

Estación Experimental Santa Catalina Economía Agrícola y Cambio Climático

Informe Anual 2021



Mejía – Pichincha – Ecuador
Enero / 2022

INFORME 2021

1. **Programa o Departamento:** Economía Agrícola y Cambio Climático
2. **Directores de la Estación Experimental:** Karla Tinoco y Jorge Rivadeneira
3. **Responsable de la Unidad en la Estación Experimental:** Víctor Hugo Barrera
4. **Equipo técnico multidisciplinario I+D (Personal del proyecto):** Luis Escudero (INIAP), Angélica Zapata (INIAP), Juan Carlos Arévalo (INIAP), Yamil Cartagena (INIAP), Tania Guanín (INIAP), Aníbal Martínez (INIAP), James Quiroz (INIAP), Mario Ramos (INIAP), Consuelo Díaz (INIAP), Geover Peña (INIAP), Benny Avellán (INIAP), Ever Macías (INIAP), Pío Moreira (INIAP), César García (INIAP), Yadira Vargas (INIAP), José Ochoa (INIAP), Ernesto Cañarte (INIAP), Bernardo Navarrete (INIAP), Alexandra Mendoza (INIAP), Hernán Ponce (INIAP), George Norton (Virginia Tech), Jeffrey Alwang (Virginia Tech), Jorge Delgado (ARS-USDA), Alexis Villacís (Arizona State University), Franklin Arcos (ESPOCH), Fernando Rivas (ESPOCH), Angélica Cajilema (ESPOCH), Luis Sánchez (ESPOCH), José Cunalata (ESPOCH), Berto Zambrano (Fortaleza del Valle), Johan Párraga (GAD Quiroga).
5. **Financiamiento:** Gasto Corriente Estación Experimental Santa Catalina; ARS USDA-Virginia Tech; NIFA-Virginia Tech; Arizona State University; Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo (AECID); Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
6. **Proyectos:**
 - Proyecto “*Determinación de las mejores prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada en los sistemas de producción de cultivos de la microcuenca del río Blanco como mecanismo de adaptación al cambio climático*”, aprobado por el Comité Técnico de la E.E. Santa Catalina, con fecha 19 de marzo del 2020; se ejecuta con fondos del National Institute of Food and Agriculture (NIFA)-Virginia Tech y el INIAP, con un presupuesto de USD 15000 para el año 2021.
 - Proyecto “*Evaluación de prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción papa-pastos en la microcuenca del río Blanco*”, que es una continuación del Proyecto “*Evaluación de las prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción papa-pastos en la microcuenca del río Sicalpa*”, aprobado por el Comité Técnico de la E.E. Santa Catalina, con fecha 23 de marzo 2015; se ejecuta con Gasto Corriente de la E.E. Santa Catalina del INIAP, ARS USDA-Virginia Tech, y NIFA-Virginia Tech, con un presupuesto de USD 15000 para el año 2021.
 - Proyecto “*An investigation of institutional, technological and economic conditions in the markets for blackberry, cocoa and dragon fruit in Ecuador and yerba mate in Paraguay*”, aprobado por el Banco Interamericano de Desarrollo, con fecha 21 de abril del 2020, y avalizado por el Director de Investigaciones del INIAP, con un presupuesto de USD 2000 para el año 2021.
 - Proyecto “*Caracterización y tipificación de los sistemas de producción de tomate de árbol Solanum betaceum Cav) en Ecuador*”, aprobado por el Comité Técnico de la E.E. Santa Catalina, con fecha 19 de marzo del 2020; se ejecuta con fondos de la AECID-España, con un presupuesto de USD 10000 para el año 2021.
 - Proyecto “*Análisis de las barreras psicológicas y de comportamiento de los productores de cacao de la costa ecuatoriana en relación a sus aspiraciones y la inversión realizada para el manejo de sus plantaciones*”, aprobado por el Comité Técnico de la E.E. Santa Catalina, con fecha 20 de octubre del 2021; se ejecuta con fondos de Arizona State University, con un presupuesto de USD 15000 para el año 2021.

- Proyecto “Factores que influyen en la cadena de valor de la pitahaya (*Hylocereus undatus* L.) en la provincia de Manabí”, aprobado por el Comité Técnico de la E.E. Portoviejo, con fecha 26 de mayo del 2021; se ejecuta con fondos de INIAP y AsopitahaManabí, con un presupuesto de USD 20846 para el período 2021-2022.
- Proyecto “Building Analytical and Global Competencies through Agricultural Research Internships in Ecuador”, aprobado por el NIFA-Virginia Tech, con fecha 15 de octubre 2018, y avalizado por el Director Ejecutivo del INIAP, con un presupuesto de USD 12000 para el año 2021; se ejecuta desde enero 2019 y se termina en diciembre de 2023.
- Proyecto “Análisis bio-económico y ambiental de las prácticas de manejo integrado de plagas en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) en la Amazonía ecuatoriana”, aprobado por el Comité Técnico de la E.E. Santa Catalina, con fecha 01 de abril del 2021; se ejecuta con fondos de AECID e INIAP, con un presupuesto de USD 10000 para el período 2021-2022.

7. Socios estratégicos para investigación: Instituto Politécnico de Virginia (Virginia Tech), Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-ARS), Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Universidad del Estado de Arizona (Arizona State University).

8. Publicaciones:

- BARRERA, V.; DELGADO, J.; ALWANG, J. 2021. *Conservation agriculture can help the South American Andean region achieve food security*. **Agronomy Journal**. 2021;1-15. DOI: 10.1002/agj2.20879
- VILLACÍS, A.; ALWANG, J.; BARRERA, V. 2021. *Linking risk preferences and risk perceptions of climate change: A prospect theory approach*. **Agricultural Economics**. 2021; 1-15. <https://doi.org/10.1111/agec.12659>
- BARRERA, V.; MONTEROS-ALTAMIRANO, Á.; VALVERDE, M.; ESCUDERO, L.; ALLAUCA, J.; ZAPATA, A. 2021. *Characterization and Classification of Agricultural Production Systems in the Galapagos Islands (Ecuador)*. **Agricultural Sciences**, 12, 481-502. <https://doi.org/10.4236/as.2021.125031>.

9. Participación en eventos de difusión científica, técnica o de difusión:

- Víctor Barrera participó como expositor en el evento virtual “Simposio por la celebración del Día Mundial del Suelo”, organizado por el MAG-INIAP-FAO-IICA, entre el 1 y 2 de diciembre 2021, con la conferencia denominada “La agricultura de conservación y la sostenibilidad agrícola en la Región Andina del Ecuador”.
- Alexis Villacís participó en el evento “AAEA & WAEA Anual Meeting 2021”, organizado por la Agricultural & Applied Economics Association, en la ciudad de Austin Texas-EEUU, entre el 1 al 3 agosto de 2021, con la conferencia denominada “From Bean to Bar: The Transformation of the Cacao Industry in Ecuador”, que es parte del proyecto con el Banco Interamericano de Desarrollo.
- Jeffrey Alwang participó en el evento “AAEA & WAEA Anual Meeting 2021”, organizado por la Agricultural & Applied Economics Association, en la ciudad de Austin Texas-EEUU, entre el 1 al 3 de agosto de 2021, con la conferencia denominada “Weed, Mate? Credence Attributes and Export Opportunities of the Paraguayan Yerba Mate Sector”, que es parte del Proyecto con el banco Interamericano de Desarrollo.
- Jeffrey Alwang participó en el evento virtual “76th SWCS International Annual Conference”, organizado por la Soil and Water Conservation Society, entre el 26 al 28 de julio de 2021, con la conferencia denominada “Conservation Agriculture in Ecuador’s Andes: Hope for a Fragile Region”, que es parte del proyecto con el USDA ARS y Virginia Tech.

- Víctor Barrera participó como expositor en el evento virtual “Building Analytical and Global Competencies through Agricultural Research Internships in Ecuador”, organizado por Virginia Tech, el 27 de enero de 2021, con la conferencia denominada “La agricultura de conservación y cambio climático en la Región Andina del Ecuador”.
- Víctor Barrera participó como tutor de la tesis de Pregrado del Ing. Kléber Rolando García Zapata, cuyo tema fue “Factores determinantes que influyen en la economía de los productores de mora (*Rubus glaucus*) en la Sierra Centro-Norte del Ecuador”, realizada en la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Central del Ecuador, y presentada en la ciudad de Quito el 15 de noviembre de 2021.
- Víctor Barrera participó como tutor de la tesis de Pregrado de la Ing. Angélica Viviana Cajilema Quishpi, cuyo tema fue “Evaluación de tres prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción papa-avena vicia-maíz en la microcuenca del río Puculpala”, realizada en la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, y presentada en la ciudad de Riobamba el 03 de junio de 2021.
- Víctor Barrera participó como tutor de la tesis de Pregrado del Ing. Luis Fernando Sánchez Sanaguano, cuyo tema fue “Evaluación de la fertilidad y productividad de los suelos con prácticas de agricultura de conservación en la microcuenca del río Sicalpa”, realizada en la Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, y presentada en Riobamba el 16 de marzo de 2021.
- Víctor Barrera participó como miembro del tribunal, en la defensa de tesis de Doctorado de la Ing. Bélgica Normandí Bermeo Córdova, cuyo tema fue “Modelo de gestión de las prácticas preprofesionales para las carreras agropecuarias en Ecuador en el contexto de la vinculación con la sociedad”, realizada en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica, Alimentaria y de Biosistemas de la Universidad Politécnica de Madrid, y presentada en forma virtual el 2 de noviembre de 2021.
- Víctor Barrera participó en las “Reuniones de Expertos en Gestión de la Agrobiodiversidad & Gestión de Sistemas Agropecuarios”, desarrollada en el marco del Proceso Regional de Gestión de Conocimiento de Buenas Prácticas para una Agricultura Familiar Andina Resiliente al Clima y Baja en Carbono, realizada entre los meses de noviembre y diciembre 2021.
- Víctor Barrera, Luis Escudero, Tania Guanín, Aníbal Martínez y Yamil Cartagena organizaron el día de campo “Agricultura de conservación y cambio climático”, realizado el día 09 de febrero de 2021, en la Comunidad Puculpala de la provincia de Chimborazo, a donde asistieron 61 participantes: agricultores, investigadores, técnicos, docentes y estudiantes universitarios.

10. Propuestas presentadas:

Propuesta 1.

Título: Investigaciones que promueven la seguridad alimentaria y el manejo de recursos naturales en los sistemas de producción agropecuaria de las islas Galápagos como mecanismos de adaptación al cambio climático.

Tipo propuesta: Proyecto.

Fondos o Convocatoria: Fondo de Investigación de la Agrobiodiversidad, Semillas y Agricultura Sustentable (FIASA).

Fecha presentación: 22 de octubre de 2021.

Responsables: Víctor Hugo Barrera Mosquera y Álvaro Monteros Altamirano.

Equipo multidisciplinario: Están involucrados investigadores de las Estaciones Experimentales Santa Catalina y Litoral Sur, además de la participación del Dr. Jeffrey Alwang de Virginia Tech.

Presupuesto: USD 1395044 (Un millón trescientos noventa y cinco mil cuarenta y cuatro dólares americanos).

Duración proyecto: 36 meses.

Estado: En evaluación.

Fecha probable inicio ejecución: 01 de abril de 2022.

Propuesta 2.

Título: Análisis de las barreras psicológicas y de comportamiento de los productores de cacao de la costa ecuatoriana en relación a sus aspiraciones y la inversión realizada para el manejo de sus plantaciones.

Tipo propuesta: Proyecto.

Fondos o Convocatoria: Universidad del Estado de Arizona (ASU).

Fecha presentación: 13 de julio de 2021.

Responsable: Víctor Hugo Barrera Mosquera.

Equipo multidisciplinario: Luis Escudero, Angélica Zapata, Juan Carlos Arévalo, José Cunalata y Tania Guanín de la Estación Experimental Santa Catalina; Consuelo Díaz de la Estación Experimental Pichilingue; James Quiroz de la Estación Experimental Litoral Sur; Geover Peña, Benny Avellán, Ever Macías y Pío Moreira de la Estación Experimental Portoviejo; Mario Ramos de la Estación Experimental Santo Domingo; César García de la Oficina Central del INIAP; y, Alexis Villacís de ASU.

Presupuesto: USD 20000 (Veinte mil dólares americanos).

Duración proyecto: 12 meses.

Estado: Aprobado.

Fecha probable inicio ejecución: 03 de septiembre de 2021.

11. Hitos/Actividades por proyecto establecidas en el POA:

- A1: Determinación de las mejores prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada en los sistemas de producción de cultivos de la microcuenca del río Blanco como mecanismo de adaptación al cambio climático.
- A2: Evaluación de prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción papa-pastos en la microcuenca del río Blanco.
- A3: Estrategias Públicas y Privadas para el Éxito en los Mercados Agrícolas Modernos: Cacao en Ecuador.
- A4: Caracterización y tipificación de los sistemas de producción de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) en Ecuador.
- A5: Análisis de las barreras psicológicas y de comportamiento de los productores de cacao de la costa ecuatoriana en relación a sus aspiraciones y la inversión realizada para el manejo de sus plantaciones.
- A6: Factores que influyen en la cadena de valor de la pitahaya (*Hylocereus undatus* L.) en la provincia de Manabí.
- A7: Desarrollo de competencias analíticas y globales a través de pasantías de investigación agrícola en Ecuador.
- A8: Análisis bio-económico y ambiental de las prácticas de manejo integrado de plagas en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) en la Amazonía ecuatoriana.

