependiente, para cada año, región natural y el período de tres años.

Ya con la propia base de datos depurada a partir de la ENA, se planteó una estadística descriptiva en la que se seleccionó únicamente a los productores de cacao conductores de unidades agropecuarias que comercializan su producto, en línea con lo indicado por el modelo teórico sobre la adopción de insumos agrícolas. Así, se descubrió que la mayoría de estos agricultores venden su cacao. De esta muestra, para las variables dependientes de innovación, se determinó que los cacaoteros no suelen adoptar tecnologías, de hecho, utilizan en promedio solo una de cuatro.

Además, se registró que entre 2017 y 2019, la adopción de insumos disminuyó principalmente por la percepción de que la tecnología agrícola podría contaminar el suelo donde se cultivan los árboles de cacao.

En esa misma línea, para los factores explicativos y los relacionados a estos, se encontraron los siguientes hallazgos: primero, los productores de cacao se concentran mayormente en la región natural de la selva, son propietarios de una parcela y cosechan aproximadamente una hectárea y media de cacao. Segundo, el precio promedio de venta del cacao cosechado es de S/ 5.44 por kilo; considerando el valor de la venta realizada, esta tendrá un promedio de S/ 5,328.07, siendo más elevado el monto cuando se utilizan prácticas tecnológicas en la unidad agropecuaria. Tercero, los cacaoteros no suelen recibir capacitación ni asistencia técnica. Cuarto, por lo general, los agricultores de cacao no pertenecen a organizaciones agropecuarias. Quinto, pocos productores solicitan crédito, aunque casi todos los solicitantes lo obtienen. Sexto, la mayoría de los cacaoteros son hombres de entre 45 y 64 años, que han alcanzado la educación primaria, y realizan otras actividades generadoras de ingresos además de la agropecuaria.

Luego, al realizar las regresiones en el programa Stata, los resultados de los modelos econométricos probit para el período 2017-2019 señalan lo siguiente:

Para los abonos, son variables independientes, significativas y positivas: no pertenecer a la región natural de la costa, tener una mayor superficie cosechada, ser propietario de al menos una parcela de cacao, recibir capacitación y/o asistencia técnica, ser miembro de una organización agropecuaria, solicitar un crédito, contar con más años de edad y tener un mayor nivel educativo. Las variables significativas y negativas son el paso de los años y realizar otras actividades generadoras de ingresos aparte de la agropecuaria.

Para los fertilizantes y plaguicidas, las variables explicativas, significativas y positivas son: ser propietario de al menos una parcela de cacao, recibir capacitación y/o asistencia técnica, solicitar un crédito, contar con más años de edad y tener un mayor nivel educativo. Las variables significativas y negativas son el paso de los años, no pertenecer a la región natural de la costa y, únicamente para los plaguicidas, ser miembro de una organización agropecuaria.

Para el manejo integrado de plagas, las variables independientes, significativas y positivas son: vender a un mayor precio el kilo de cacao y recibir capacitación y/o

asistencia técnica. La variable significativa y negativa es contar con un mayor nivel educativo.

El resultado del modelo de recuento de Poisson para el trienio 2017-2019 señala que las variables explicativas, significativas y positivas son: tener una mayor superficie cosechada, ser propietario de al menos una parcela de cacao, recibir capacitación y/o asistencia técnica, solicitar un crédito, contar con más años de edad y tener un mayor nivel educativo. Por otro lado, las variables significativas y negativas son el paso de los años y no pertenecer a la región natural de la costa.

Los resultados obtenidos de las regresiones probit y de recuento de Poisson son de utilidad para los funcionarios estatales, especialmente para aquellos del Ministerio de Educación (Minedu), del Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (Mincetur), del Ministerio de la Producción (Produce), del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y, principalmente, del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Midagri). Estos hallazgos pueden ayudar en el diseño, ejecución y monitoreo de políticas para fomentar la adopción de paquetes tecnológicos en la producción de cacao (abonos, fertilizantes, plaguicidas y manejo integrado de plagas).

Del modelo de recuento de Poisson para el trienio 2017-2019 se identifican varios factores significativos que influyen en la adopción del paquete tecnológico y que pueden ser abordados mediante políticas públicas. Estos factores son: ser propietario de la parcela, recibir capacitación y asistencia técnica, solicitar un crédito, y haber alcanzado un mayor grado educativo. En función de estas variables seleccionadas, se presentan a continuación cuatro recomendaciones para los responsables de la formulación de políticas en el país. Recomendaciones que deben adaptarse a cada región natural del Perú, ya que el contexto costeño, andino y amazónico es diferente en términos de recursos, infraestructura y niveles socioeconómicos.

Primero, facilitar a los cacaoteros que conducen unidades agropecuarias la información necesaria para acceder a la titulación de tierras. Y, a la par, procurar que los trámites de titulación sean rigurosos, pero no tan prolongados ni costosos, y que sean entendibles y accesibles tanto de forma presencial como virtual a través de páginas web estatales.

Segundo, crear programas de capacitación y asistencia técnica para las zonas dedicadas a la agricultura del cacao, disponibles en modalidades presencial y virtual. Estos programas deben realizarse de manera periódica y consistir en lecciones sobre

las cuatro prácticas de innovación tecnológica, con la participación de expertos en materia agrícola.

Tercero, fortalecer el sector de las microfinanzas en los territorios cacaoteros por medio de incentivos, especialmente monetarios, para las empresas privadas prestamistas. Así como también, impulsar la competencia en el mercado crediticio al incluir la participación del Estado en la provisión de créditos y/o bonos para los agricultores que requieran aplicar las prácticas tecnológicas.

Cuarto, reformular la enseñanza en las zonas de incidencia agrícola cacaotera, abarcando los niveles primario, secundario y superior. Esto implica incluir planes de estudio relacionados a la agricultura, haciendo hincapié en las buenas prácticas agrícolas. Así también, es importante garantizar que la educación sea de calidad y tenga cobertura completa para los niños, jóvenes y adultos.

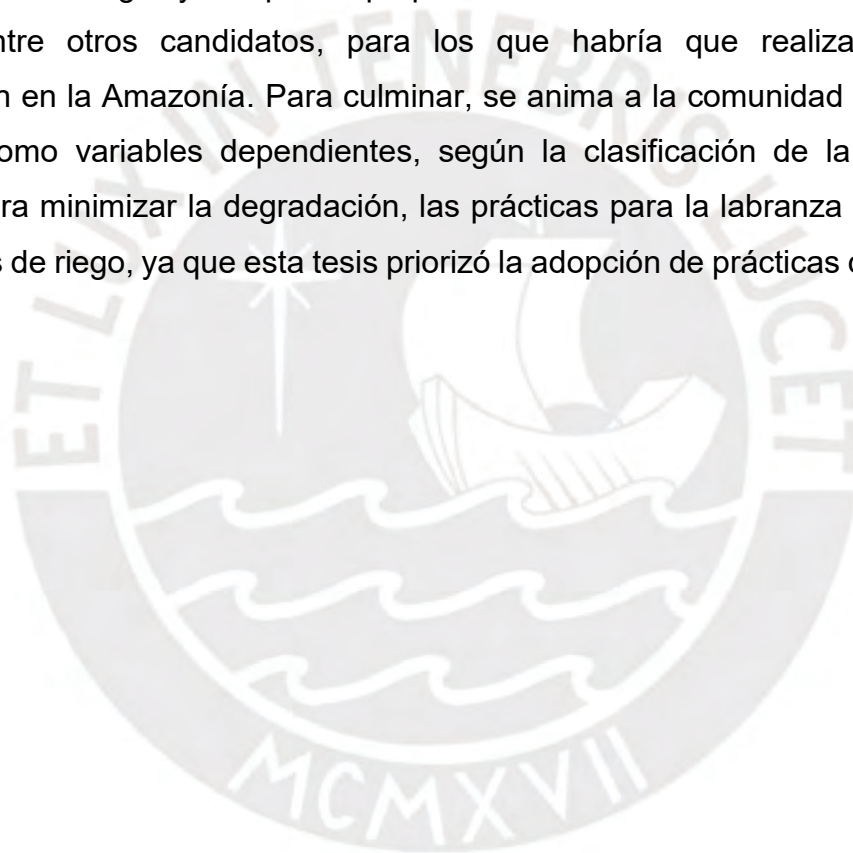
El objetivo es contribuir con el auge agroexportador del cacao mediante el impulso del progreso tecnológico en el proceso productivo. Esto busca aumentar tanto la cantidad como la calidad de los granos de cacao, y, por ende, mejorar las ganancias de las pequeñas y medianas unidades agropecuarias desde una perspectiva de maximización de beneficios. Se trata de una oportunidad efectiva para combatir al narcotráfico, ya que ofrece a los coccaleros una opción fructífera en lugar de dedicarse a las plantaciones ilegales de hoja de coca, cuya proliferación ha ido incrementándose en los últimos años.