Actividad 1: Determinación de las mejores prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada en los sistemas de producción de cultivos de la microcuenca del río Blanco como mecanismo de adaptación al cambio climático

Responsables: Víctor Barrera, Jorge Delgado, Luis Escudero, Yamil Cartagena
Colaboradores: Jeffrey Alwang, Juan Arévalo, Angélica Zapata, Tania Guanín, José Cunalata

1. ANTECEDENTES

Casi dos tercios de las emisiones provenientes de la agricultura se producen como Óxido Nitroso (N_2O), que tiene 298 veces el potencial de calentamiento atmosférico del Dióxido de Carbono (CO_2). Los principales factores contribuyentes a las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la agricultura proceden de la transformación, mediante diversos procesos biológicos y físico-químicos presentes en el suelo, de los insumos de fertilizantes inorgánicos y de la materia orgánica (estiércol, compost, residuos vegetales). Estos procesos conllevan la producción de los tres principales GEI procedentes de la agricultura: N_2O , CO_2 y Metano (CH_4) (Dyer *et al.*, 2010). En la actualidad, el cambio climático está afectando a la producción y productividad agrícola y ganadera, a través del incremento del estrés térmico y de la reducción de la disponibilidad de agua, e indirectamente a través de la competencia por recursos naturales con otros sectores de la economía (IPCC, 2014).

En el caso de Ecuador, la Tercera Comunicación Nacional (TCN) ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), indica que, en las cuatro últimas décadas, los fenómenos climáticos anómalos han incrementado gradualmente en las regiones Sierra, Costa y Amazonía; en el período entre 1960-2006, las precipitaciones anuales han variado, aumentando el promedio en un 33% en la Costa y 8% en la Sierra (MAE, 2017). La TCN (MAE, 2017) fue preparada por el Ministerio del Ambiente del Ecuador con el apoyo del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en mayo de 2017 y reconoce que el sector energético es el mayor emisor de GEI en Ecuador (46.63%), seguido por los sectores Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) (25.35%), agricultura (18.17 %), residuos y los procesos industriales. Se debe enfatizar que la tala indiscriminada de los bosques naturales ha conllevado a la ampliación de la frontera agrícola con el establecimiento de sistemas en monocultivos, mismos que han demostrado poca sostenibilidad y desastres en cuanto a la incidencia de plagas y el ambiente (MAE, 2017).

Las actividades agrícolas y prácticas agrícolas relacionadas, contribuyen con una parte importante del total nacional de las emisiones de GEI de muchos países. En el caso de Ecuador, entre 1990 y 2006, el sector agrícola ha sido la principal fuente de emisiones de N_2O a escala nacional (95.70%). Las emisiones de N_2O son causadas principalmente por el uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos (MAE, 2017).

Estudios conducidos durante cuatro años con prácticas de agricultura de conservación en la microcuenca del río Illangama, provincia de Bolívar en Ecuador, donde la labranza reducida, retención de residuos de cultivos y el uso de cultivos de cobertura y aplicaciones de fertilizantes nitrogenados se asocian positivamente con los rendimientos y ganancias en los cultivos de papa, avena, cebada, haba y pasto, muestran la viabilidad biológica y económica de la agricultura de conservación en la región Andina de Ecuador (Barrera *et al.*, 2019; Delgado *et al.*, 2019; Alwang *et al.*, 2013). De igual manera, Gallagher *et al.* (2017), mencionan que existe un impacto positivo o neutral en la productividad de los cultivos y el reciclaje de nutrientes en el sistema de cultivo a base de papa y pasto.

En lo que respecta a los niveles de fertilización nitrogenada, un estudio realizado en el sistema maíz suave-fréjol arbustivo en la microcuenca del río Alumbre, provincia de Bolívar en Ecuador, se pudo demostrar que el maíz y el fréjol respondieron significativamente a los aportes de

fertilización nitrogenada, duplicando los rendimientos al aplicar 120 y 140 kg de N ha⁻¹ en comparación con las prácticas tradicionales de los agricultores (Escudero *et al.*, 2014; Monar *et al.*, 2013). Sin embargo, al aplicar 140 kg de N ha⁻¹ existe un mayor potencial de lixiviación de Nitrato (NO₃⁻) con precipitación mayor a 900 mm, mientras que con 120 kg de N ha⁻¹ es una tasa donde los rendimientos pueden duplicarse y las pérdidas de lixiviación de NO₃⁻ en el medio ambiente pueden ser menores, especialmente en sistemas de labranza mínima (Escudero *et al.*, 2014; Barrera *et al.*, 2012).

Es difícil estimar exactamente la contribución de los fertilizantes minerales al aumento de la producción agrícola, debido a la interacción de muchos otros factores importantes. No obstante, los fertilizantes continuarán jugando un papel decisivo, y esto sin tener en cuenta cuáles tecnologías nuevas puedan aún surgir. Se estima que, a escala mundial, aproximadamente el 40% del suministro proteínico de la dieta a mediados de la década de los noventa tuvo su origen en el Nitrógeno sintético producido por el proceso Haber - Bosch para la síntesis de Amoníaco (NH₃) (Smil, 1999).

El Nitrógeno (N), es uno de los nutrientes esenciales que más limitan el rendimiento de los cultivos. Este macronutriente participa en la síntesis de proteínas y por ello es vital para toda la actividad metabólica de la planta. Su deficiencia provoca reducciones severas en el crecimiento del cultivo, básicamente por una menor tasa de crecimiento y expansión foliar que reducen la captación de la radiación fotosintéticamente activa. Las deficiencias de N se evidencian por clorosis (amarillamiento) de las hojas más viejas (Escudero *et al.*, 2014).

El sistema de producción predominante en la microcuenca del río Blanco es papa-pastos; sin embargo, existen otros cultivos como el maíz, chocho, cebada y quinua que forman parte del sistema de producción de la zona. En términos de fertilización nitrogenada, el maíz requiere alrededor de 20 a 25 kg ha⁻¹ por cada tonelada de grano producida. Por ello, para producir, por ejemplo 10 t ha⁻¹ de grano, el cultivo debería disponer de alrededor de 200 a 250 kg de N ha⁻¹ absorbidos por el cultivo. Esta cantidad sería la demanda de N para este nivel de rendimiento. La oferta del N en el terreno (N en el suelo + N del fertilizante) debería satisfacer esa necesidad para mantener el sistema en equilibrio nutricional (García, 2002). Para el caso de cultivos andinos, tales como la quinua, para potencializar la producción, se debe aplicar hasta 130 kg ha⁻¹ de N (IICA, 2015). Sin embargo, las pérdidas de N ya sea por lixiviación y evaporación en forma de N₂O son importantes debido a que es un elemento de alta volatilidad y es aplicado en forma inapropiada. Estudios realizados por Venterea y Bijesh (2013), en el cultivo de maíz, durante dos temporadas de cultivo donde se investigó sobre los cambios en los niveles de emisiones del N₂O al utilizar diferentes fuentes de fertilizante nitrogenado y métodos de aplicación, donde se aplicó urea convencional y la urea con una capa de polímeros, reportaron que las emisiones del N₂O fueron altamente relacionadas con niveles de Nitrito (NO₂⁻) en el suelo, los cuales fueron responsables del 44 al 73% de la variación en las emisiones del N₂O.

Los avances conseguidos por el INIAP en relación a las prácticas de agricultura de conservación en la Región Andina del Ecuador están publicados en revistas de renombre mundial y lo más importante es que éstas ya las manejan varios productores de la región, debido a que han permitido un mejoramiento de la productividad biológica e ingresos económicos de los sistemas de producción. Sin embargo, en términos de nutrientes del suelo, especialmente el N, no se ha trabajado en potencializar la producción de los cultivos prevalentes en los sistemas de producción de la microcuenca del río Blanco que son representativos de la zona. Por lo tanto, la aplicación de niveles adecuados de N estará dirigida a conseguir un alto retorno económico a través de un rendimiento óptimo y de calidad, pero también será importante minimizar los riesgos de contaminación de aguas superficiales o profundas por lixiviación de nitratos, y de la atmósfera, con gases derivados de procesos como desnitrificación (N₂O, N₂) y volatilización (NH₃), a través del uso eficiente de este nutriente. Si se logra esto, el agricultor mejorará la calidad de vida de sus familias y del ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Determinar las mejores prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada que potencialicen los rendimientos, los nutrientes del suelo y los beneficios económicos de los sistemas de producción de cultivos de la microcuenca del río Blanco.

2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el efecto del Nitrógeno en los rendimientos de los cultivos prevalentes de los sistemas de producción de la microcuenca del río Blanco.
- Evaluar el efecto del Nitrógeno en los nutrientes del suelo de los sistemas de producción de la microcuenca del río Blanco.
- Evaluar el efecto del Nitrógeno en los beneficios económicos de los cultivos prevalentes de los sistemas de producción de la microcuenca del río Blanco.

3. MÉTODOLÓGIA

3.1. Características del sitio experimental

Las familias de la microcuenca del río Blanco dependen fundamentalmente de las actividades agropecuarias que se desarrollan en parcelas familiares ubicadas en la parte media de la microcuenca donde predominan las áreas dedicadas a los productos que se cultivan para la venta y consumo familiar tales como: papa, maíz, quinua, chocho, fréjol, alfalfa, cebada, ocas, mellocos, avena, zanahoria, cilantro, col, entre otros. Esta situación define el alto grado de vulnerabilidad y de riesgo social y económico que puede provocarse como consecuencia del manejo inadecuado del capital Natural, su degradación o efectos del cambio climático (PDOT, 2015). La cobertura de la microcuenca se enfoca en un 30% para la actividad agropecuaria seguida por las zonas de páramo que son indispensables para las ciudades debido a que de ahí se obtiene el agua de consumo humano con un 25% de la cobertura, los cuales, en su gran mayoría ingresaron a proyectos de conservación a nivel nacional y el 45% restante está compuesta por vegetación natural y sirve de hogar para las especies de fauna nativa de la zona, que con el pasar de los años se va perdiendo por la necesidad de buscar terrenos para cultivos así sean estos en zonas de pendiente (PDOT, 2015). La Población Económicamente Activa por segmento de ocupación es la siguiente: actividad agropecuaria 70.5%; actividades de construcción 8.5%; actividades relacionadas con el comercio 4.4%; actividades artesanales 2.6%; empleados en el sector público 3.6%; y empleados en el sector privado 10.4%, entre otros (PDOT, 2015).

La investigación se está implementando en la localidad de Puculpala, provincia de Chimborazo, de acuerdo con la información que se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Ubicación geográfica y política del sitio experimental. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

Ubicación	Descripción
Provincia	Chimborazo
Cantón	Riobamba
Parroquia	Quimiag
Comunidad	Puculpala
Altitud	2874 m
Coordenadas Longitud UTM	768788 O
Coordenadas Latitud UTM	9814175 S
Sitio experimental	Terreno Comunal

Fuente: GPS, equipo técnico del INIAP, 2020.

Las características edafo-climáticas del sitio experimental se presentan en las Tablas 2 y 3.

Tabla 2. Taxonomía de suelos del sitio experimental. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

Clasificación	Descripción
Orden	Andisoles
Suborden	Udands
Gran grupo	Haplustands
Subgrupo	ThapticHaplustands

Fuente: Departamento de Suelos y Aguas EESC del INIAP, 2020.

Tabla 3. Características agroclimáticas del sitio experimental. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

Denominación	Datos
Zona climática	Mesotérmico semihúmedo
Temperatura (°C)	15 a 22
Precipitación anual (mm)	500 a 2000
Humedad relativa (%)	50 a 70
Pendiente (%)	50

Fuente: Cañadas (1983); Datos del INIAP, 2020.

3.2. Factores en estudio

Los factores en estudio fueron las dosis de Nitrógeno que se aplicaron al cultivo de papa, quinua y cebada que son los cultivos en rotación en esta investigación.

3.3. Unidad experimental

- Número de tratamientos: 5
- Número de repeticiones: 3
- Número de unidades experimentales: 15
- Área total por parcela: 72 m² (12 m x 6 m)
- Área total por parcela neta: 52 m² (10 m x 5.2 m)
- Área total del experimento: 1295 m² (35 m x 37 m)

3.4. Tratamientos

Los tratamientos en estudio para los ciclos de cultivo se presentan en la Tabla 4. Es necesario indicar que el diseño de los tratamientos se basó en las recomendaciones de fertilización que se encuentra en la “Guía de Recomendaciones de Fertilización para los principales cultivos del Ecuador”, del Departamento de Manejo de Suelos y Aguas del INIAP, quienes por más de 30 años han trabajado en investigaciones de fertilización de los cultivos (Valverde, 2001). A partir de estas recomendaciones, se estableció rangos superiores e inferiores de N de acuerdo al cultivo.

Tabla 4. Tratamientos en estudio y ciclos de evaluación en la microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2020-2021.

Tratamientos	Papa 2020	Quinua 2020-2021	Cebada 2021
T ₁ (N kg ha ⁻¹)	0	0	0
T ₂ (N kg ha ⁻¹)	100	50	40
T ₃ (N kg ha ⁻¹)	200	100	80
T ₄ (N kg ha ⁻¹)	300	150	120
T ₅ (N kg ha ⁻¹)	400	200	160

Fuente: INIAP, 2021.

3.5. Diseño experimental

Se aplicó el diseño de Bloques Completamente al Azar, con tres repeticiones por tratamiento, que fueron localizadas en un sistema de producción de la comunidad Puculpala.

3.6. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados a través de un DBCA, con tres repeticiones por tratamiento.

Tabla 5. Esquema del análisis de varianza del experimento en la microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	14
Bloques	2
Tratamiento	(4)
N Lineal	1
N Cuadrático	1
N Cúbico	1
N Cuártico	1
Error experimental	8

Fuente: INIAP, 2020.

3.7. Análisis funcional

Se realizó polinomios ortogonales para el N Lineal, N Cuadrático, N Cúbico y N Cuártico, y una prueba de LSD al 5% para comparar los tratamientos en estudio que son los niveles de fertilización de N.

3.8. Análisis económico

Se realizó un análisis de las variables Beneficio Bruto, Costo Total y Beneficio Neto, como variables independientes, capaz de mirar los mejores tratamientos en cada una de estas variables, a través del uso del diseño de Bloques Completamente al Azar, con tres repeticiones por tratamiento; para esto, se tomó en consideración los costos de producción y el rendimiento de los cultivos de papa, quinua y cebada en cada tratamiento en estudio.

3.9. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: rendimiento en t ha⁻¹ del cultivo de papa, quinua y cebada; costos de las prácticas investigadas en USD ha⁻¹; y los beneficios en USD ha⁻¹ basados en la producción de los cultivos de papa, quinua y cebada en t ha⁻¹. La producción de papa, quinua y cebada fue medida a través de la cosecha de todas las plantas de las parcelas netas: 50 m² (10 m x 5 m). El contenido de NT (%) y Amonio (mg kg⁻¹) del suelo, fue medido a través de las muestras de suelos recolectas en cada parcela experimental, y el NT (%) en planta, fue medido a través de una muestra de 10 plantas por unidad experimental. Estos nutrientes fueron evaluados luego de la cosecha del cultivo de papa.

Los costos de producción tomados en consideración fueron la preparación del suelo, semillas, fertilizantes, plaguicidas, mano de obra, controles fitosanitarios y cosecha. Los precios de cada uno de los insumos utilizados fueron monitoreados en los almacenes expendedores de la ciudad de Riobamba. Los precios de venta del producto cosechado fueron monitoreados cada semana en los mercados locales de Riobamba; así, para el caso de papa el precio fue de 350 USD t⁻¹, para la quinua 2500 USD t⁻¹ y de la cebada 660 USD t⁻¹.

3.10. Manejo específico del experimento

Se basó en las investigaciones del INIAP realizadas para el sistema papa-leche en la Sierra ecuatoriana (Barrera *et al.*, 2004) y en las experiencias en la subcuenca del río Chimbo (Barrera *et al.*, 2010) y en las de la microcuenca del río Sicalpa (Sánchez, 2021). En la comunidad

Puculpala de la microcuenca del río Blanco, se seleccionó un lote de 1295 m², que estaba en barbecho por tres años. En cada unidad experimental se tomaron muestras de suelo al inicio y final del cultivo de papa, a una profundidad comprendida entre los 0 y 25 cm, para su análisis químico completo y para el análisis de física de suelos.

La Tabla 6 muestra el manejo agronómico realizado en cada uno de los cultivos en investigación.

Tabla 6. Detalles de la agronomía de los cultivos utilizados en la investigación. Comunidad Puculpala, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2020-2021.

Componentes	Papa 2020	Quinua 2020-2021	Cebada 2021
Variedad del cultivo	INIAP-Superchola	INIAP-Tunkahuan	INIAP-Pacha
Densidad de siembra	1136 kg ha ⁻¹	3 kg ha ⁻¹	135 kg ha ⁻¹
Método de siembra	Surco y siembra directa	En hileras	Al voleo
Fertilización inicial	300-60-30 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	40-00-00 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ -K ₂ O-S	60-40-20 kg ha ⁻¹ de P ₂ O ₅ -K ₂ O-S

Fuente: INIAP, 2021.

En el cultivo de papa, las prácticas de labranza tuvieron que ver con las labores de pique y repique, 15 días antes de la siembra, mismas que se realizaron con azadón hasta dejar el suelo suelto, después se realizó el surcado a una distancia de 0.40 m entre plantas, 1 m entre surcos y 0.30 m de profundidad. Para el cultivo de quinua, se preparó el suelo con un repique con azadón hasta dejarlo suelto, para luego sembrar la semilla al voleo.

Para el caso de la fertilización, el N se aplicó de acuerdo a los tratamientos propuestos en la investigación. En el caso de la papa, al momento de la siembra se aplicó, al fondo del surco y a chorro continuo, el 50% de N, y en el momento de la deshierba se aplicó el 50% de N restante en banda lateral; para la quinua, al momento de la siembra se aplicó, a chorro continuo, el 50% de N, y el otro 50% restante se aplicó a los 45 días después de la siembra, también a chorro continuo; en cambio, para la cebada, al momento de la siembra se aplicó, al voleo, el 20% de N, y al macollamiento se aplicó el otro 80% restante, también al voleo. El 100% de P₂O₅-K₂O-S se aplicó al momento de la siembra en los tres cultivos. Se debe enfatizar que estas épocas de aplicación ya han sido probadas en ensayos de investigación.

Para el control fitosanitario se promovió el manejo integrado de plagas. Además, y dependiendo de la plaga presente, en el caso de papa, se usaron los insecticidas: fipronil, cipermetrina, profenophos y clorpirifos, y los fungicidas: cimoxanil, azufre, benomil y carbendazin; en el caso de quinua se usaron los insecticidas: fipronil, cipermetrina, profenophos y clorpirifos; y los fungicidas: cimoxanil, azufre, benomil y carbendazin; y, en el caso de la cebada se usó el herbicida metsulfuron methyl.

La cosecha de los cultivos se realizó en la fase de madurez fisiológica. En todos los tratamientos se procedió a retirar el follaje de la cosecha a un costado de la parcela; la cosecha fue manual en cada unidad experimental. Para disminuir la variabilidad en los datos se cosechó la parcela neta, misma que se estableció dejando un metro en la parte inferior y superior, respectivamente, y 0.50 m en cada lado de la parcela. Se registró el peso correspondiente en kg por parcela neta.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

4.1. Rendimiento de los cultivos de papa, quinua y cebada en t ha⁻¹

Los análisis de varianza de las variables de rendimiento en t ha⁻¹ de papa, quinua y cebada (Tabla 7), mostraron diferencias estadísticas altamente significativas (Pr≤0.01) para los tratamientos en estudio, así como para los polinomios ortogonales N Lineal y N Cuadrático; también se mostraron diferencias estadísticas significativas (Pr≤0.05) para los polinomios ortogonales N Cúbico en las variables rendimiento en t ha⁻¹ de quinua y cebada, lo que evidencia

que el rendimiento de los cultivos en estudio fue influenciado por los niveles de N evaluados. Los coeficientes de variación para las variables rendimiento en t ha⁻¹ de los cultivos de papa, quinua y cebada, equivalente a 7.72%, 7.01% y 6.93%, respectivamente, muestra que el experimento se condujo con absoluta normalidad, dando relevancia al manejo que le correspondía a cada tratamiento en investigación; es decir que, el error experimental mostrado en los análisis de varianza es intrínseco de los promedios de los tratamientos con respecto al promedio general y de otros factores que se desconocen, como los procesos que se producen en el suelo.

Tabla 7. Análisis de varianza para el rendimiento en t ha⁻¹ de los cultivos de papa, quinua y cebada en rotación. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2010-2021.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrado Medio		
		Papa 2020	Quinua 2020-2021	Cebada 2021
Total	14			
Repeticiones	2	1.41 ns	0.02 ns	0.42 ns
Tratamientos	(4)	140.05 **	0.76 **	3.58 **
N Lineal	1	399.89 **	1.43 **	5.90 **
N Cuadrático	1	152.65**	1.30 **	7.29 **
N Cúbico	1	6.64 ns	0.25 *	1.05 *
N Cuártico	1	1.03 ns	0.07 ns	0.08 ns
Error Experimental	8	5.43	0.03	0.15
CV (%)		7.72	7.01	6.93
Promedio t ha⁻¹		29.91	2.75	5.55

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente: altamente significativo (P≤0.01); * significativo (P≤0.05); ns no significativo (P≥0.05).

En la Tabla 8 se muestran los promedios y la prueba de LSD al 5% para las variables rendimientos de los cultivos de papa, quinua y cebada en t ha⁻¹. Para el caso de papa se presentan tres rangos de significación, **a**, **b** y **c**, encontrándose en el rango **a** los tratamientos T₃ (N 200 kg ha⁻¹), T₄ (N 300 kg ha⁻¹) y T₅ (N 400 kg ha⁻¹), como los de mejor rendimiento, en cambio, en el rango **c** se presenta el tratamiento T₁ (N 0 kg ha⁻¹) con el menor rendimiento. El rendimiento del cultivo de papa en t ha⁻¹, se incrementó en 87% al pasar del tratamiento T₁ (N 0 kg ha⁻¹) al tratamiento T₄ (N 300 kg ha⁻¹); es decir que, el incrementar las dosis de fertilización desde 0 hasta 300 kg ha⁻¹ de N permite obtener mejores rendimientos en el cultivo de papa.

Tabla 8. Promedios y pruebas de LSD al 5% para el rendimiento en t ha⁻¹ de los cultivos de papa, quinua y cebada en rotación. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2020-2021.

Tratamientos (kg ha ⁻¹)	Papa 2020	Quinua 2020-2021	Cebada 2021
T ₁ = N 0-0-0	19.33 c	2.04 d	4.00 c
T ₂ = N 100-50-40	26.94 b	2.60 c	5.23 b
T ₃ = N 200-100-80	34.14 a	3.00 b	6.27 a
T ₄ = N 300-150-120	36.13 a	3.40 a	6.87 a
T ₅ = N 400-200-160	33.00 a	2.73 bc	5.40 b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Pr≤0.05).

En el caso de la quinua se presentan cuatro rangos de significación, **a**, **b**, **c** y **d**, encontrándose en el rango **a** únicamente el tratamiento T₄ (N 150 kg ha⁻¹), como el de mejor rendimiento, y en el rango **d**, el tratamiento T₁ (N 0 kg ha⁻¹) como el de menor rendimiento. El rendimiento del cultivo de quinua en t ha⁻¹, se incrementó en 67% al pasar del tratamiento T₁ (N 0 kg ha⁻¹) al tratamiento T₄ (N 150 kg ha⁻¹); es decir que, el incrementar las dosis de fertilización desde 0 hasta 150 kg ha⁻¹ de N permite obtener mejores rendimientos en el cultivo de quinua.

En el cultivo de cebada se presentan tres rangos de significación, **a**, **b** y **c**, encontrándose en el rango **a** los tratamientos T₃ (N 80 kg ha⁻¹) y T₄ (N 120 kg ha⁻¹), como los de mejor rendimiento, en cambio, en el rango **c** se presenta el tratamiento T₁ (N 0 kg ha⁻¹) con el menor rendimiento. El rendimiento del cultivo de cebada en t ha⁻¹, se incrementó en 72% al pasar del tratamiento T₁ (N 0 kg ha⁻¹) al tratamiento T₄ (N 120 kg ha⁻¹); es decir que, el incrementar las dosis de fertilización desde 0 hasta 120 kg ha⁻¹ de N permite obtener mejores rendimientos en el cultivo de cebada.

4.2. Nitrógeno Total (%) en suelos y plantas y Amonio (mg kg⁻¹) en suelos

Los análisis de varianza de las variables Nitrógeno Total (%) en plantas y Amonio (mg kg⁻¹) en suelos, mostraron diferencias estadísticas altamente significativas (Pr≤0.01) para los tratamientos en estudio, así como diferencias estadísticas significativas (Pr≤0.05) para la variable Nitrógeno Total (%) en suelos, lo que evidencia que los nutrientes de suelos y plantas analizados fueron influenciados por los niveles de N evaluados. Los coeficientes de variación para las variables en estudio, Nitrógeno Total (%) en suelos y plantas y Amonio (mg kg⁻¹) en suelos, equivalentes a 2.14%, 3.05% y 8.31%, respectivamente, muestran que el experimento se condujo con absoluta normalidad, dando relevancia al manejo que le correspondía a cada tratamiento en investigación.

En la Tabla 9 se muestran los promedios y la prueba de LSD al 5% para las variables de nutrientes de suelos y plantas en estudio. En las variables Nitrógeno Total (%) y Amonio (mg kg⁻¹) en suelos, se presentaron tres rangos de significación, **a**, **b** y **c**, encontrándose en el rango **a** al tratamiento T₄ (300 kg ha⁻¹ de N), con valores de 0.166% y 125.28 mg kg⁻¹, respectivamente. Para el Nitrógeno Total (%) en plantas, se presentaron cuatro rangos de significación, **a**, **b**, **c** y **d**, siendo el mejor tratamiento el T₄ (300 kg ha⁻¹ de N), con 1.652% y se encuentra en el rango **a**. En las tres variables en estudio analizadas se tuvo al T₁ (0 kg ha⁻¹ de N), en el último rango, notándose claramente el efecto de la ausencia a la aplicación de la fertilización nitrogenada.

Tabla 9. Promedios y pruebas de LSD al 5% para los nutrientes de suelos y plantas. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2020-2021.

Tratamientos de N en el cultivo de papa	Suelos		Plantas
	Nitrógeno total (%)	Amonio (mg kg ⁻¹)	Nitrógeno total (%)
T ₁ = Nitrógeno 0 kg ha ⁻¹	0.152 c	98.65 c	1.117 d
T ₂ = Nitrógeno 100 kg ha ⁻¹	0.158 bc	111.47 b	1.235 cd
T ₃ = Nitrógeno 200 kg ha ⁻¹	0.162 ab	120.12 a	1.490 ab
T ₄ = Nitrógeno 300 kg ha ⁻¹	0.166 a	125.28 a	1.652 a
T ₅ = Nitrógeno 400 kg ha ⁻¹	0.161 ab	120.49 a	1.402 bc

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Pr≤0.05).

En las tres variables en estudio al comparar el tratamiento T₁ (0 kg ha⁻¹ de N) versus el tratamiento T₄ (300 kg ha⁻¹ de N), se puede observar que el Nitrógeno Total (%) en suelos y plantas, y Amonio (mg kg⁻¹) en suelos, se incrementaron en 9%, 27% y 47%, respectivamente, al incrementar las dosis de fertilización desde 0 hasta 300 kg ha⁻¹ de N.