Finalmente, se espera ampliar los conocimientos respecto a los factores que influyen en la adopción tecnológica en la producción de cacao en Perú a nivel nacional. En esa misma línea, como propuesta de investigación futura, se plantea realizar estudios que incluyan y documenten visitas presenciales a las zonas agrícolas de cultivo de cacao. Esto permitirá contrastar los aspectos teóricos aquí expuestos con la vivencia directa de los agricultores.

En estas visitas de campo, los investigadores podrían utilizar un formulario de preguntas variadas y de lenguaje amigable, validadas por psicólogos, antropólogos y dirigentes agrícolas familiarizados con el tema. El objetivo es conocer el día a día de los cacaoteros: cómo y por qué realizan actividades agrícolas, con qué otros productos trabajan, y si han cultivado o consideran cultivar hoja de coca. Además, se profundizaría en las razones: ¿el cacao demora en crecer?, ¿las plagas destruyen sus

plantaciones?, ¿les han rechazado la venta de su producto por mala calidad³⁷?, ¿es rentable el precio por kilo de cacao?, ¿necesitan usar abonos, fertilizantes, plaguicidas o manejo integrado de plagas, y lo pueden hacer? y ¿creen que el cacao es un producto que “vale la pena”?

Pero, no es recomendable centrarse únicamente en un producto agrícola. Debido a la escasez de estudios sobre la adopción tecnológica peruana, sería conveniente realizar el mismo análisis con otros cultivos similares al cacao que, además de ser protagonista en el auge agroexportador, cuenta con la ventaja de competir con la hoja de coca en la selva alta del país. Se propone aplicar el marco teórico, la metodología y los pasos propuestos en este estudio al café, la palma aceitera, entre otros candidatos, para los que habría que realizar visitas de identificación en la Amazonía. Para culminar, se anima a la comunidad académica a investigar como variables dependientes, según la clasificación de la ENA, a las prácticas para minimizar la degradación, las prácticas para la labranza de la tierra y las prácticas de riego, ya que esta tesis priorizó la adopción de prácticas con insumos.



³⁷ El fin de esta pregunta es conocer sobre la presencia de metales pesados, como el cadmio, en los productos de los agricultores del cacao.

Referencias Bibliográficas

Aneani, F., Anchirinah, V., Owusu-Ansah, F., & Asamoah, M. (2012). Adoption of Some Cocoa Production Technologies by Cocoa Farmers in Ghana. *Sustainable Agriculture Research*, 1(1), 103-117. <https://doi.org/10.5539/sar.v1n1p103>

Arahuanaza, N. (2018). *Factores específicos en el proceso de adopción de tecnología en cacao y otras prácticas de producción en cultivos nativos en Tamshiyacu, distrito de Fernando Lores, región Loreto, 2018* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. Repositorio Institucional Digital Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/5796/Never_tesis_titulo_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Asociación Peruana de Productores de Cacao (2020). *Promoviendo el cacao peruano e intereses de los productores a nivel mundial*. Recuperada el 3 de mayo de 2022, de <http://appcacao.org/aprender/>

Banco Central de Reserva del Perú. (2022). *Correlacionador Exportaciones no Tradicionales por Sector Económico*. <https://www.bcrp.gob.pe/estadisticas/correlacionador-exportaciones-no-tradicionales-por-sector-economico.html>

Banco Central de Reserva del Perú. (2024). *Agrícola – Agroexportación e Industrial – Cacao*. [Conjunto de datos]. <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05088AA/html/2005/2024/>

Barkley, A. & Barkley, P. (2013). *Principles of Agricultural Economics*. Routledge https://zalamsyah.files.wordpress.com/2018/02/2-principles-of-agricultural-economics_andrew-barkley-paul-w-barkley.pdf

Barrientos, J. C., & Gómez, W. A (2017). *Análisis de la adopción de tecnología de producción de cacao en Nilo y Yacopí (Cundinamarca – Colombia)*. International Symposium on Cocoa Research. <https://www.icco.org/wp-content/uploads/T7.235.ANALISIS-DE-LA-ADOPCION-DE-TECNOLOGIA-DE-PRODUCCION-DE-CACAO-EN-NILO-Y-YACOPI-CUNDINAMARCA-COLOMBIA.pdf>

Boahene, K., Snijders, T., & Folmer, H. (1999). An Integrated Socioeconomic Analysis of Innovation Adoption: The Case of Hybrid Cocoa in Ghana. *Journal of Policy Modeling*, 21(2), 167-184. [https://doi.org/10.1016/S0161-8938\(97\)00070-7](https://doi.org/10.1016/S0161-8938(97)00070-7)

Bonabana-Wabbi, J. (2002). *Assessing Factors Affecting Adoption of Agricultural Technologies: The Case of Integrated Pest Management (IPM) in Kumi District, Eastern Uganda* [Tesis de maestría, Instituto Politécnico y Universidad Estatal de Virginia]. Virginia Tech Theses and Dissertations. <http://hdl.handle.net/10919/36266>

Carranza, L., Gallardo, J. P., & Vidal, R. (2012). *Las barreras al crecimiento económico en San Martín*. Banco Interamericano de Desarrollo, Consorcio de Investigación Económica y Social, y Universidad San Martín de Porres. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/14249/las-barreras-al-crecimiento-economico-en-san-martin>

Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas. (2021, octubre). *Producción estimada de hoja de coca en el Perú en 2019* (Reporte n° 2 - 2021). Devida. <https://sistemas.devida.gob.pe/siscod/documentos>

Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas. (2022, septiembre). *Superficie cultivada con arbusto de hoja de coca monitoreada en 2021* (Reporte n° 7 – 2022). Devida. <https://sistemas.devida.gob.pe/siscod/documentos>

Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas. (2023, 6 de noviembre). *Repositorio de Datos*. Recuperado el 6 de noviembre de 2023, de <https://sistemas.devida.gob.pe/siscod/repositorio>

Contreras, C., & Cueto, M. (2013). *Historia del Perú Contemporáneo: Desde las lucas por la independencia, hasta el presente*. Instituto de Estudios Peruanos. https://www.academia.edu/37157952/HISTORIA_DEL_PER%C3%9A_CONTEMPO_RANEO_-_Carlos_Contreras.pdf

Decreto de Urgencia 043-2019. (2019). *Modifica la Ley N° 27360, para promover y mejorar las condiciones para el desarrollo de la actividad agraria*. Presidencia del Consejo de Ministros. https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/2016_2021/Decretos/Urgencias/2019/DU043.pdf

Decreto Supremo 192-2020-PCM. (2020). *Decreto Supremo que aprueba la Política Nacional contra las Drogas al 2030*. Presidencia del Consejo de Ministros. <https://www.gob.pe/institucion/pcm/normas-legales/1431934-192-2020-pcm>

Domencich, T., & McFadden, D. (1975). *Urban Travel Demand: A Behavioral Analysis*. North Holland Publishing. <https://eml.berkeley.edu/~mcfadden/travel.html>

Fajardo Barahona, J. S., & Lopez Isidro, C. C. (2022). *El efecto en las exportaciones peruanas de cacao en grano y polvo de cacao debido a la modificación del reglamento de la Unión Europea sobre el nivel máximo de cadmio* [Tesis de licenciatura, Universidad de Lima]. Repositorio Institucional de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/17405>

Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024). *Crops and Livestock Products*. [Conjunto de datos]. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019a). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019*. [Conjunto de datos]. <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>

Garavito, C. (2014). *Microeconomía: Consumidores, productores y estructuras de mercado*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://www.academia.edu/37735136/Microeconom%C3%ADa>

Gestión. (2018, 7 de agosto). Unión Europea pone en jaque al cacao peruano por la presencia del cadmio. *Gestión*. Recuperado el 20 de noviembre de 2023, de <https://gestion.pe/economia/union-europea-pone-jaque-cacao-peruano-presencia-cadmio-240787-noticia/>

Gobierno del Perú. (2020, 16 de octubre). Pasco: Devida entrega más de mil toneladas de abono a productores para fertilizar 3351 hectáreas de cacao. *Portal de noticias de la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas*. Recuperado el 9 de julio de 2022, de <https://www.gob.pe/institucion/devida/noticias/307639-pasco-devida-entrega-mas-de-mil-toneladas-de-abono-a-productores-para-fertilizar-3351-hectareas-de-cacao>

Gobierno del Perú. (2021a, 21 de diciembre). Devida entrega más de 900 toneladas de abonos y fertilizantes para productores de cacao. *Portal de noticias de la Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas*. Recuperado el 9 de julio de 2022, de <https://www.gob.pe/institucion/devida/noticias/571886-devida-entrega-mas-de-900-toneladas-de-abonos-y-fertilizantes-para-productores-de-cacao>

Gobierno del Perú. (2021b). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019 - [Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI]*. Plataforma Nacional de Datos Abiertos. Recuperado el 9 de julio de 2022, de <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>

Gobierno Regional de Junín. (2019, 16 de septiembre). *Gobierno Regional de Junín impulsará las ferias regionales de café y del cacao*. Recuperado el 9 de julio de 2022, de http://www.regionjunin.gob.pe/noticia/id/2019091605_grj_impulsara_las_ferias_regionales_de_cafe_y_del_cacao/

Gobierno Regional de San Martín. (2020, 3 de noviembre). *En San Martín mejorarán producción de cacao con fertilizantes hidrosolubles*. Recuperado el 9 de julio de 2022, de <https://www.regionsanmartin.gob.pe/Noticias?url=noticia&id=6130>

Greene, W. (2018). *Econometric Analysis*. (8ª ed.). Pearson.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2012). *IV Censo Nacional Agropecuario (Cenagro) 2012*. [Conjunto de datos]. <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/censo-nacional-agropecuario-cenagro-2012-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2017). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017*. [Conjunto de datos]. http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018*. [Conjunto de datos]. <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019a). *Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019*. [Conjunto de datos]. <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019b). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019: cuestionario pequeños – medianos productores*. https://proyectos.inei.gob.pe/iinei/srienaho/Descarga/DocumentosMetodologicos/2019-62/01_CUESTIONARIO_PEQUENOS_MEDIANOS_2019.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019c). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019: manual del encuestador/a*. https://proyectos.inei.gob.pe/iinei/srienaho/Descarga/DocumentosMetodologicos/2019-62/04_MANUAL_DEL_ENCUESTADOR_ENA_2019.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2019d). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2019: principales resultados*. https://proyectos.inei.gob.pe/iinei/srienaho/Descarga/DocumentosMetodologicos/2019-62/08_PRESENTACION_PRINCIPALES_RESULTADOS_ENA_2019.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2021). *Pobreza*. [Conjunto de datos]. <https://m.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poverty/>

International Monetary Fund. (2023) *Global price of Cocoa - PCOCOUSD*. Recuperado del Federal Reserve Bank of St. Louis. <https://fred.stlouisfed.org/series/PCOCOUSD>

Kurtz, Jim. (2021, 20 octubre). The Importance of Innovation in the Agricultural Sector. *Harvest Harmonics Blog*. Recuperado el 9 de julio de 2022, de <https://www.harvestharmonics.com/the-importance-of-innovation-in-the-agricultural-sector/>

Latina Televisión. (2021, 25 de octubre). *Agricultores cocaleros se oponen a la erradicación de cultivos de la hoja de coca* [video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=sDg2ed2Qmal>

Ley 27360. (2000). *Ley que aprueba las Normas de Promoción del Sector Agrario*. Congreso de la República del Perú. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/5C947E120537341B05257B7A004B13E5/\\$FILE/27360.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/5C947E120537341B05257B7A004B13E5/$FILE/27360.pdf)

Ley 31110. (2020). *Ley del régimen laboral agrario y de incentivos para el sector agrario y riego, agroexportador y agroindustria*. Congreso de la República del Perú. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1535274/Ley%2031110.pdf?v=1610035145>

Loevinsohn, M., Sumberg, J., & Diagne, A. (2012). *Under what circumstances and conditions does adoption of technology result in increased agricultural productivity?*. EPPi Centre, Social Science Research Unit, Institute of Education, University of London.

<http://eppi.ioe.ac.uk/cms/Portals/0/PDF%20reviews%20and%20summaries/Agricultural%20technology%202012Loevinsohn%20protocol.pdf?ver=2012-12-12-104836-213>

Maletta, H. (2017). Globalization, Family Farming and Foreign Trade in Peru. En A. M. Buainain, M. R. de Sousa, & Z. Navarro (eds.), *Globalization and Agriculture: Redefining Unequal Development* (pp. 51- 70). Lexington Books. <https://rowman.com/ISBN/9781498542265/Globalization-and-Agriculture-Redefining-Unequal-Development>

Manrique, H. (2016). *El fin de la guerra de la cocaína: construcción del Estado y desarrollo alternativo en la región San Martín (1978-2015)* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7280>

Mendoza, W., & Leyva, J. (2017). *La economía del VRAEM. Diagnóstico y opciones de política*. CIES-USAID. <https://cies.org.pe/publicaciones/la-economia-del-vraem-diagnostico-y-opciones-de-politica/>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2003). *Caracterización de las Zonas Productoras de Cacao en el Perú y su Competitividad* [informe técnico]. Instituto Nacional de Innovación Agraria. <https://repositorio.midagri.gob.pe/handle/20.500.13036/577>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (1994). *Perú: compendio estadístico agrario, 1990-1993*.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2007a). *Perú: compendio estadístico agrario, 1994-2005*.

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2007b). *Plan estratégico: Cadena agroproductiva del cacao*. <https://es.scribd.com/document/346712685/Plan-Estrategico>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2016). *Estudio del cacao en el Perú y en el mundo. Un análisis de la producción y el comercio*. <https://camcafeperu.com.pe/admin/recursos/publicaciones/Estudio-cacao-Peru-y-Mundo.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2018). *Análisis de la cadena productiva del cacao con enfoque en los pequeños productores de limitado acceso al mercado*. <file:///D:/Users/a20181393/Downloads/analisis%20de%20la%20cadena%20productiva%20del%20cacao-1.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2020). *Observatorio de commodities: Cacao*. http://repositorio.midagri.gob.pe/jspui/bitstream/20.500.13036/844/1/Commodities%20Cacao_%20oct-dic%202021.pdf

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2021). *Observatorio de commodities: Cacao*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2009611/Commodities%20Cacao%3A%20ene-mar%202021.pdf>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego. (2023). *Observatorio de commodities: Cacao*. <https://repositorio.midagri.gob.pe/bitstream/20.500.13036/1583/1/Observatorio%20de%20Commodities%20Cacao%20ene-mar%202023%20%281%29%20%281%29.pdf>

Ministerio de Desarrollo e Inclusión Social. (2020, 6 de febrero). *Productores de cacao en Junín modernizan procesos de cultivo con capacitaciones técnicas en Tambo del MIDIS*. Recuperado el 9 de julio de 2022, de <https://www.pais.gob.pe/webpais/public/prensa/notas/productores-de-cacao-en-junin-modernizan-procesos-de-cultivo-con-capacitaciones-tecnicas-en-tambo-del-midis>

Mwangi, M., & Kariuki S. (2015). Factors Determining Adoption of New Agricultural Technology by Smallholder Farmers in Developing Countries. *Journal of Economics and Sustainable Development*, 6(5), 208-217. <https://core.ac.uk/download/pdf/234646919.pdf>

Nerlove, M. (1956). Estimates of the Elasticities of Supply of Selected Agricultural Commodities. *American Journal of Agricultural Economics*, 38(2), 496-509. https://econpapers.repec.org/article/oupajagec/v_3a38_3ay_3a1956_3ai_3a2_3ap_3a496-509..htm

Nicholson, W. (2008). *Teoría microeconómica. Principios básicos y ampliaciones*. (9ª ed.). Cengage Learning. <https://elvisjgblog.files.wordpress.com/2019/04/teorc3ada-microeconc3b3mica-9c2b0-edicic3b3n-walter-nicholson.pdf>

Ochavano, F. (2020). *Factores que determinan la adopción de tecnologías orgánicas por los productores de cacao (Theobroma cacao L) del Distrito de Irazola - Provincia de Padre Abad - Ucayali - Perú* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía]. Repositorio Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía. <http://repositorio.unia.edu.pe/handle/unia/262>

Ogata, N., Suardfáz, A., Domínguez, N., Zárate, R. y Canales, D. (2009). *Cacao. Etnobotánica*. <https://www.uv.mx/ethnobotany/index-ac.html>

Palma, L. (2018). *Niveles de productividad y rentabilidad del cultivo de cacao (Theobroma cacao L.) en la región San Martín: 2000-2016* [Tesis de Licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio de la Universidad Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3532>

Pérez, S. (2019, 5 de julio). UE castiga precio del cacao orgánico de Perú y pierde los US\$ 1,000 adicionales. *Gestión*. <https://gestion.pe/economia/ue-castiga-precio-cacao-organico-peru-pierde-us-1-000-adicionales-272263-noticia/?ref=gesr>

Ramírez, O. A., & Schultz, S. D. (2000). Poisson Count Models to Explain the Adoption of Agricultural and Natural Resource Management Technologies by Small Farmers in Central American Countries. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 32(1), 21-33. <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-and-applied-economics/article/abs/poisson-count-models-to-explain-the-adoption-of-agricultural-and-natural-resource-management-technologies-by-small-farmers-in-central-american-countries/7E6A131C3C3619658A57ABD6A35C34D1>

Roberts, K. & Grabowski, M. (1996). Organizations, Technology and Structuring. En S. Clegg, C. Hardy, & W. Nord (eds.), *Handbook of Organization Studies*. Sage. <https://uk.sagepub.com/en-gb/eur/the-sage-handbook-of-organization-studies/book225036>

Rogers, E. (2003). *Diffusion of Innovations*. Free Press.