En la Figura 1 se puede apreciar la respuesta cuadrática del contenido de Nitrógeno Total (%) en suelos respecto a la aplicación de las diferentes dosis de N en kg ha⁻¹, debido a que ésta fue la de mejor ajuste de los datos con un valor de R² = 0.65. La aplicación de dosis de fertilización nitrogenada diferentes a la no aplicación de N resultó en un aumento del Nitrógeno Total (%) en suelos, acorde a las dosis utilizadas. La cantidad de Nitrógeno Total (%) en suelos estuvo sujeta a las dosis de fertilización nitrogenada utilizada en cada tratamiento en estudio; siendo el valor óptimo obtenido de 0.164% con una dosis de 280.70 kg ha⁻¹ de N.

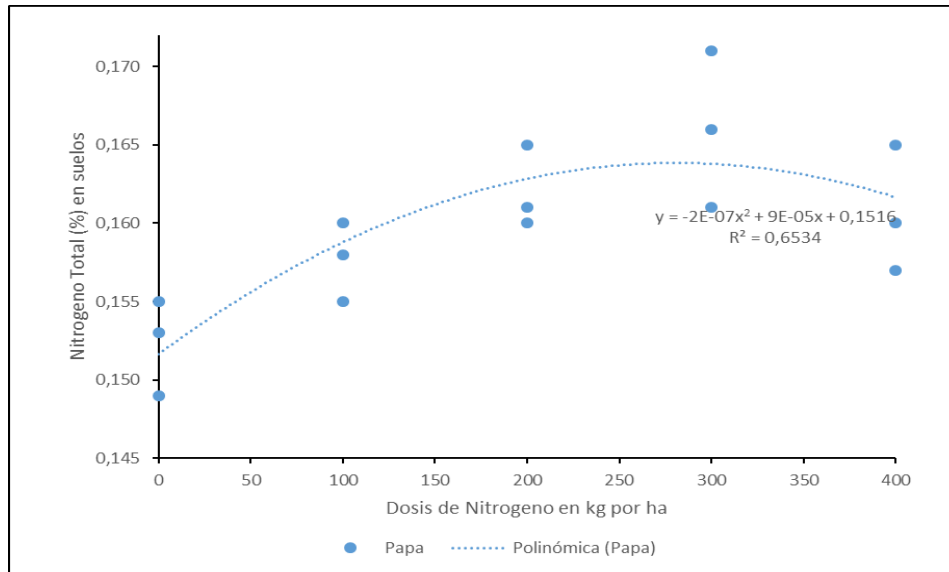


Figura 1. Efecto de las dosis de Nitrógeno sobre el Nitrógeno Total (%) en suelos. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

En la Figura 2 se puede apreciar la respuesta cuadrática del contenido de Amonio (mg kg^{-1}) en suelos, respecto a la aplicación de las diferentes dosis de N en kg ha^{-1} , debido a que ésta fue la de mejor ajuste de los datos con un valor de $R^2 = 0.91$. La cantidad de Amonio (mg kg^{-1}) en suelos que está sujeta a cambios rápidos y transformaciones fuertemente influenciadas por las condiciones ambientales del suelo, fue diferente de acuerdo a las dosis aplicadas. La cantidad de Amonio (mg kg^{-1}) en suelos presentó un valor óptimo de $123.72 \text{ mg kg}^{-1}$ con una dosis de $303.92 \text{ kg ha}^{-1}$ de N.

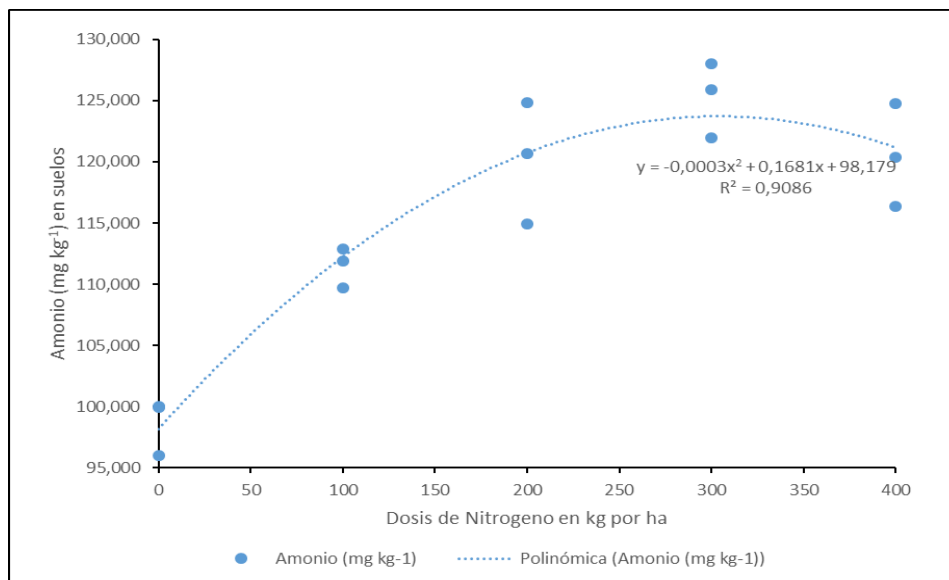


Figura 2. Efecto de las dosis de Nitrógeno sobre el Amonio del suelo en mg kg^{-1} . Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

En la Figura 3 se puede apreciar la respuesta cuadrática del contenido de Nitrógeno Total (%) en plantas del cultivo de papa, respecto a la aplicación de las diferentes dosis de N en kg ha^{-1} , debido a que ésta fue la de mejor ajuste de los datos con un valor de $R^2 = 0.68$. La aplicación de dosis de fertilización nitrogenada diferentes a la no aplicación de N resultó en un aumento del porcentaje de Nitrógeno Total (%) en plantas del cultivo de papa, acorde a las dosis utilizadas.

La cantidad de Nitrógeno Total (%) en plantas presentó el valor óptimo de 1.539% con una dosis de 283.58 kg ha⁻¹ de N.

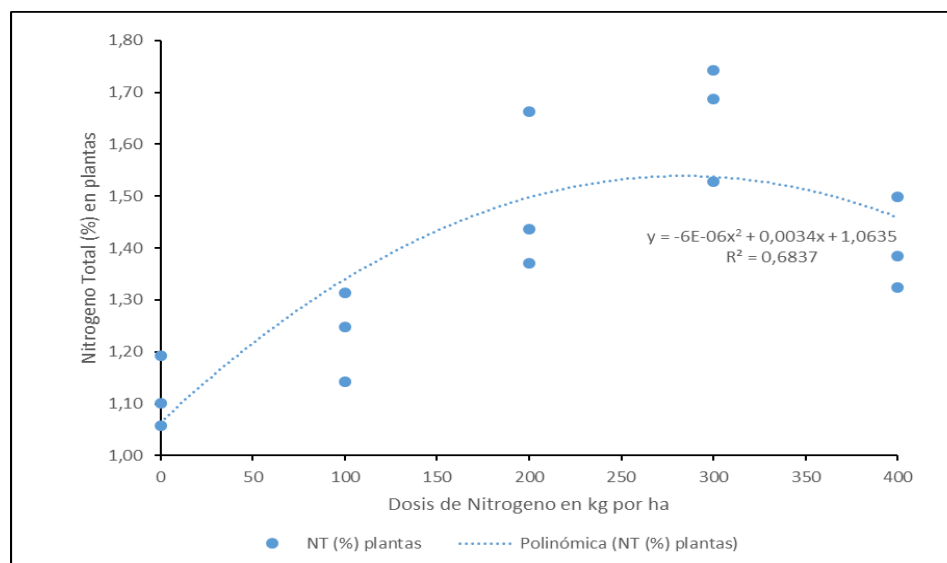


Figura 3. Efecto de las dosis de Nitrógeno sobre el Nitrógeno Total (%) en plantas del cultivo de papa. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

4.3. Costos y beneficios del cultivo de papa en USD ha⁻¹

Los análisis de varianza de las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ se muestran en la Tabla 10. Para las tres variables en estudio, los tratamientos en estudio y los polinomios ortogonales N Lineal y N Cuadrático mostraron respuestas estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$); también se mostraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) para los polinomios ortogonales N Cúbico en las variables beneficio bruto y beneficio neto. Lo señalado anteriormente para las variables en investigación, evidencia que los costos y beneficios de los cultivos en rotación fue influenciado por los niveles de fertilización nitrogenada aplicada. Los coeficientes de variación de las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ (Tabla 10), muestran que el experimento se condujo con absoluta normalidad, dando relevancia al manejo que le correspondía a cada tratamiento en investigación.

Tabla 10. Análisis de varianza para evaluar las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ del cultivo de papa. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2020.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		Beneficio Bruto	Costo Total	Beneficio Neto
Total	14			
Repeticiones	2	625734.07 ns	4504.27 ns	567941.40 ns
Tratamientos	(4)	55592727.07 **	1552100.57 **	40005645.77 **
N Lineal	1	133723408.13 **	5708113.20 **	84175450.13 **
N Cuadrático	1	80787202.38 **	469371.43 **	68940859.52 **
N Cúbico	1	7586246.53 *	29265.63 ns	6673140.03 *
N Cuártico	1	274035.22 ns	1652.01 ns	233133.38 ns
Error Experimental	8	1191713.82	9341.02	1003076.07
CV (%)		5.19	1.44	7.01
Promedio USD ha⁻¹		21028.27	6733.07	14295.20

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente: altamente significativo ($P \leq 0.01$); * significativo ($P \leq 0.05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0.05$).

Los promedios y las pruebas de LSD al 5% para las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ se muestran en la Tabla 11. Para las variables beneficio bruto y costo total se muestran cuatro rangos de significación, *a*, *b*, *c* y *d*; en cambio, para la variable beneficio neto se muestra tres rangos de significación, *a*, *b* y *c*. En la variable beneficio bruto el mejor tratamiento fue el T₄ (N 300-150-120 kg ha⁻¹) y se reportó solo en rango *a*; en la variable costo total el mejor tratamiento fue el T₁ (N 0-0-0 kg ha⁻¹), por presentar los menores costos y se reportó en el rango *d*; en cambio, en la variable beneficio neto los mejores tratamientos fueron T₄ (N 300-150-120 kg ha⁻¹) y T₃ (N 200-100-80 kg ha⁻¹), y se reportaron en el rango *a*.

Tabla 11. Promedios y prueba de LSD al 5% para las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ del cultivo de papa. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2020.

Tratamientos N en cultivos (papa-quinua-cebada)	Beneficio Bruto (USD ha ⁻¹)	Costo Total (USD ha ⁻¹)	Beneficio Neto (USD ha ⁻¹)
T1 = N 0-0-0 kg ha ⁻¹	14499 d	5678 d	8821 c
T2 = N 100-50-40 kg ha ⁻¹	19443 c	6351 c	13091 b
T3 = N 200-100-80 kg ha ⁻¹	23585 b	6928 b	16658 a
T4 = N 300-150-120 kg ha ⁻¹	25677 a	7349 a	18328 a
T5 = N 400-200-160 kg ha ⁻¹	21938 b	7360 a	14578 b

Fuente: INIAP, 2021.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Pr≤0.05).

Los resultados muestran que el beneficio bruto en USD ha⁻¹, se incrementó en 77% al pasar del tratamiento T₁ (N 0-0-0 kg ha⁻¹) al tratamiento T₄ (N 300-150-120 kg ha⁻¹), que fue el tratamiento con mayor beneficio bruto; el costo total en USD ha⁻¹, se incrementó en 29% y 30%, al pasar del tratamiento T₁ (N 0-0-0 kg ha⁻¹) a los tratamientos T₄ (N 300-150-120 kg ha⁻¹) y T₅ (N 400-200-160 kg ha⁻¹), respectivamente, que fueron los tratamientos con mayor costo total; y, el beneficio neto en USD ha⁻¹, se incrementó en 107% y 88%, al pasar del tratamiento T₁ (N 0-0-0 kg ha⁻¹) a los tratamientos T₄ (N 300-150-120 kg ha⁻¹) y T₃ (N 200-100-80 kg ha⁻¹), respectivamente, que fueron los tratamientos con mayor beneficio neto. Esto muestra que al incrementar las dosis de fertilización en los cultivos de papa-quinua-cebada desde 0-0-0 hasta 300-150-120 kg ha⁻¹ de N se puede obtener mejores beneficios brutos y beneficios netos en la rotación de esos cultivos; en cambio, al incrementar las dosis de fertilización desde 0-0-0 hasta 300-150-120 kg ha⁻¹ de N se incrementan los costos totales en la rotación de esos cultivos.

Del análisis de los resultados obtenidos para las variables rendimiento de los cultivos de papa, quinua y cebada en t ha⁻¹, se puede señalar que incrementar las dosis de fertilización nitrogenada hasta los 300 kg ha⁻¹ en papa, 150 kg ha⁻¹ en quinua, y entre 80 y 120 kg ha⁻¹ en cebada sí contribuye a incrementar los rendimientos de esos cultivos. La experiencia que se está obteniendo en esta investigación es que a partir de la aplicación de las dosis mencionadas anteriormente para los diferentes cultivos los rendimientos son decrecientes, por lo que no amerita seguir aplicando N. En el caso del cultivo de papa su aporte en exceso retrasa la maduración y afecta el contenido de almidón decreciendo con el incremento de la fertilización nitrogenada. La tendencia mostrada en el mejoramiento del rendimiento en los cultivos en estudio es consistente con la tendencia producida en los beneficios brutos y netos obtenidos en esta investigación, que señalan que la dosis de N de 300-150-120 kg ha⁻¹, incrementa esos beneficios en comparación con las prácticas en donde se utiliza dosis de N de 0-0-0 kg ha⁻¹. Es importante señalar que el uso de N incrementa los costos totales en USD ha⁻¹ en comparación al no uso de N, pero se ve reflejada la inversión en los mejores beneficios obtenidos con la aplicación de N hasta los niveles mencionados. Estos primeros resultados obtenidos serán importantes para motivar a los productores a utilizar las dosis óptimas económicas de N, mostrándoles que los beneficios para el suelo serán relevantes en un futuro inmediato, debido a que permitirá mejorar la disponibilidad de nutrientes y la humedad del suelo, como lo señalan

Thierfelder y Wall (2010) y Farooq *et al.* (2011), respectivamente; también permitirá obtener los mejores beneficios económicos que servirán para que la familia mejore su calidad de vida.