Rodriguez del Aguila, D.R. (2020). *Determinantes de la adopción de tecnología: Caso del café en el Perú* [Tesis de bachiller, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio de tesis de la Pontificia Universidad Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/20132/RODRIGUEZ_DEL_AGUILA_DANNA_ROSARIO_DETERMINANTES_ADOPCION.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Solagro Soluciones Agrosostenibles. (2019, 29 de enero). *Cacao peruano: ¿cómo afecta la contaminación por plaguicidas?* Recuperado el 20 de noviembre de 2023, de <https://solagro.com.pe/blog/cacao-peruano-como-afecta-la-contaminacion-por-plaguicidas/>

Torres, F., & Rodríguez, D. (2015). *Análisis de la adopción de tecnología mejorada para la producción de cacao en el municipio de Rionegro – Santander* [Trabajo de titulación, Universidad Santo Tomás]. Repositorio Universidad Santo Tomás <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/875>

Valdés, R., Basombrío, C., & Vera, D. (2021). *Las economías criminales y su impacto en el Perú ¿Cuáles? ¿Cuánto? ¿Dónde? ¿Cómo?*. Capital Humano y Social <https://www.kas.de/es/web/peru/einzeltitel/-/content/las-economias-criminales-y-su-impacto-en-el-peru-1>

Vásquez, K. (2015). Determinantes del crecimiento agroexportador en el Perú. *Revista Moneda*, 161(1), 22-28. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-161/moneda-161-05.pdf>

Vicini, L. (2011). *Adopción de tecnología agrícola*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-adopcion-tecnologia-agricola.pdf>

Wooldridge, J. (2002). *Introductory Econometrics: A Modern Approach*. South-Western Publishing Co.

Zepeda, L., & Castillo, M. (1997). The Role of Husbands and Wives in Farm Technology Choice. *American Journal of Agricultural Economics*, 79(2), 583-588. <https://doi.org/10.2307/1244155>

Anexos

Anexo 1. Entrevista de Latina Televisión a agricultores y vendedores de coca en San Gabán, Puno, 2021

Los comentarios y diálogos que se presentan a continuación han sido transcritos de un reportaje de Latina Televisión (2021) grabado en el distrito amazónico de San Gabán, en el departamento de Puno. El reportaje recoge los comentarios de agricultores y vendedores de la hoja de coca en medio de un paro cocalero en contra de la erradicación de este cultivo. Las entrevistas se hicieron a diversos agricultores y vendedores en distintos escenarios, razón por la cual se han organizado de la siguiente manera:

Comentario I

Agricultora.- Esto lo llevo a la sierra, me lo cambio con papa, con chuño... con lo que tenemos que comer... ¿cómo me van a decir que soy narcotraficante?

Comentario II

Vendedora.- Nosotros vendemos en el mercado público... vendemos... y no en cantidad... así, poquito (se observan aproximadamente ocho bolsones)... para el consumo de las personas.

Comentario III

Reportero.- Vendiendo a ocho soles la libra de hoja de coca (0.45 kg) en los mercados o en sus tiendas, ellas (las vendedoras) pueden llegar a ganar 150 soles semanales, es por eso que pese a no ser agricultoras, la erradicación de la hoja de coca en la selva de Puno es un tema que les preocupa.

Diálogo I

Reportero.- Si finalmente erradican la hoja de coca, ¿de qué van a trabajar ustedes?

Vendedora.- No vamos a trabajar pues, nosotros... es lo único que tenemos... con eso educamos a nuestros hijos... si van a erradicar... ¿de qué vamos a vivir?

Comentario IV

Agricultor.- Simplemente, esta población está pidiendo el cumplimiento de una autoridad nacional... la propuesta del presidente (Pedro Castillo) era el respaldo al cultivo de la coca... entonces, es lo único que estamos pidiendo.

Comentario V

Agricultor.- ¿Devida (Comisión Nacional para el Desarrollo y Vida sin Drogas) ha trabajado? Sí, pero ha tenido intentos fallidos, porque la rentabilidad y sostenibilidad del producto alternativo no es rentable para el agricultor... ese es el detalle... Si Devida tiene tantos millones, porque primero no fertiliza la tierra y de esa manera recién poder plantar... porque fácil es agarrar y sacar fotos del VRAE (Valle del Río Apurímac y Ene) para presentar en los informes.

Diálogo II

Agricultor.- Con eso (la coca) a nuestros hijos los mantenemos... estudian en las universidades... algunos están chiquititos... por ese motivo.

Reportero.- Pero ustedes también tienen cacao (señala a las plantaciones de cacao).

Agricultor.- Pero el cacao no da pues, señor periodista, ¿no estás viendo? (le muestra un fruto de cacao en mal estado, caído del árbol), no da... Así, chiquitos, ¿cómo vamos a vivir con eso?

Diálogo III

Reportero.- ¿A cuánto venden la arroba (de coca)?

Agricultora.- Ahorita está 150... 170 (soles)... Así está la arroba de coca.

Comentario VI

Reportero.- Aquí, una arroba de hoja de coca que equivale a 12 kilos puede llegar a costar hasta 200 soles. Cada familia vende aproximadamente de 15 a 25 arrobas cada

dos meses. El cacao, que tiene un proceso más largo de cosecha puede llegar a costar únicamente 7 soles el kilo.

Comentario VII

Agricultora.- Si nos van a sacar la hoja de coca, nosotros queremos un producto alternativo que nos cubran a nosotros más o menos como la coca, pero otros así como cacao ya no queremos acá... Devida nos está engañando, años nos hace trabajar por las puras... sin resultados.



Anexo 2. Estudios empíricos internacionales y nacionales

A continuación, la Tabla 35 resume los estudios empíricos internacionales y nacionales presentados en el subcapítulo 3.2.

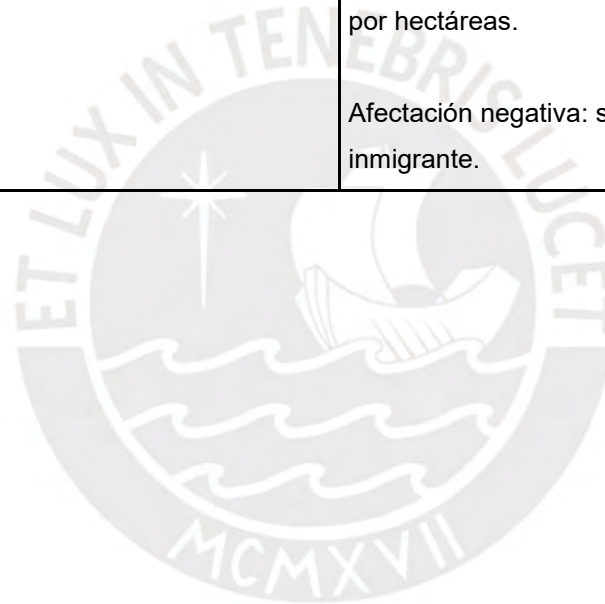


Tabla 35.

Resumen los estudios empíricos internacionales y nacionales

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
1. Aneani <i>et al.</i> (2012)	Ubicación: seis distritos del país africano Ghana (<i>Nkawie, Goaso, Enchi, Oda, Twifo Praso/Assin Fosu y Hohoe</i>) Muestra: se escogieron 300 agricultores cacaoteros de los 6 distritos que trabajan para la <i>Produce Buying Company</i> (PBC).	Regresión logística multinomial	Tecnología: control de las cápsidas con insecticidas	
			Para los adoptantes parciales (que emplean la tecnología de 1 a 3 veces al año): Afectación positiva: el tamaño de la finca de cacao en hectáreas y el rendimiento medido en kilogramos (cosechados de cacao) por hectáreas (del cultivo). Afectación negativa: ser agricultor inmigrante (de otro país, o procedente de un distrito distinto de donde se le entrevistó) y los años de existencia de la finca de cacao.	Para los adoptantes parciales (que emplean la tecnología de 1 a 3 veces al año): la edad del agricultor, los años de experiencia laboral, el nivel educativo, el sexo, el número de familiares adultos en el hogar, acceso al crédito, la cantidad de fincas de cacao en propiedad del agricultor, recibir visitas de extensión (capacitación y/o asistencia técnica en la misma finca por parte de especialistas) y asistir a lecciones (en las que enseñan presencialmente cómo usar la tecnología y qué beneficios trae).

	<p>Año de la muestra: 2006</p>		<p>Para los adoptantes totales (que emplean la tecnología 4 veces al año):</p> <p>Afectación positiva: el tamaño de la finca de cacao en hectáreas y el rendimiento medido en kilogramos por hectáreas.</p> <p>Afectación negativa: ser agricultor inmigrante.</p>	<p>Para los adoptantes totales (que emplean la tecnología 4 veces al año): la edad del agricultor, los años de experiencia laboral, el nivel educativo, el sexo, el número de familiares adultos en el hogar, acceso al crédito, la cantidad de fincas de cacao en propiedad del agricultor, los años de existencia de la finca de cacao, recibir visitas de extensión y asistir a lecciones.</p>
--	------------------------------------	--	--	---



Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
1. Aneani <i>et al.</i> (2012)	Ubicación: seis distritos del país africano Ghana (<i>Nkawie, Goaso, Enchi, Oda, Twifo Praso/Assin Fosu y Hohoe</i>) Muestra: se escogieron 300 agricultores cacaoteros de los 6 distritos que trabajan para la <i>Produce Buying Company (PBC)</i> . Año de la muestra: 2006	Regresión logística multinomial	Tecnología: control manual de malezas con herbicidas	
			Para los adoptantes parciales y totales: Afectación positiva: rendimiento medido en kilogramos por hectáreas. Afectación negativa: el sexo masculino del agricultor.	Para los adoptantes parciales y totales: la edad del agricultor, el nivel educativo, el número de familiares adultos en el hogar, ser agricultor inmigrante, acceso al crédito, la cantidad de fincas de cacao en propiedad del agricultor, el tamaño de la finca de cacao en hectáreas y recibir visitas de extensión.

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
1. Aneani <i>et al.</i> (2012)	Ubicación: seis distritos del país africano Ghana (<i>Nkawie, Goaso, Enchi, Oda, Twifo Praso/Assin Fosu y Hohoe</i>) Muestra: se escogieron 300 agricultores cacaoteros de los 6 distritos que trabajan para la <i>Produce Buying Company (PBC)</i> . Año de la muestra: 2006	Regresión logística multinomial	Tecnología: variedad de cacao plantada	
			Especie híbrida (y no la amelonada)	
			Afectación positiva: el nivel educativo y el sexo masculino del agricultor.	Los años de experiencia laboral del agricultor, el número de familiares adultos en el hogar, ser agricultor inmigrante, el acceso al crédito, la cantidad de fincas de cacao en propiedad del agricultor, el tamaño de la finca de cacao en hectáreas, recibir visitas de extensión, asistir a lecciones y el rendimiento medido en kilogramos por hectáreas.
			Afectación negativa: la edad del agricultor y los años de existencia de la finca de cacao.	

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
1. Aneani <i>et al.</i> (2012)	Ubicación: seis distritos del país africano Ghana (<i>Nkawie, Goaso, Enchi, Oda, Twifo Praso/Assin Fosu y Hohoe</i>) Muestra: se escogieron 300 agricultores cacaoteros de los 6 distritos que trabajan para la <i>Produce Buying Company (PBC)</i> . Año de la muestra: 2006	Regresión logística multinomial	Tecnología: variedad de cacao plantada	
			Especie amazónica (y no la amelonada)	
			Afectación positiva: el nivel educativo del agricultor. Afectación negativa: la edad del agricultor y los años de existencia de la finca de cacao.	Los años de experiencia laboral del agricultor, el sexo, el número de familiares adultos en el hogar, ser agricultor inmigrante, el acceso al crédito, la cantidad de fincas de cacao en propiedad del agricultor, el tamaño de la finca de cacao en hectáreas, recibir visitas de extensión, asistir a lecciones y rendimiento medido en kilogramos por hectáreas.

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
1. Aneani <i>et al.</i> (2012)	Ubicación: seis distritos del país africano Ghana (<i>Nkawie, Goaso, Enchi, Oda, Twifo Praso/Assin Fosu y Hohoe</i>) Muestra: se escogieron 300 agricultores cacaoteros de los 6 distritos que trabajan para la <i>Produce Buying Company (PBC)</i> . Año de la muestra: 2006	Regresión logística multinomial	Tecnología: variedad de cacao plantada	
			Otras especies (y no la amelonada)	
			Afectación positiva: la edad del agricultor.	Los años de experiencia laboral del agricultor, el nivel educativo, el sexo, el número de familiares adultos en el hogar, ser agricultor inmigrante, el acceso al crédito, la cantidad de fincas de cacao en propiedad del agricultor, el tamaño de la finca de cacao en hectáreas, los años de existencia de la finca de cacao, visitas de extensión, asistir a lecciones y el rendimiento medido en kilogramos por hectáreas.

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
1. Aneani <i>et al.</i> (2012)	Ubicación: seis distritos del país africano Ghana (<i>Nkawie, Goaso, Enchi, Oda, Twifo Praso/Assin Fosu y Hohoe</i>) Muestra: se escogieron 300 agricultores cacaoteros de los 6 distritos que trabajan para la <i>Produce Buying Company</i> (PBC). Año de la muestra: 2006	Regresión logística multinomial	Tecnología: fertilizantes de marca Hi-tech	
			Para los adoptantes parciales y totales: Afectación positiva: la edad del agricultor, el número de familiares adultos en el hogar y la cantidad de fincas de cacao en propiedad del agricultor. Afectación negativa: el acceso al crédito.	Para los adoptantes parciales y totales: los años de experiencia laboral del agricultor, el nivel educativo, el sexo, ser agricultor inmigrante, el tamaño de la finca de cacao en hectáreas, los años de existencia de la finca de cacao, recibir visitas de extensión, asistir a lecciones y el rendimiento medido en kilogramos por hectáreas.

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
2. Boahene <i>et al.</i> (1999)	Ubicación: dos distritos del país africano Ghana (<i>Suhum y Nkawkaw</i>). Muestra: se escogieron aleatoriamente 103 agricultores cacaoteros de ambos distritos Años de la muestra: 1992 y 1993	Regresión logística binaria	Tecnología: cacao híbrido	
			Afectación positiva: veces en que el productor ha recibido capacitación y/o asistencia técnica por parte de especialistas agrícolas, el acceso a un préstamo bancario, el grado educativo alcanzado por el agricultor, la mano de obra cooperativa y no remunerada por hectárea, la mano de obra contratada y remunerada por hectárea, y el número de colegas del agricultor que han aplicado exitosamente la innovación en sus fincas.	El tamaño de las tierras de cultivo de la finca en hectáreas
			Afectación negativa: la edad del agricultor y el "término de	

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
			interacción de producto" INT3 ³⁸ , que multiplica la mano de obra cooperativa y no remunerada con el tamaño de las tierras de cultivo de la finca en hectáreas (no solo cacao).	



³⁸ La variable INT3 significativa y negativa quiere decir que los agricultores con tierras más pequeñas dependen más del trabajo cooperativo para adoptar innovaciones agrícolas, mientras que los agricultores con tierras más grandes dependen menos de aquello.

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
3. Torres y Rodríguez (2015)	Ubicación: municipio de Rionegro en Colombia Muestra: se escogieron aleatoriamente 59 agricultores pertenecientes al Programa de Transferencia de Tecnología de Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao) y capacitados por las Escuelas de Cacaoteros (ECAs) Año de la muestra: 2012	Regresión logística binaria	Tecnología: clones de cacao, junto a prácticas de manejo agronómico (poda, fertilización, control de plagas y enfermedades, y gestión del suelo y el agua) Afectación positiva: el número de mano de obra contratada y remunerada, y el tamaño de los cultivos de cacao en hectáreas. Afectación negativa: el precio del kilo del cacao en 2010, el número de mano de obra familiar y no remunerada y el tamaño de los cultivos de cacao en hectáreas destinadas a la siembra de clones.	La edad del agricultor, sus años de experiencia en la producción del cacao, el precio del kilo del cacao en 2012 y el tamaño de la finca.