Del análisis de los resultados obtenidos para las variables Nitrógeno Total en % en suelos y plantas y Amonio en mg kg⁻¹ en suelos, se puede señalar que incrementar las dosis de fertilización nitrogenada hasta los 280.70, 303.92 y 283.58 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, sí contribuye a incrementar el Nitrógeno Total y Amonio. La experiencia que se obtuvo en esta investigación es que, a partir de la aplicación de éstas dosis óptimas de aplicación de N, el Nitrógeno Total y Amonio es decreciente, por lo que no amerita seguir aplicando N, al igual de lo que acontece en el rendimiento.

De los niveles de N evaluados, en el caso del cultivo de papa, la dosis óptima biológica y económica fue de 300 kg ha⁻¹ de N, misma que fue la más aceptada por los productores de la Comunidad Puculpala donde se está realizando la investigación, quienes ya comenzaron a utilizarla en el establecimiento de su cultivo de papa. Los beneficios más tangibles de la fertilización nitrogenada para los productores fue el incremento significativo en los rendimientos y en los beneficios netos, a pesar de los costos que estos representan en comparación con la no aplicación de N.

5. CONCLUSIONES

La investigación sobre la “Determinación de las mejores prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada en los sistemas de producción de cultivos de la microcuenca del río Blanco como mecanismo de adaptación al cambio climático”, en los tres cultivos en rotación: papa-quinua-cebada, probó la hipótesis que la fertilización nitrogenada muestra un beneficio positivo en el rendimiento en t ha⁻¹ de esos cultivos y el beneficio neto en USD ha⁻¹. Es evidente que el uso de 300 kg ha⁻¹ de N en papa, 150 kg ha⁻¹ de N en quinua y 120 kg ha⁻¹ de N en cebada, son las mejores dosis de fertilización para mejorar el rendimiento y los beneficios netos, que se ven reflejados en el incremento del rendimiento de estos cultivos de papa, quinua y cebada en 87%, 67% y 72%, respectivamente, al pasar del no uso de N hasta los niveles de 300-150-120 kg ha⁻¹ de N. Aunque los agricultores son conscientes del impacto ambiental de las prácticas de manejo del N, las consideraciones económicas son los principales motores para adoptar estas prácticas o no; por lo que, el incremento del 107% en el beneficio neto, que representa el uso del N (300-150-120 kg ha⁻¹ de N), en comparación con la práctica de no uso del N, puede ser motivador para su adopción. Es importante que los estudios de investigación en colaboración con los productores sigan proporcionando información de los beneficios del uso del N, para mejorar la sostenibilidad de los sistemas de producción agrícola de esta microcuenca y de la Región Andina del Ecuador en general, para minimizar las amenazas que sufre la agricultura y garantizar la seguridad alimentaria en un clima cambiante.

6. LITERATURA CITADA

- Alwang, J.; Norton, G.; Barrera, V.; Botello, R. 2013. *Conservation Agriculture in the Andean Highlands: Promise and Precautions*. In S. Mann (ed.), *The Future of Mountain Agriculture*, Springer Geography, DOI: 10.1007/978-3-642-33584-6_3, _ Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.
- Barrera, V.; Delgado, J.; Alwang, J.; Escudero, L.; Cartagena, Y.; Domínguez, J. Andrade; Adamo, R. 2019. *Conservation Agriculture Increases Yields and Economic Returns of Potato, Forage, and Grain Systems of the Andes*. *Agron. J.* 111:2747–2753 (2019) doi:10.2134/agronj2019.04.0280
- Barrera, V.; Escudero, L.; Alwang, J.; Andrade, R. 2012. *Integrated management of natural resources in the Ecuador Highlands*. *Agricultural Sciences*. Vol. 3, No. 5, 768-779 (2012).

- Barrera, V.; Alwang, J.; Cruz, E.; Escudero, L. and Monar, C. 2010. *Experiences in integrated management of natural resources in the sub-watershed of the Chimbo River, Ecuador*. American Society of Agricultural and Biological Engineers- 21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment (p. 20). Costa Rica: Universidad Earth.
- Barrera, V.; León-Velarde, C.; Grijalva, J. y Chamorro, F. 2004. *Manejo del Sistema de Producción "Papa-Leche" en la Sierra ecuatoriana: Alternativas Tecnológicas*. Editorial ABYA-YALA. Boletín Técnico No. 112. INIAP-CIP-PROMSA. Quito, Ecuador. 196 pp.
- Delgado, J.; Barrera, V.; Escudero, L.; Cartagena, Y.; Alwang, J.; Stehouwer, R.; Arévalo, J.; D'Adamo, R.; Domínguez, J.; Valverde, F.; Alvarado, S. 2019. *Conservation Agriculture Increases Profits in an Andean Region of South America*. Agrosystems, Geosciences & Environment. Doi:10.2134/age2018.10.0050.
- Dyer, J.; Vergé, X.; Desjardins, R.; Worth, D.; McConkey, B. 2010. *The impact of increased biodiesel production on the greenhouse gas emissions from field crops in Canada*. *Energy for Sustainable Development*, 14(2), 73-82.
- Escudero, L.; Delgado, J.; Monar, C.; Valverde, F.; Barrera, V.; Alwang, J. 2014. *A New Nitrogen Index for Assessment of Nitrogen Management of Andean Mountain Cropping Systems of Ecuador*. *Soil Science* 2014; 179: 130-140.
- Gallagher, R.; Stehouwer, R.; Barrera, V.; Alvarado, S.; Escudero, L.; Valverde, V. 2017. *Yield and nutrient removal in potato-based conservation agriculture cropping systems in the high altitude Andean region of Ecuador*. *Agron. J.* 109:1836–1848. doi:10.2134/agronj2016.11.0635
- García, F. 2002. Manejo de la fertilidad de suelos y fertilización para altos rendimientos en la región pampeana Argentina. 4^º Conferencia Fertilizantes Cono Sur. British Sulphur. Porto Alegre Brasil 18-20, Noviembre.
- IICA. 2015. *Producción y mercado de la quinua en Bolivia*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Editado por: Juan Risi, Wilfredo Rojas, Mauricio Pacheco. - La Paz. 308 p.
- IPCC. 2014. *Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. pp. 1435.
- MAE. 2017. *Tercera Comunicación Nacional del Ecuador a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador. Quito, Ecuador. 630 p.
- Monar, C.; Saavedra, A.; Escudero, L.; Delgado, J.; Alwang, J.; Barrera, V.; Botello, R. 2013. *Positive impacts in soil and water conservation in an Andean region of South America: Case scenarios from a US Agency for International Development multidisciplinary cooperative project*. *Journal of Soil and Water Conservation* 68(1):25A-30A (2013).
- PDOT. 2015. Diagnóstico. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. Disponible en: http://passthrough.fw-notify.net/download/863889/http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0660821990001_Diagnostico_24-06-2015_22-18-04.pdf
- Sánchez, 2021. *Evaluación de la fertilidad y productividad de los suelos con prácticas de agricultura de conservación en la microcuenca del río Sicalpa*. Facultad de Recursos Naturales de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 96 p.
- Smil, V. 1999. Long-range Perspectives in Inorganic Fertilizers in Global Agriculture. Travis P. Hignett Lecture, IFDC, Alabama, USA.

Thierfelder, C.; Wall, P. 2010. Rotations in conservation agriculture systems of Zambia: effects on soil quality and water relations. *Experimental Agriculture* 46:309-325.

Valverde, F. 2001. *Guía de recomendaciones de fertilización para los principales cultivos del Ecuador*. Quito (Ec.), Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. p. 2-3.

Venterea, R.; Bijesh, M. 2013. *Soil Biology and Biochemistry*. Unidad de Investigación del Manejo de Suelo y Agua. ARS-San Pablo, Minnesota.

Actividad 2: Evaluación de prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción papa-pastos en la microcuenca del río Blanco

Responsables: Víctor Barrera, Jorge Delgado, Luis Escudero, Yamil Cartagena, Juan Arévalo
Colaboradores: Jeffrey Alwang, Aníbal Martínez, Angélica Zapata, Tania Guanín

1. ANTECEDENTES

Según FAO (2010), la superficie forestal mundial se reduce cada año en unos 13 millones de hectáreas a causa de la deforestación. América del Sur sufrió la más importante pérdida neta de bosques entre el 2000 y 2010, siendo de 4.3 millones de hectáreas al año. Este fenómeno ha desencadenado problemas como la degradación de los recursos naturales, pérdida de la biodiversidad, deterioro del suelo, disminución de los recursos hídricos, reducción de sumideros de carbono, que merecen una inmediata atención que permita mejorar la sostenibilidad del ambiente (Alwang *et al.*, 2013). En Ecuador, la tala indiscriminada de los bosques naturales y de continuar este ritmo de deforestación, las reservas forestales para el año 2030 habrán desaparecido, principalmente por la ampliación de la frontera agrícola con el establecimiento de sistemas en monocultivos, que han demostrado poca sostenibilidad y desastres en cuanto a la incidencia de plagas y el ambiente (MAE, 2012).

El Centro de Información, Gestión y Educación Ambiental (CIGEA, 2007) señala que vastas zonas de pendiente han sido empleadas para la producción agropecuaria. De esta manera, se inicia el proceso de pérdida de la biodiversidad (capital Natural). Adicionalmente, el recurso suelo es explotado hasta un punto más allá del cual, actividades como el exceso de pastoreo del ganado, producción agrícola en áreas marginales, deforestación, entre otros, afectan la capacidad regenerativa de algunas especies vegetales, que conllevan no solo a la degradación del capital Natural sino además repercusiones socioeconómicas en las familias campesinas (Barrera *et al.*, 2012).

Lo anteriormente señalado se puede observar en la microcuenca del río Blanco, en donde se encuentra localizada la parroquia Quimiag que tiene 5257 habitantes, mismos que dependen fundamentalmente de las actividades agropecuarias, donde predominan las áreas dedicadas a los productos que se cultivan para la venta y consumo familiar tales como: papa, maíz, haba, cebada, fréjol, alfalfa, ocas, mellocos, avena, zanahoria, cilantro y col (PROMAREN, 2013). Esta situación define el alto grado de vulnerabilidad y de riesgo social y económico que puede provocarse como consecuencia del manejo inadecuado del capital Natural, su degradación o efectos del cambio climático. En la microcuenca del río Blanco las áreas boscosas casi han desaparecido y el mal manejo del sistema de producción basado en los cultivos de papa y pastos muestran el siguiente esquema: siembra de papa, maíz, haba en los meses de febrero-marzo, con el inicio de las lluvias, y su ciclo de cultivo es de aproximadamente 7 meses (agosto-septiembre), en el caso de la papa y maíz, y de la haba de cinco meses; a partir de los meses de agosto-septiembre, dejan en barbecho hasta el mes de diciembre; finalmente, luego del ciclo de cultivos lo dejan sin uso por espacio de 3 a 5 años, o en su defecto establecen pasturas para la alimentación animal, el cual dura en el campo aproximadamente tres años. Este sistema de producción, ha promovido el deterioro del capital Natural, especialmente del recurso suelo (PDOT Quimiag, 2015).

En esta microcuenca, los problemas de la contaminación por agroquímicos utilizados en forma incontrolada en la producción agrícola, cuyos residuos llegan a las fuentes hídricas por escorrentía; la alarmante reducción del caudal hídrico debido a los grandes procesos de deforestación y ampliación de la frontera agrícola en zonas frágiles y generadoras de aguas como los páramos y las cejas de montañas; la mala administración y uso inadecuado de los recursos naturales; así como la contaminación de estos ríos incide directamente en el deterioro de la calidad de vida y la salud humana de la población, así como en animales y vegetales que

consumen el agua, constituyéndose en un medio que transporta plagas de tipo bacteriano y parasitario, no sólo para Chimborazo, sino que se extiende a toda la gran cuenca del río Chambo.

Ante esta problemática que es recurrente en todas partes de la zona Andina del Ecuador, el INIAP conjuntamente con Organismos Internacionales, Nacionales y locales, a partir del año 2006 hasta septiembre de 2014, implementó un proyecto con un enfoque de manejo integrado de cuencas, que integra en su estudio los capitales: humano, social, cultural, financiero, político, físico y natural (Barrera *et al.*, 2010). Un resultado relevante ha sido disponer de Buenas Prácticas de Manejo (BMP) como la conservación del suelo con la construcción de zanjas de desviación, curvas de nivel, cultivos en fajas, rotación de cultivos, protección de zanjas y curvas de nivel con pasto milín y plantas nativas, plantación de especies nativas en linderos, cortinas rompevientos y barreras vivas, con énfasis en sitios con mayor índice de vulnerabilidad, diversificación del sistema de producción, proceso de manejo integrado de cultivos, épocas de siembra, labranza de conservación (labranza reducida y labranza mínima), reducción del uso de plaguicidas, uso de variedades resistentes de papa, cebada, trigo, quinua, haba, entre otras (Barrera *et al.*, 2019; Gallagher *et al.*, 2017; Alwang *et al.*, 2013; Barrera *et al.*, 2012).

Los avances conseguidos en relación a la implementación de BPM y conservación del suelo, han permitido medir y cuantificar el efecto de éstas sobre la productividad de los sistemas de producción en relación a las características físicas, químicas y biológicas del suelo a mediano y largo plazo, así como la pérdida y el deterioro de las condiciones del suelo, tomando en consideración la evaluación del efecto de la labranza reducida, el uso de suelo, la fertilización y rotación de cultivos: papa-avena vicia-cebada-haba-pasturas (Barrera *et al.*, 2019; Gallagher *et al.*, 2017; Escudero *et al.*, 2014; Monar *et al.*, 2013). La razón de incluir en la rotación del sistema la avena-vicia y el haba, se debe a que la cosecha de papa -en los meses de julio-agosto- coincide con el período de verano, en donde se observó la presencia de fuertes vientos de hasta 35 km hora⁻¹, y en el cual los productores dejaban el suelo en descanso o cultivaban variedades nativas de papa que no les proveía cosechas con suficiente producción para su seguridad alimentaria y peor aún ingresos económicos extras; esto permitió tener cubierto el suelo con cultivos que promovieron un mejor uso del suelo y mejores ingresos económicos para las familias de la zona (Barrera *et al.*, 2019; Gallagher *et al.*, 2017; Barrera *et al.*, 2012).

Los resultados positivos de la experiencia de trabajo en la subcuenca del río Chimbo, también se replicó en las microcuencas del río Sicalpa y Cuenca Alta del río Paute, principalmente con prácticas que incluyen el manejo integrado del cultivo, el aprovechamiento racional de los recursos naturales locales, la capacitación y empoderamiento de los beneficiarios/as, con lo que se contribuyó a la sostenibilidad en los ámbitos social, cultural, político, físico, financiero, humano y natural a mediano y largo plazo. El propósito final, fue mejorar la productividad de los sistemas de producción a pequeña escala, en vez de sistemas extensivos y poco sostenibles, que incluyen cada vez el avance de la frontera agrícola y la destrucción de los recursos naturales.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General:

Determinar las mejores prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción papa-pasto en la microcuenca del río Blanco.

2.2. Objetivos Específicos:

- Evaluar a mediano plazo (cuatro años) el efecto de las prácticas de conservación, los sistemas de labranza, la cobertura del suelo y rotaciones de los cultivos prevalentes en la microcuenca del río Blanco, sobre las características físicas, químicas y biológicas del suelo.
- Evaluar a mediano plazo (cuatro años) el efecto de las prácticas de conservación, los sistemas de labranza, la cobertura del suelo y rotaciones de los cultivos prevalentes en la microcuenca del río Blanco, sobre el rendimiento de los cultivos.

- Determinar económicamente las mejores prácticas de agricultura de conservación en la microcuenca del río Blanco.

3. MÉTODOLÓGIA

3.1. Características del sitio experimental

Tabla 1. Ubicación del sitio experimental en la microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

Provincia	Chimborazo
Cantón	Riobamba
Parroquia	Quimiag
Sitio	Comunidad Puculpala
Altitud	2874
Coordenadas Latitud UTM	9814175 S
Coordenadas Longitud UTM	768788 O

Fuente: Datos tomados por equipo técnico con GPS, 2019.

Tabla 2. Características edafo climáticas del sitio experimental en la microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

Zona climática	Mesotérmico semihúmedo
Temperatura promedio	15 a 22 °C
Precipitación media anual	500 a 2000 mm
Humedad relativa promedio	70%
Pendiente	50 al 70%
Tipo de suelo	Andisoles

Fuente: Cañadas, 1983; Datos tomados por equipo técnico, 2019.

Tabla 3. Taxonomía de suelo del sitio experimental en la microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

Clasificación	Descripción
Orden	Andisoles
Suborden	Udands
Gran grupo	Haplustands
Subgrupo	Thaptic Haplustands

Fuente: Departamento de Suelos y Aguas EESC del INIAP, 2019.

3.2. Factores en estudio

Factor A: Conservación de suelos: (A₁= Con zanjas de desviación; A₂= Sin zanjas de desviación).

Factor B: Tipos de labranza: (B₁= Labranza convencional; B₂= Labranza reducida).

Factor C: Cultivos de cobertura: (C₁= Sin residuo; C₂= Con residuo).

3.3. Unidad experimental

- Número de repeticiones: 3
- Número de tratamientos: 9
- Número de unidades experimentales (parcelas): 27
- Área total por parcela: 6 m x 12 m: 72 m²
- Área total del experimento: 72 m² x 27 parcelas: 1944 m²
- Área total del ensayo incluidos caminos: 74 m x 42 m: 3108 m²

Para el caso del cultivo de papa

- Área total de parcela: 72 m²
- El número de surcos por parcela total: 12
- Número de surcos por parcela neta: 8
- Densidad de sitios por surco: 15
- Distancia entre surcos: 1 m
- Distancia entre plantas: 0.40 m
- Área neta por parcela: 35.20 m² (8 m x 4.40 m)

Para el caso del cultivo de avena-vicia forrajera

- Área total de parcela: 72 m²
- Área neta por parcela: 40 m²
- La siembra se realizó al boleto
- Área neta por parcela: 40 m² (10 m x 4 m)

Para el caso del cultivo de maíz

- Área total de parcela: 72 m²
- El número de surcos por parcela total: 15
- Número de surcos por parcela neta: 11
- Densidad de sitios por surco: 12
- Distancia entre surcos: 0.8 m
- Distancia entre plantas: 0.50 m
- Área neta por parcela: 44 m² (8.80 m x 5 m)

Para el caso del cultivo de Haba

- Área total de parcela = 72 m²
- El número de surcos por parcela total = 15
- Número de surcos por parcela neta = 11
- Densidad de sitios por surco = 15
- Distancia entre surcos = 0.80 m
- Distancia entre plantas = 0.40 m
- Área neta por parcela = 38.72 m² (8.8 m x 4.4 m)

Para el caso del cultivo de Cebada

- Área total de parcela = 72 m²
- Área neta por parcela: 40 m² (10 m x 4 m)
- La siembra se realizará al boleto

3.4. Tratamientos

Los tratamientos en estudio constan en la Tabla 4. Los tratamientos T₁ a T₈ son propuestas de agricultura de conservación, priorizando la tecnología de manejo de INIAP en cada cultivo.

Tabla 4. Tratamientos en estudio y ciclos de evaluación en la microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

Tratamientos en estudio	Ciclos de evaluación						
	1ro	2do	3ro	4to	5to	6to	7mo
T ₁ = Con zanjás, labranza convencional, sin residuo	Papa	Avena-vicia	Maíz	Haba	Cebada	Papa	Pastura
T ₂ = Con zanjás, labranza convencional, con residuo	Papa	Avena-vicia	Maíz	Haba	Cebada	Papa	Pastura
T ₃ = Con zanjás, labranza reducida, sin residuo	Papa	Avena-vicia	Maíz	Haba	Cebada	Papa	Pastura
T ₄ = Con zanjás, labranza reducida, con residuo	Papa	Avena-vicia	Maíz	Haba	Cebada	Papa	Pastura
T ₅ = Sin zanjás, labranza convencional, sin residuo	Papa	Avena-vicia	Maíz	Haba	Cebada	Papa	Pastura
T ₆ = Sin zanjás, labranza convencional, con residuo	Papa	Avena-vicia	Maíz	Haba	Cebada	Papa	Pastura
T ₇ = Sin zanjás, labranza reducida, sin residuo	Papa	Avena-vicia	Maíz	Haba	Cebada	Papa	Pastura
T ₈ = Sin zanjás, labranza reducida, con residuo	Papa	Avena-vicia	Maíz	Haba	Cebada	Papa	Pastura
T ₉ = Testigo (manejo de los cultivos por el agricultor)	Papa	Avena-Vicia	Maíz	Haba	Cebada	Papa	Pastura

Fuente: INIAP, 2019.

Sin residuo = corta y alimenta los animales o vende; Con residuo = corta y deja en la superficie del suelo.

3.5. Diseño experimental

Se aplicó el diseño de Bloques Completamente al Azar “DBCA” en arreglo de Parcela Dividida, en donde el factor A corresponde a la parcela principal y los factores B y C como parcela dividida sobre el factor A, con tres repeticiones por tratamiento. También se estableció un testigo para comparar con el resto de tratamientos.

3.6. Análisis estadístico

Los datos fueron analizados a través de un DBCA en arreglo de Parcela Dividida más un testigo, en donde el factor A corresponde a la parcela principal y los factores B y C como parcela dividida sobre el factor A, con tres repeticiones por tratamiento.

Tabla 5. Esquema del análisis de varianza del experimento en la microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2021.

Fuentes de variación	Grados de Libertad
Total	23
Bloques	2
Conservación (A)	1
Error experimental	2
Labranza (B)	1
AxB	1
Cobertura (C)	1
CxA	1
CxB	1
AxBxC	1
Error experimental	12

Fuente: INIAP, 2019.

Análisis funcional: Prueba de LSD al 5% para comparar los niveles de los factores, las interacciones de los factores y la comparación ortogonal testigo versus el resto de tratamientos.

3.7. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: rendimiento en $t\ ha^{-1}$ de los cultivos en rotación; costos de las prácticas investigadas y de los cultivos en $USD\ ha^{-1}$; y los beneficios en $USD\ ha^{-1}$ basados en la producción de los cultivos en $t\ ha^{-1}$. También se evaluaron las variables de química de suelos, que se presentan en este informe, debido a que se disponen de los resultados correspondientes al período de los cultivos de papa, avena-vicia y maíz suave, incluido la línea base.

La producción de papa fue medida a través de la cosecha de todas las plantas de las parcelas netas: $35.2\ m^2$ ($8\ m \times 4.40\ m$). En el caso de avena-vicia, la biomasa fue medida en una parcela neta de $40\ m^2$ ($10\ m \times 4\ m$). El maíz suave fue medido a través de la cosecha de todas las plantas de las parcelas netas: $44\ m^2$ ($8.80\ m \times 5\ m$). En haba se cosechó las parcelas netas: $38.72\ m^2$ ($8.8\ m \times 4.4\ m$). En el caso de cebada se cosechó las parcelas netas de $40\ m^2$ ($10\ m \times 4\ m$).

Los costos de producción tomados en consideración fueron la preparación del suelo, semillas, fertilizantes, plaguicidas, mano de obra, controles fitosanitarios y cosecha. Los precios de cada uno de los insumos utilizados fueron monitoreados en los almacenes expendedores de las ciudades de Chambo y Riobamba. Los precios de venta de los productos cosechados fueron monitoreados cada semana en los mercados locales de Chambo y Riobamba; así, para el caso de papa el precio fue de $440\ USD\ t^{-1}$, para el forraje fresco de avena-vicia $60\ USD\ t^{-1}$, para maíz suave $1000\ USD\ t^{-1}$, para haba tierna $300\ USD\ t^{-1}$ y para cebada $660\ USD\ ha^{-1}$.

El beneficio económico de los tratamientos en donde la cobertura fue con residuos de la avena-vicia fue estimado usando un valor asignado como si ésta hubiera sido vendida, debido a que, al no ser removida del suelo, no existe un beneficio tangible para los productores; por el contrario, se esperaría que dicho beneficio sea traducido en incremento de los nutrientes del suelo a través del tiempo.

3.8. Manejo específico del experimento

Se basó en las investigaciones del INIAP realizadas para el sistema papa-leche en la Sierra ecuatoriana (Barrera *et al.*, 2004) y en las experiencias en la subcuenca del río Chimbo (Barrera *et al.*, 2010). En la comunidad Puculpala de la microcuenca del río Blanco, se seleccionó un lote de $3108\ m^2$, que estuvo en barbecho por seis años; se tomaron muestras de suelo por cada unidad experimental a dos profundidades de 0-10 cm y de 11-20 cm, al inicio del ensayo y luego de cada cultivo en rotación, para su análisis químico completo y físico en el Laboratorio del Departamento de Suelos y Aguas de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP.

Trazado de zanjas de desviación de agua

En las parcelas que corresponden al factor A ($A_1=$ con zanjas), se realizaron cuatro zanjas separadas cada 13 metros con una longitud de 32 metros y una profundidad de 0.50 metros. El trazado se realizó con la ayuda de un nivel en A, con una pendiente del 1%. En la parte alta del talud se sembraron especies arbóreas nativas con la finalidad de proteger las zanjas.