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
4. Barrientos y Gómez (2017)	Ubicación: municipios de Nilo y Yacopí en Colombia Muestra: 25 cacaoteros en Nilo y 40 cacaoteros en Yacopí Año de la muestra: 2016	Análisis estadístico	Tecnologías: renovación del cultivo, riego, compostaje, sombrero, fertilización, establecimiento del cultivo, buenas prácticas agrícolas, podas, manejo fitosanitario, manejo de malezas y poscosecha	
			Afectación positiva: subsidios, ayudas o acompañamientos individuales para los agricultores que deseen adoptar la tecnología, la dependencia económica de agricultura del cacao y la presencia continua de transferidores de tecnología como Fedecacao. Afectación negativa: los altos costos de implementación y la dificultad de uso tecnológico, el largo tiempo de las tecnologías en dar efecto, los desaciertos en las recomendaciones que le dan al agricultor, la distancia a un centro urbano, los precios bajos y fluctuantes del cacao (que, a su vez, generan bajos ingresos económicos) y la escasez de mano de obra (ocasionada por la migración del	No aplica

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
			campo a la ciudad y la reducción del tamaño de las familias).	



Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
5. Arahuanaza (2018)	Ubicación: ciudad de Tamshiyacu, en Perú Muestra: 30 agricultores, entre cacaoteros socios o beneficiarios de la empresa Cacao del Norte y productores de yuca, piña, pijuayo, caimito, umarí, guaba y castaña Año de la muestra: 2018	Análisis estadístico	Tecnologías: preparación de suelos, uso de clones, establecimiento de viveros, aplicación de fertilizantes, labores de injertación y control de plagas y enfermedades	
			Motivación para cultivar cacao y, por ende, para adoptar tecnología: interés por mejorar los ingresos económicos, interés por cuidar el medio ambiente y diversificar la producción agrícola.	No aplica
			Motivación para tener solamente cultivos tradicionales y, por ende, para no adoptar tecnología: interés por cuidar el medio ambiente, interés por conservar los cultivos tradicionales y por la no necesidad de comprar insumos en el proceso productivo.	
			Percepción de beneficios de la adopción tecnológica en el cultivo de cacao: ser líder en innovación, cuidar el medio ambiente, adoptar tecnologías ya probadas por	

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
			<p>colegas agricultores y la empresa Cacao del Norte garantiza un mercado al comprar la producción a precios justos.</p>	

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
6. Ochavano (2020)	Ubicación: distrito de Irazola, en Perú Muestra: 50 agricultores, miembros de la Asociación de Cacaoteros Tecnificados de Padre Abad (Acatpa) Año de la muestra: 2019	Regresión logística binaria	Tecnologías: vivero, trasplante, material genético, preparación del sitio, diseño de plantación, distanciamiento de siembra, siembra con abono de fondo, injerto, poda, abonamiento, desmalezado, control de plagas y enfermedades, cosecha, postcosecha, comercialización, y estado de comercialización	
			<p>Afectación positiva: ingresos anuales por hectárea de cacao, ser parte de la mano de obra familiar, el costo de producción por hectárea de cacao, la motivación económica (intención de lograr mayores ingresos con la producción cacaotera), la motivación ecológica (consideración de que la tecnología no es dañina para el medio ambiente) y la presión institucional (obligación de adopción por parte de Acatpa).</p> <p>Afectación negativa: otros ingresos (obtenidos de actividades económicas a parte de la agricultura del cacao).</p> <p>Nota: Los efectos marginales indican que las</p>	<p>La edad del agricultor, la experiencia en la agricultura del cacao, el sexo, el nivel de educación, la participación en asociaciones agropecuarias o programas (gubernamentales o no), la superficie sembrada de cacao en hectáreas, la propiedad del terreno, trabajar bajo contrato, ser parte de la mano de obra familiar, tener acceso al financiamiento, tomar medidas ambientales contra la contaminación en la finca, clasificar los residuos sólidos, conocer sobre los efectos de los agroquímicos, tener problemas con la erosión del suelo, el conocimiento de la producción orgánica y la motivación por expectativa de ser apoyado (monetariamente, por organizaciones</p>

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
			variables con afectación más importante son la motivación económica, ser parte de la mano de obra familiar y otros ingresos.	gubernamentales o no gubernamentales).

Autor(es) / Año de publicación	País, datos y años	Modelo(s) empírico(s) usado(s)	Principales resultados	
			Variables significativas	Variables no significativas
7. Rodríguez del Aguila (2020)	Ubicación: Perú Muestra: 2085 cafeteros de la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018 Año de la muestra: 2018	Revisión de literatura y análisis estadístico, asimismo, se plantean las bases para la utilización de un modelo de recuento de Poisson.	Tecnologías: abonos, fertilizantes, plaguicidas, control biológico y manejo integrado de plagas	
			Afectación positiva: el nivel de educación, la edad y el sexo del productor, el acceso al crédito, el número de miembros de la familia en edad de trabajar, la altitud de cultivo, la pertenencia del productor a una organización agropecuaria y la propiedad de la parcela.	No aplica
			Afectación incierta: el número de parcelas de la finca (no solo de café) y la superficie cosechada de café en hectáreas.	

Fuente. Elaborada a partir de Aneani et al., 2012; Boahene et al., 1999; Torres y Rodríguez, 2015; Barrientos y Gómez, 2017; Arahuanaza, 2018; Ochavano, 2020; y Rodríguez del Aguila, 2020.

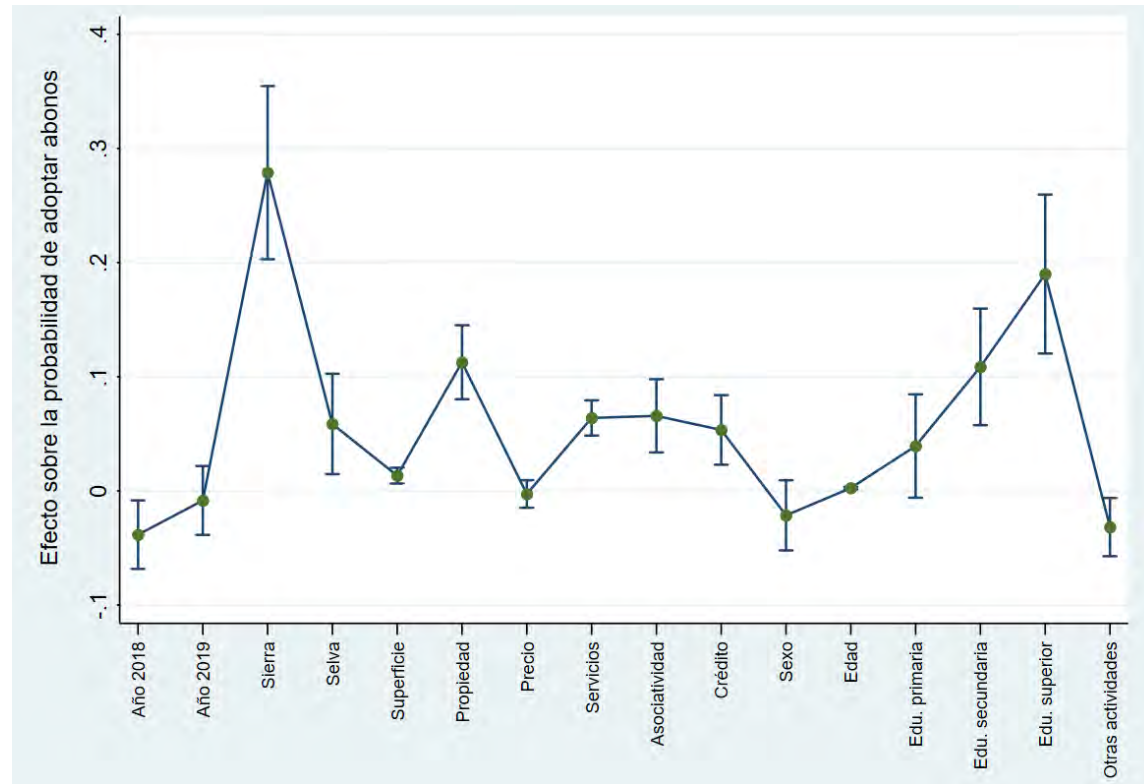
Anexo 3. Gráficas de los modelos econométricos con mayor cantidad de observaciones

A continuación, se presentan las gráficas de los efectos marginales de los modelos de regresión probit y de recuento de Poisson, las que combinan las observaciones de los años 2017, 2018 y 2019 con un total de 4,568 observaciones. Estas gráficas ofrecen una comparación visual de cómo cada variable independiente podría influir en la variable dependiente. Asimismo, cabe destacar que los nombres de las variables explicativas han sido abreviados para que calcen en el gráfico y aparecen en el mismo orden que siguen en las tablas de los modelos.



Figura 12.