Para el cultivo de papa

a. Manejo convencional del cultivo (testigo)

Para la preparación de las parcelas que corresponden a la labranza convencional, 15 días antes de la siembra se realizaron las labores en el suelo de barbecho con un pique y repique con azadones. Después de los 15 días de preparado el terreno se procedió a sembrar la papa, para lo cual se hicieron surcos con azadones; la distancia entre surcos fue de 1 m y entre plantas de 0.40 m. Se utilizó semilla de la variedad Superchola ($990\ kg\ ha^{-1}$ de semilla), depositando dos tubérculos medianos. La fertilización química se realizó con fertilizante compuesto 18-46-00 al momento de la siembra, en relación de $50\ kg\ ha^{-1}$ de abono por $181.80\ kg\ ha^{-1}$ de semilla de papa. El tape se hizo con azadón, con una capa de tierra que cubrió la semilla. Las labores de rascadillo y aporque se hicieron con azadón a los 60 y 100 días después de la siembra. Para el control de lancha se usaron fungicidas sistémicos y de contacto cada 10 o 15 días después de la

emergencia, y para el control de gusano blanco, pulguitas, trips y moscas minadoras, a partir de la emergencia del cultivo, se utilizaron insecticidas recomendados por las casas comerciales de la zona. La cosecha fue manual y se realizó cuando la piel del tubérculo estuvo firme.

b. Manejo del cultivo con agricultura de conservación

Para la preparación de las parcelas que corresponden a la labranza convencional, 15 días antes de la siembra se realizaron las labores de barbecho y repique con azadón. En las unidades experimentales con labranza reducida, se aplicó glifosato en dosis de 12.5 cc l⁻¹ de agua, 15 días antes de la siembra. Un mes antes de la siembra se realizó el trampeo para monitorear la población de insectos adultos del gusano blanco, colocando trampas de follaje de papa en una densidad de 80 trampas ha⁻¹, aplicando al follaje el insecticida Acefato en dosis de 2 g l⁻¹ de agua; estas trampas se cubrieron con cartones mismas que fueron evaluadas cada 8 días para monitorear el número de adultos y el cambio de follaje. Después de 15 días de preparado el terreno se procedió a sembrar la papa, para lo cual se hicieron surcos a una profundidad de 0.30 m y una distancia de 0.40 m entre plantas a 1 m entre surcos. Se utilizó semilla de la variedad Superchola, depositando un tubérculo de 60 gramos de peso; el tape se hizo con azadón poniendo una capa de tierra que no fue superior al doble del tamaño de la semilla. La fertilización química se aplicó de acuerdo con el análisis químico completo del suelo: 120-300-60-30 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O-S. En el momento de la siembra se aplicó, al fondo del surco y a chorro continuo, el 40% de N y el 100% de P₂O₅-K₂O-S; se tapó el fertilizante con una capa de suelo para evitar el contacto con los brotes del tubérculo semilla. Las labores de rascadillo y aporque se hicieron a los 45 y 60 días después de la siembra, con azadón. En el momento del rascadillo se aplicó el 60% de N restante en banda lateral y se tapó con suelo con la labor del medio aporque. El combate de insectos plagas, como gusano blanco, pulguita y trips, se realizó únicamente cuando fue necesario, con el uso de insecticidas de sello azul como el Acefato en dosis de 2 g l⁻¹ de agua. Para la lancha, se aplicó el principio de manejo integrado del cultivo, mirando la época de siembra, semilla de calidad, fungicidas de contacto y sistémicos de sello verde como Cimoxanil, Clorotalonil y Propineb, en dosis de 2.5 g l⁻¹ de agua. La cosecha se realizó en la fase de madurez fisiológica. En los tratamientos sin residuo se procedió a retirar el follaje de la cosecha a un costado de la parcela; en cambio, en el caso de los tratamientos con residuo, los restos de la cosecha se dejaron en el mismo sitio como cobertura del suelo. La cosecha fue manual en cada unidad experimental y se registró el peso correspondiente en kg por parcela neta.

Para el cultivo de avena-vicia

a. Manejo convencional del cultivo (testigo)

Quince días antes de la siembra se removió el suelo con azadón, con la finalidad de controlar las malezas que aparecieron en forma espontánea. La siembra se realizó al voleo mezclando 45 kg ha⁻¹ de avena y 45 kg ha⁻¹ de vicia, utilizando semilla de avena variedad INIAP 82 y vicia variedad común, alcanzando una dosis de 90 kg ha⁻¹ de la mezcla; se tapó la semilla con azadón. En el testigo del agricultor la fertilización se realizó al momento de la siembra con 50 kg ha⁻¹ de fertilizante 10-30-10 y 50 kg ha⁻¹ de Urea. El rascadillo o aporque se realizó a los 45 días después de la siembra, en forma manual y con azadón. No se realizó ningún control para plagas. La cosecha o corte se realizó al inicio de la floración; el forraje se cortó y se sacó de las parcelas para la alimentación de animales y venta.

b. Manejo del cultivo con agricultura de conservación

Para la preparación de las parcelas que corresponden a la labranza convencional, 15 días antes de la siembra se realizaron las labores de barbecho y repique con azadón. En las unidades experimentales con labranza reducida, se aplicó glifosato en dosis de 12.5 cc l⁻¹ de agua, 15 días antes de la siembra, con la finalidad de controlar las malezas que aparecieron en forma espontánea. En los tratamientos del T₁ al T₈, se realizó la fertilización con dosis de 150 kg ha⁻¹ de 18-46-00 a la siembra y 100 kg ha⁻¹ de Urea al macollamiento. La siembra se realizó al voleo en dosis de 135 kg ha⁻¹ de avena-vicia (90 kg ha⁻¹ de avena y 45 kg ha⁻¹ de vicia), utilizando la

semilla de avena (*Avena sativa L*) variedad INIAP 82 y la vicia (*Vicia sativa L*) variedad común, tapando la semilla con azadón. No se realizó ningún control para plagas. La cosecha o corte se realizó al inicio de la floración; en los tratamientos sin residuo se cortó el forraje y se sacó del ensayo para la alimentación de animales bovinos o venta, mientras que en los tratamientos con residuo se cortó y se dejó en la superficie como cobertura del suelo.

Para el cultivo de maíz suave

a. Manejo convencional del cultivo (testigo)

Treinta días antes de la siembra se realizó la remoción del suelo con yunta, así como surcos con azadón a una distancia de 0.50 m entre plantas y 0.80 m entre surcos con 3 semillas por golpe. Los hoyos, para el caso de la labranza convencional se realizaron con azadón. La densidad de siembra fue de 39 kg ha⁻¹ y se utilizó maíz suave INIAP 102; la fertilización se aplicó al momento de la siembra con 67 kg ha⁻¹ de 18-46-00 y 61 kg ha⁻¹ de Sulpomag. La fertilización complementaria se aplicó a los 45 días con 60 kg ha⁻¹ de urea. El rascadillo y deshierba se realizó a los 45 días después de la siembra y se hizo manualmente con azadón; el aporque a los 60 días después de la siembra manualmente con azadón. Para el control de gusano cogollero y de la mazorca se utilizó Thiamethoxam y Lambdacihalotrina en dosis de 200 ml ha⁻¹ y Carbosulfan en dosis de 400 ml ha⁻¹. La cosecha se realizó cuando estuvo en madurez fisiológica y se hizo de forma manual; el residuo de la planta se dio de comer a los animales como forraje. Las mazorcas cosechadas se clasificaron y se desgranaron para luego poner al sol para secar los granos de maíz.

b. Manejo del cultivo con agricultura de conservación

La preparación del suelo en las parcelas que corresponde a labranza reducida se realizó con un mes de anticipación para facilitar la descomposición de residuos antes de la siembra; se aplicó glifosato en dosis de 12.5 ml l⁻¹ de agua con la finalidad de controlar las malezas. La siembra de temporada se hizo en noviembre que coincide con el período de lluvias; la distancia de siembra fue de 0.80 m entre surcos y 0.50 m entre sitios, depositando por sitio tres semillas, luego se hizo un raleo dejando dos plantas por sitios (50000 plantas ha⁻¹); los hoyos, para el caso de los tratamientos de labranza reducida se realizaron con una azada y en caso de labranza convencional se realizó los surcos con azadón. Se utilizó maíz suave INIAP 102 para la siembra en dosis de 39 kg ha⁻¹. Para las labores de rascadillo y deshierba en los tratamientos de labranza reducida se aplicó atrazina como herbicida selectivo cuando el maíz suave tuvo de 4 a 6 hojas verdaderas en dosis de 1.4 Kg ha⁻¹; mientras que para los tratamientos de labranza convencional se hizo manualmente con azadón. Se realizó la fertilización con 80-60-20-20 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O-S; al momento de la siembra se aplicó el 50% del Nitrógeno y la totalidad de Fosforo, Potasio y Azufre, mientras que el otro 50% del Nitrógeno a los 45 días después de la siembra antes de que aparezca la floración masculina. El control de insectos plaga como trozadores (*Agrotis sp*) y gusano del choclo (*Heliothis zea*), se utilizó Thiamethoxam y Lambdacihalotrina, en dosis de 200 ml ha⁻¹ y Carbosulfan en dosis de 400 ml ha⁻¹. La cosecha se realizó cuando el grano estuvo en madurez fisiológica; el residuo de la planta en los tratamientos sin residuo se sacó a un costado de las parcelas; mientras que, para los tratamientos con residuo se los dejó como cobertura en las parcelas. Las mazorcas cosechadas se clasificaron y desgranaron y luego fueron puestas al sol para secar los granos de maíz.

Para el cultivo de haba

a. Manejo convencional del cultivo (testigo)

Quince días antes de la siembra se realizó la preparación del suelo con azadón; se utilizó la fertilización del productor a base de 18-46-00 con niveles de 18-46-00 de NPK por hectárea, respectivamente. La siembra se realizó a una distancia de 0.80 m entre surcos y 0.40 m entre plantas, utilizando tres semillas por golpe. La variedad utilizada fue la Semiverde, en dosis de 90 kg ha⁻¹. El tape de la semilla se hizo con azadón. Las labores culturales fueron el rascadillo y deshierba a los 30 y 60 días después de la siembra manualmente con azadón. El combate de

plagas se realizó con pesticidas recomendados por las casas comerciales. La cosecha y desgrane de las habas de las parcelas se realizó en forma manual, cuando el cultivo estuvo madurez de campo.

b. Manejo del cultivo con agricultura de conservación

En las unidades experimentales con labranza reducida y convencional, 21 días antes de la siembra, se aplicó glifosato en dosis de 12.5 cc l⁻¹ de agua para el control de las malezas. Se utilizó la fertilización que recomienda el INIAP a base de 18-46-00 con niveles de 36-92-00 de N-P₂O₅-K₂O por hectárea, respectivamente. Para la siembra, en las parcelas que corresponden a la labranza reducida se utilizó un espeque para realizar el hoyo y aplicar dos semillas por sitio, en cambio, para el encaso de labranza convencional los hoyos se hicieron con azadón; la distancia de siembra fue de 0.80 m entre surcos y 0.40 m entre plantas. La variedad utilizada para la siembra fue la Semiverde, en dosis de 60 kg ha⁻¹. El tape de la semilla se hizo con la mano en el caso del espeque, procurando que la capa de tierra no sea mayor al doble del tamaño de la semilla.

Las labores culturales como el rascadillo y deshierba se realizaron a los 30 y 60 días después de la siembra aplicando herbicida selectivo para controlar malezas. El combate de insectos como mosca minadora (*Liriomyza huidobrensis*) y los trips (*Frankliniella tuberosi*) y la enfermedad de la mancha de chocolate (*Botrytis fabae*), se realizó únicamente cuando se presentó el problema. La cosecha y desgrane de las habas se realizó en forma manual, cuando el cultivo estuvo en madurez de campo. Cabe destacar que para el caso de los tratamientos que son con remoción se cosechó completamente toda la mata y se sacó a un costado de la parcela, mientras que para el caso de los tratamientos sin remoción solo se cosechó las vainas y el resto de la planta se dejó en el mismo sitio como cobertura del suelo.

Para el cultivo de cebada

a. Manejo convencional del cultivo (testigo)

En la preparación del suelo, 15 días antes de la siembra, se removió el suelo con azadón. La siembra se realizó al voleo utilizando 135 kg ha⁻¹ de la variedad INIAP-Pacha y se tapó con azadón. La fertilización se aplicó al momento de la siembra con 25 kg ha⁻¹ de fertilizante 10-30-10 y una fertilización complementaria de 50 kg ha⁻¹ de Urea al macollamiento del cultivo. No se realizó ningún control para plagas. La cosecha se realizó a la madurez de campo, se cortó con hoz y se trilló con una máquina estacionaria todas las plantas de la parcela.

b. Manejo del cultivo con agricultura de conservación

En la preparación del suelo, en las parcelas que corresponden a labranza reducida, 21 días antes de la siembra, se aplicó glifosato en dosis de 12.5 cc l⁻¹ de agua con la finalidad de controlar las malezas que aparecieron en forma espontánea y se dejó sin remover el suelo. La siembra se realizó al voleo y luego se tapó la semilla con la ayuda de un azadón con una remoción ligera de suelo. La cantidad de semilla fue de 105 kg ha⁻¹ de cebada (*Hordeum vulgare*) variedad INIAP-Pacha 2003. En cuanto a la fertilización, se aplicó la dosis recomendada para este cultivo que es 50-70-00 kg ha de N-P₂O₅-K₂O (3qq de 18-46-00 y 1 qq de Urea), respectivamente y se aplicó el fertilizante a chorro continuo en los surcos; en la siembra se aplicó el 100% de Fósforo y Potasio y el 20% de Nitrógeno, y se tapó con azadón. A los 45 días después de la siembra se realizó la fertilización complementaria con el 80% de Nitrógeno restante en banda a lo largo del surco. No se realizó ningún control para plagas. La cosecha se realizó a la madurez de campo, se cortó con hoz y se trilló con máquina estacionaria todas las plantas. Para los tratamientos con remoción se cortó toda la planta y se sacó del ensayo para la trilla respectiva, mientras que en los tratamientos sin remoción se cosechó solamente las espigas y el resto de la planta se dejó en la superficie como cobertura del suelo.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

4.1. Rendimientos de papa, avena-vicia, maíz suave, haba y cebada en t ha⁻¹

Los análisis de varianza de las variables en estudio se muestran en la Tabla 6. Para el caso de las variables rendimiento en t ha⁻¹ de los cultivos en rotación: papa 2019, avena-vicia 2019, maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021, los análisis de varianza mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($Pr \leq 0.01$) para el factor cobertura y la comparación ortogonal testigo versus el resto de tratamientos; también se reportó esta significación para el factor labranza en los cultivos de maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021, así como en la interacción conservación por labranza en el cultivo de haba tierna 2020-2021. Lo señalado anteriormente, evidencia que los rendimientos de los cultivos en rotación, fueron influenciados por las prácticas de agricultura de conservación evaluadas.

Los coeficientes de variación de las variables rendimiento en t ha⁻¹ de los cultivos en rotación (Tabla 6), que fluctúan entre 2.57% para el cultivo de haba tierna 2020-2021 y 8.37% para el cultivo de maíz suave 2020, muestran que el experimento se condujo con absoluta normalidad, dando relevancia al manejo que le correspondía a cada tratamiento en estudio; es decir que, el error experimental mostrado en el análisis de varianza es intrínseco de los promedios de los tratamientos en estudio con respecto al promedio general y de otros factores que se desconocen, como los procesos que se producen en el suelo.