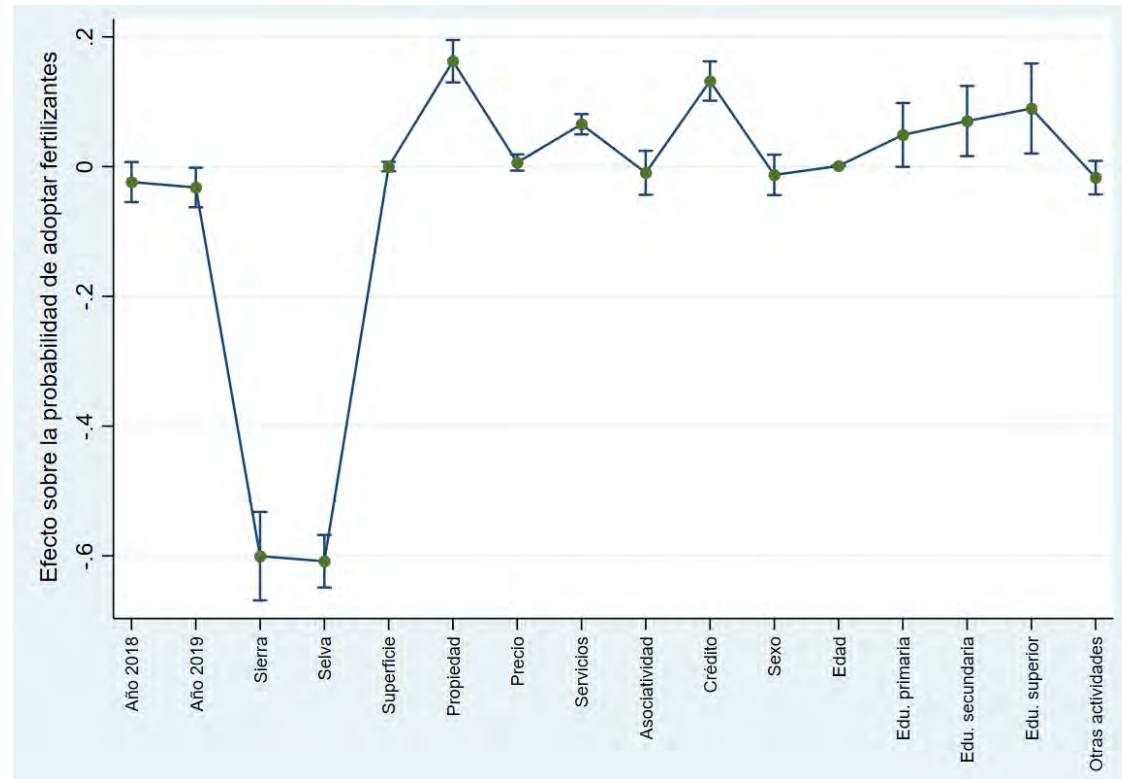
Modelo Probit, Efectos Marginales para la Adopción de Abonos en el Trienio 2017-2019



Fuente. El gráfico se realizó a partir de la Tabla 32. Elaborado a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Figura 13.

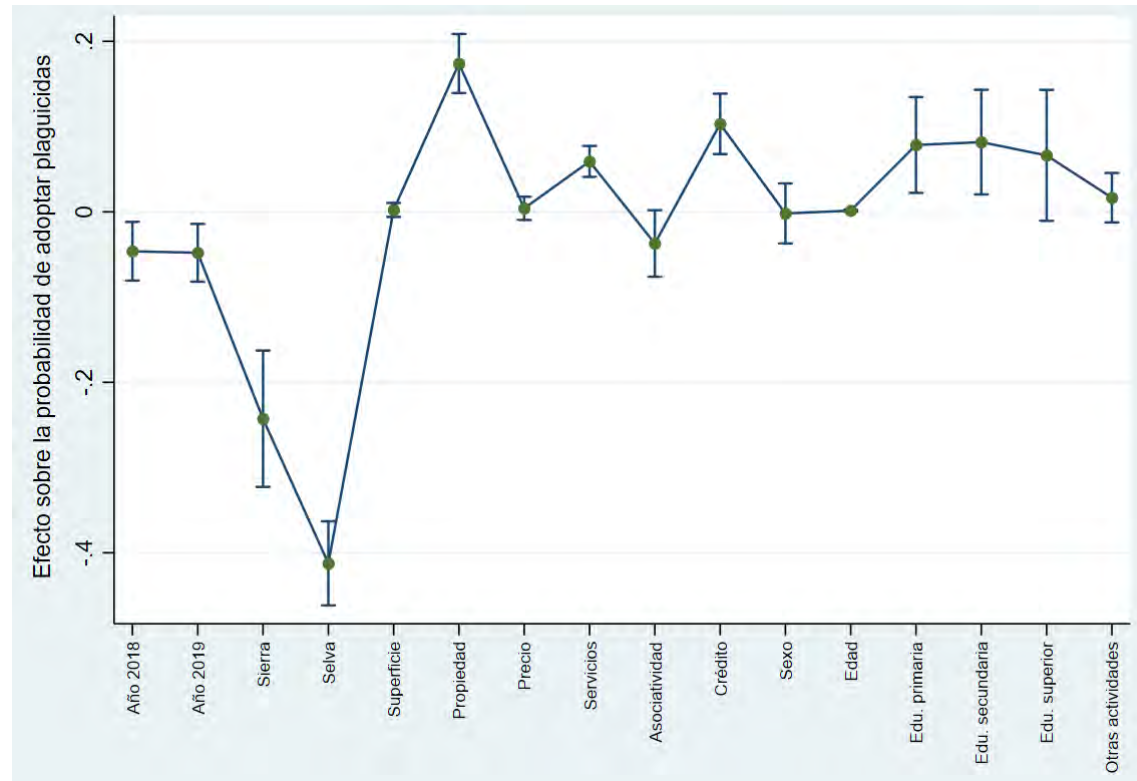
Modelo Probit, Efectos Marginales para la Adopción de Fertilizantes en el Trienio 2017-2019



Fuente. El gráfico se realizó a partir de la Tabla 32. Elaborado a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Figura 14.

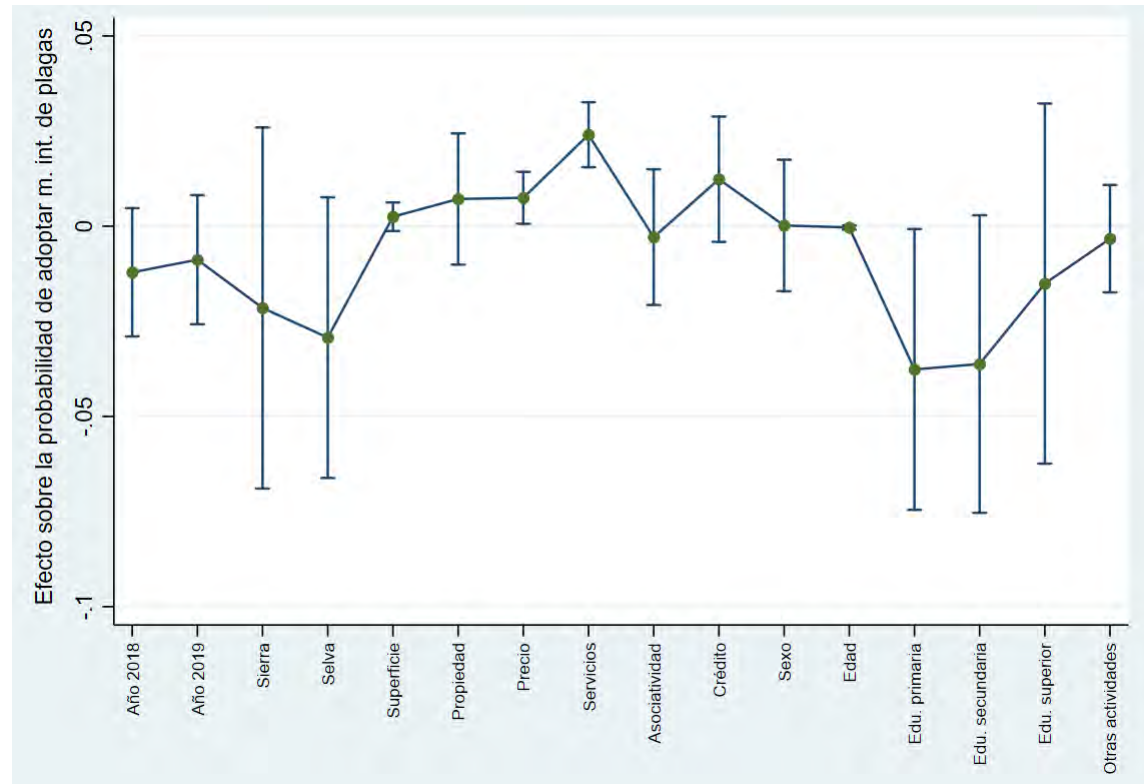
Modelo Probit, Efectos Marginales para la Adopción de Plaguicidas en el Trienio 2017-2019



Fuente. El gráfico se realizó a partir de la Tabla 32. Elaborado a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Figura 15.

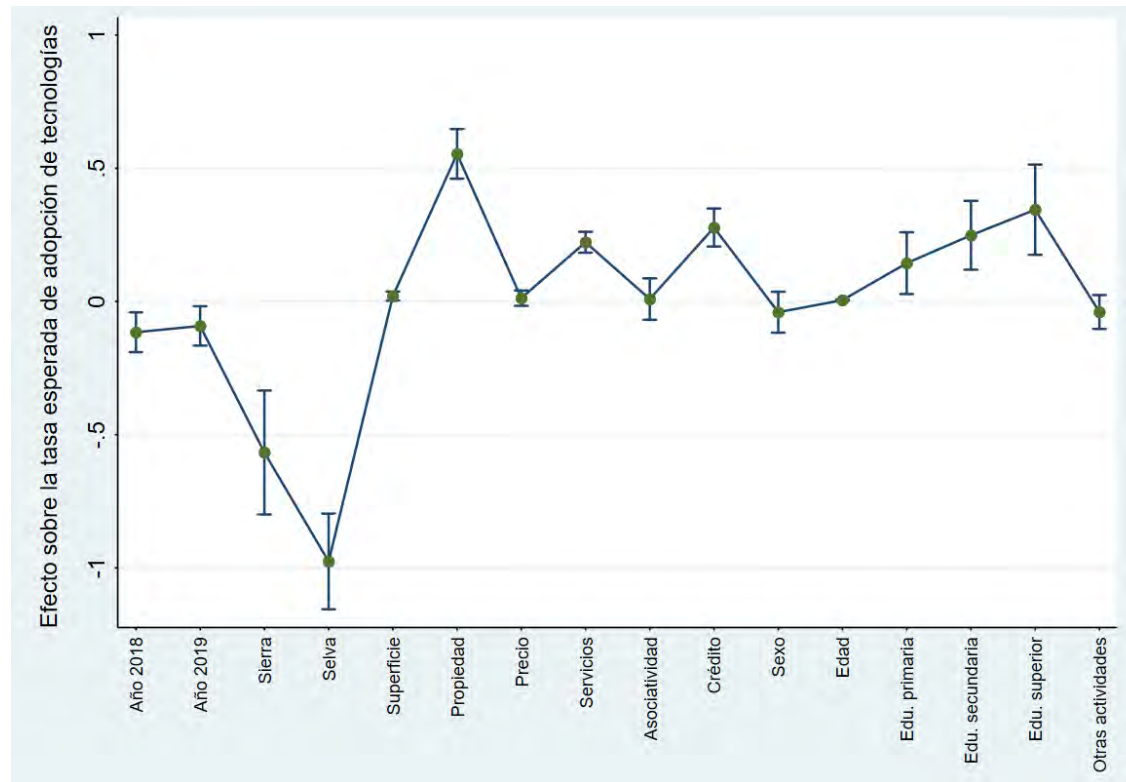
Modelo Probit, Efectos Marginales para la Adopción de Manejo Integrado de Plagas en el Trienio 2017-2019



Fuente. El gráfico se realizó a partir de la Tabla 32. Elaborado a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Figura 16.

Modelo de Recuento de Poisson, Efectos Marginales para la Adopción del Paquete Tecnológico en el Trienio 2017-2019



Fuente. El gráfico se realiza a partir de la Tabla 33. Elaborado a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Anexo 4. Control biológico

A continuación, en la Tabla 36, se presenta la estadística descriptiva de la práctica con insumo del control biológico, cuya inclusión fue descartada del capítulo de los resultados debido a la muy reducida cantidad de adoptantes. En efecto, los datos para el trienio 2017-2019 indican que solo el 0.59 % de los cacaoteros adoptaron esta práctica, que tiene una aplicación más sofisticada que la utilización de abonos, fertilizantes, plaguicidas y el manejo integrado de plagas.

Tabla 36.

Perú: Control Biológico, 2017-2019

Productor de cacao								
Año	2017		2018		2019		2017-2019	
	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
Total	1,427	100	1,479	100	1,662	100	4,568	100
Control biológico								
Si	7	0.49	5	0.34	15	0.90	27	0.59
No	1,420	99.51	1,474	99.66	1,647	99.10	4,541	99.41

Fuente. Elaborado a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estadistica-e-informatica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estadistica-e-informatica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).

Pese a la falta de observaciones sobre los adoptantes del control biológico, se realizó un análisis econométrico probit para el trienio 2017-2019, cuyos resultados se recogen en la Tabla 37. Así, los efectos marginales de las variables independientes significativas indican que, teniendo como referencia a la región costa, pertenecer a la sierra aumenta la probabilidad de adopción en un 1.71 %. Además, ser miembro de una organización agropecuaria incrementa esta probabilidad en un 0.96 %, y teniendo como referencia no tener un nivel educativo, el haber alcanzado una educación superior aumenta la probabilidad de adopción en un 2.30 %. En general, el modelo acepta la hipótesis de significancia conjunta al 95 % del nivel de confianza y predice correctamente al 99.41 % de las observaciones. Cabe resaltar que, para las

regresiones de los años individuales, el programa Stata descartó algunas variables independientes debido a la falta de datos.



Tabla 37.

Modelos Probit, Efectos Marginales para la Adopción del Control Biológico en los Años 2017, 2018, 2019 y el Trienio 2017-2019

Año	2017	2018	2019	2017-2019
Variables	Control biológico			
Año 2018	-	-	-	-0.0016
Base: Año 2017	-	-	-	(0.0024)
Año 2019	-	-	-	0.0046
Base: Año 2017	-	-	-	(0.0031)
Región natural sierra	0.0179*	-	-	0.0171*
Base: Región natural costa	(0.0103)	-	-	(0.0104)
Región natural selva	0.0026	-	-	0.0032
Base: Región natural costa	(0.0079)	-	-	(0.0030)
Superficie de cacao cosechado	-0.0011	0.0004	0.0005	0.0003
	(0.0019)	(0.0014)	(0.0012)	(0.0005)
Propiedad de la parcela	-0.0068	-	0.0042	-0.0016
	(0.0050)	-	(0.0087)	(0.0029)
Precio de venta	-0.0038	0.0021	0.0048	0.0014
	(0.0034)	(0.0040)	(0.0032)	(0.0012)
Capacitación y asistencia técnica	0.0019	-0.0034	0.0047	0.0015
	(0.0034)	(0.0052)	(0.0032)	(0.0014)
Pertenencia a organización agropecuaria	0.0100	0.0269**	0.0127**	0.0096***
	(0.0063)	(0.0136)	(0.0061)	(0.0029)
Solicitud de crédito	0.0004	-	0.0081	0.0004
	(0.0053)	-	(0.0061)	(0.0027)
Sexo	-	-	0.0025	0.0042
	-	-	(0.0070)	(0.0037)
Edad	0.0001	0.0004	0.0001	0.0001
	(0.0002)	(0.0004)	(0.0002)	(0.0001)
Nivel educativo primaria	-0.0183**	-0.0210*	-0.0085	-0.0009
Base: Sin nivel educativo	(0.0090)	(0.0115)	(0.0108)	(0.0051)
Nivel educativo secundaria	-0.0100	-0.0239*	-0.0155	-0.0008
Base: Sin nivel educativo	(0.0067)	(0.0133)	(0.0130)	(0.0055)
Nivel educativo superior	-	-	0.0068	0.0230**
Base: Sin nivel educativo	-	-	(0.0119)	(0.0114)

Otras actividades generadoras de ingresos	-0.0080 (0.0057)	0.0089 (0.0105)	-0.0051 (0.0056)	-0.0023 (0.0024)
Prueba F	0.0080	0.0128	0.0019	0.0000
Pseudo R ²	0.3166	0.3361	0.1861	0.1701
Predicciones correctas	99.37 %	99.16 %	98.98 %	99.41 %
Observaciones	1,115	594	1,475	4,568
Errores estándar entre paréntesis.				
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1				

Fuente. Elaborado a partir de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2019”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2019a (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2019-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2018”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2018 (<https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/encuesta-nacional-agropecuaria-ena-2018-instituto-nacional-de-estad%C3%ADstica-e-inform%C3%A1tica-inei>); y de “Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA) 2017”, por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2017 (http://webinei.inei.gob.pe/anda_inei/index.php/catalog/654/get_microdata).