Tabla 6. Análisis de varianza para evaluar los rendimientos de papa 2019, avena-vicia 2019, maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021 en t ha⁻¹. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2019-2021.

Fuentes de Variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios				
		Papa 2019	Avena-Vicia 2019	Maíz suave 2020	Haba tierna 2020-2021	Cebada 2021
Total	23					
Repeticiones	2	114.72 **	49.71 ns	0.31 ns	9.26 ns	1.74 ns
Conservación (A)	1	1.84 ns	0.45 ns	0.18 ns	0.01 ns	0.14 ns
Error experimental	2	0.14	3.39	0.44	0.95	0.66
Labranza (B)	1	1.47 ns	5.58 ns	1.79 **	8.76 **	1.45 **
A x B	1	1.65 ns	5.97 ns	0.02 ns	0.84 **	0.01 ns
Cobertura (C)	1	24.81 **	63.28 **	1.73 **	1.35 **	0.54 **
A x C	1	1.42 ns	0.49 ns	0.02 ns	0.03 ns	0.04 ns
B x C	1	0.67 ns	0.38 ns	0.01 ns	0.00 ns	0.01 ns
A x B x C	1	0.24 ns	0.04 ns	0.00 ns	0.00 ns	0.00 ns
Error experimental	12	2.05	2.93	0.13	0.04	0.03
CV (%)		6.31	6.04	8.37	2.57	3.42
Promedio t ha⁻¹		22.71	28.35	4.23	7.35	5.32

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo (P≤0.01); * Estadísticamente significativo (P≤0.05); ns estadísticamente no significativo (P≥0.05).

En la Tabla 7 se muestran los promedios y las pruebas de LSD al 5% para las variables rendimiento de papa 2019, avena-vicia 2019, maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021 en t ha⁻¹.

Tabla 7. Promedios y pruebas de LSD al 5% para las variables rendimiento total en t ha⁻¹ de los cultivos de papa 2019, avena-vicia 2019, maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2019-2021.

Factores en estudio	Papa 2019	Avena- Vicia 2019	Maíz suave 2020	Haba tierna 2020-2021	Cebada 2021
Labranza:					
Convencional	22.46 a	27.86 a	3.96 b	6.74 b	5.07 b
Reducida	22.95 a	28.83 a	4.51 a	7.95 a	5.56 a
Conservación x Labranza					
Con zanjás x Convencional	21.92 a	27.23 a	4.02 a	6.95 c	5.16 a
Con zanjás x Reducida	22.94 a	29.19 a	4.62 a	7.79 b	5.63 a
Sin zanjás x Convencional	23.00 a	28.50 a	3.90 a	6.53 d	4.98 a
Sin zanjás x Reducida	22.97 a	28.47 a	4.40 a	8.11 a	5.50 a
Cobertura:					
Sin residuo	21.69 b	26.72 b	3.97 b	7.11 b	5.17 b
Con residuo	23.72 a	29.97 a	4.50 a	7.58 a	5.47 a
Testigo versus el Resto					
Testigo	13.88 b	16.49 b	2.60 b	4.51 b	4.00 b
Resto de tratamientos	22.71 a	28.35 a	4.23 a	7.35 a	5.32 a

Fuente: INIAP, 2021.

Sin residuo = corta la planta de los cultivos en rotación y saca de la superficie del suelo.

Con residuo = corta la planta de los cultivos en rotación y deja en la superficie del suelo.

Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas (Pr<0.05).

En las variables rendimiento de los cultivos en rotación en t ha⁻¹, el factor cobertura y la comparación testigo versus el resto de tratamientos muestran dos rangos de significación, **a** y **b**, reportándose en el rango **a** la cobertura con residuo y los tratamientos de agricultura de conservación, y en el rango **b**, la cobertura sin residuo y el testigo del agricultor. En el caso de la cobertura, los incrementos en el rendimiento de las variables papa 2019, avena vicia 2019, maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021, fueron de 9%, 12%, 13%, 7% y 6%, respectivamente, al pasar de la cobertura sin residuo a la cobertura con residuo; en cambio, para la comparación testigo versus el resto de tratamientos de agricultura de conservación, el rendimiento de las variables papa 2019, avena vicia 2019, maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021, fueron de 64%, 72%, 62%, 63% y 33%, respectivamente, al pasar de la práctica del agricultor a las prácticas de agricultura conservación. Para el factor labranza, en las variables rendimiento de maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021 en t ha⁻¹, se muestran dos rangos de significación, **a** y **b**, reportándose en el rango **a** la labranza reducida y en el rango **b** la labranza convencional, con incrementos en el rendimiento de 14%, 18% y 10%, respectivamente, al pasar de la labranza convencional a la labranza reducida. Finalmente, en la variable haba tierna 2020-2021 en t ha⁻¹, en la interacción conservación por labranza, se muestran cuatro rangos de significación, **a**, **b**, **c** y **d**, reportándose en el rango **a** la interacción sin zanjás por labranza reducida que fue superior en 24% al rendimiento obtenido con la interacción conservación sin zanjás por labranza convencional, que se reporta en el rango **d**.

Del análisis de los resultados obtenidos para las variables de rendimiento, se puede señalar preliminarmente que mantener un suelo cubierto con residuo de cosecha y con un cultivo de cobertura como avena-vicia, sí contribuye a incrementar los rendimientos de papa 2019, avena-vicia 2019, maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021; también se puede indicar que la labranza reducida contribuye a incrementar el rendimiento de maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021. La experiencia que se va obteniendo en esta investigación es

que las prácticas de agricultura de conservación ya muestran sus beneficios en los rendimientos en el corto plazo de evaluación (tres años) y se considera que los beneficios absolutos se pueden conseguir en el mediano y/o largo plazo, tal como lo señalan Jat *et al.* (2012), quienes indican que las prácticas de agricultura de conservación sí afectan positivamente los rendimientos de los cultivos en el mediano y largo plazo.

4.3. Costos y beneficios en USD ha⁻¹ por la rotación

Los análisis de varianza de las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ (Tabla 8) mostraron diferencias estadísticas altamente significativas ($P \leq 0.01$) para los factores labranza y cobertura, y para la comparación ortogonal testigo versus el resto de tratamientos en las tres variables en estudio. Para el factor conservación del suelo en la variable costo total en USD ha⁻¹, el análisis de varianza mostró diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$). Lo señalado anteriormente para las variables en estudio, evidencia que los costos y beneficios de los cultivos en rotación, fueron influenciados por las prácticas de agricultura de conservación evaluadas. Los coeficientes de variación de las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ (Tabla 8), muestran que el experimento se condujo con absoluta normalidad, dando relevancia al manejo que le correspondía a cada tratamiento en estudio.

Tabla 8. Análisis de varianza para evaluar las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ de los cultivos en rotación. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2019-2021.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios		
		Beneficio Bruto	Costo Total	Beneficio Neto
Total	23			
Repeticiones	2	44368093.29 *	173819.79 ns	39006174.54 *
Conservación (A)	1	4082.04 ns	748360.17 *	641901.04 ns
Error experimental	2	1579804.04	26925.79	1360047.54
Labranza (B)	1	13670032.04 **	1349004.17 **	23607617.04 **
A x B	1	282317.04 ns	4482.67 ns	357948.38 ns
Cobertura (C)	1	23200767.04 **	136202.67 **	19781688.38 **
A x C	1	809970.04 ns	337.50 ns	777240.04 ns
B x C	1	139995.38 ns	5704.17 ns	89182.04 ns
A x B x C	1	51615.38 ns	32.67 ns	54245.04 ns
Error experimental	12	446093.78	2426.85	420771.49
CV (%)		3.09	0.63	4.71
Promedio USD ha⁻¹		21637	7856	13781

Fuente: INIAP, 2021.

** Estadísticamente altamente significativo ($P \leq 0.01$); * Estadísticamente significativo ($P \leq 0.05$); ns estadísticamente no significativo ($P \geq 0.05$).

Los promedios y las pruebas de LSD al 5% para las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ se muestran en la Tabla 9. En la variable beneficio bruto en USD ha⁻¹ (Tabla 9), la labranza reducida y cobertura con residuo se reportaron en el rango *a* y fueron superiores en 7% y 10% al beneficio bruto obtenido con la labranza convencional y cobertura sin residuo, respectivamente, que se reportaron en el rango *b*. Se debe indicar que, en promedio, las prácticas de agricultura de conservación, muestran un incremento en el beneficio bruto de 58% en relación al testigo, dado principalmente por los rendimientos obtenidos con la práctica labranza reducida y cobertura con residuo que forman parte de las prácticas consideradas como agricultura de conservación en relación al testigo.

Tabla 9. Promedios y prueba de LSD al 5% para las variables beneficio bruto, costo total y beneficio neto en USD ha⁻¹ de los cultivos en rotación. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2019-2021.

Factores en estudio	Beneficio Bruto (USD ha ⁻¹)	Costo Total (USD ha ⁻¹)	Beneficio Neto (USD ha ⁻¹)
Conservación:			
Con zanjias de desviación	21650 a	8033 a	13617 a
Sin zanjias de desviación	21624 a	7680 b	13944 a
Labranza:			
Convencional	20882 b	8093 a	12789 b
Reducida	22392 a	7619 b	14773 a
Cobertura:			
Sin residuo	20654 b	7781 b	12873 b
Con residuo	22620 a	7932 a	14689 a
Testigo versus el Resto			
Testigo	13689 b	6418 b	7271 b
Resto de tratamientos	21637 a	7856 a	13781 a

Fuente: INIAP, 2021.

Sin residuo = corta la planta de los cultivos en rotación y saca de la superficie del suelo; Con residuo = corta la planta de los cultivos en rotación y deja en la superficie del suelo; Letras diferentes indican diferencias estadísticas significativas ($Pr \leq 0.05$).

En la variable costo total en USD ha⁻¹ (Tabla 9), la conservación de suelos con zanjias de desviación de agua y labranza convencional se reportaron en el rango **a** y fueron superiores en 5% y 6% al costo total obtenido con la conservación de suelos sin zanjias de desviación de agua y labranza reducida, respectivamente, que se reportaron en el rango **b**; en cambio, la cobertura con residuo se reportó en el rango **a** y fue superior en 2% al costo total obtenido con cobertura sin residuo. Se debe señalar que, en promedio, las prácticas de agricultura de conservación, muestran un incremento en el costo total de 22% en relación al testigo, dado principalmente por los costos de las zanjias de desviación de agua, labranza convencional y cobertura con residuo que forman parte de las prácticas consideradas como agricultura de conservación con tecnología INIAP en relación al testigo.

Para la variable beneficio neto en USD ha⁻¹ (Tabla 9), la labranza reducida y cobertura con residuo se reportaron en el rango **a** y fueron superiores en 16 y 14% al beneficio neto obtenido con la labranza convencional y cobertura sin residuo, respectivamente, que se reportaron en el rango **b**. Es importante señalar que, en promedio, las prácticas de agricultura de conservación, muestran un incremento en el beneficio neto de 93% en relación al testigo.

Del análisis de los resultados de las variables relacionadas con los costos y beneficios de los factores en estudio evaluados se puede señalar que los mejores beneficios brutos y beneficios netos en USD ha⁻¹ por ciclos de cultivo en rotación, hasta la fecha, se pueden obtener cuando se realiza la labranza reducida y cuando se mantiene el suelo con residuos, en donde la avena-vicia es un cultivo de cobertura muy relevante.

5. CONCLUSIONES

La investigación sobre la “Evaluación de prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción papa-pasto en la microcuenca del río Blanco”, permite concluir, de manera preliminar, que los tratamientos de agricultura de conservación muestran mayores rendimientos y mejores beneficios netos en los cultivos en rotación: papa 2019, avena-vicia 2019, maíz suave 2020, haba tierna 2020-2021 y cebada 2021, en comparación con el tratamiento testigo del productor. La retención de residuos de cosecha y los residuos de cultivos de cobertura en el campo en lugar de cosecharlos para forraje animal, son positivos para el reciclaje de nutrientes; la cobertura con avena-vicia como cultivo de cobertura, promueve la acumulación de materia orgánica y niveles más altos de N orgánico, que son fácilmente asimilables por las plantas. En definitiva, los factores en estudio labranza reducida y la cobertura

con residuo muestran un beneficio positivo en los rendimientos y beneficios netos a medida que se avanza en la evaluación de los cultivos en rotación, en comparación con los factores labranza convencional y cobertura sin residuo.

6. LITERATURA CITADA

- Alwang, J.; Norton, G.; Barrera, V. and Botello, R. 2013. *Conservation Agriculture in the Andean Highlands: Promise and Precautions*. In S. Mann (ed.), *The Future of Mountain Agriculture*, Springer Geography, DOI: 10.1007/978-3-642-33584-6_3, _ Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013.
- Barrera, V.; Delgado, J.; Alwang, J.; Escudero, L.; Cartagena, Y.; Domínguez, J. Andrade; Adamo, R. 2019. *Conservation Agriculture Increases Yields and Economic Returns of Potato, Forage, and Grain Systems of the Andes*. *Agron. J.* 111:2747–2753 (2019) doi:10.2134/agronj2019.04.0280
- Barrera, V.; Escudero, L.; Alwang, J.; Andrade, R. 2012. *Integrated management of natural resources in the Ecuador Highlands*. *Agricultural Sciences*. Vol. 3, No. 5, 768-779 (2012).
- Barrera, V.; Alwang, J.; Cruz, E.; Escudero, L. and Monar, C. 2010. *Experiences in integrated management of natural resources in the sub-watershed of the Chimbo River, Ecuador*. *American Society of Agricultural and Biological Engineers- 21st Century Watershed Technology: Improving Water Quality and Environment* (p. 20). Costa Rica: Universidad Earth.
- Barrera, V.; León-Velarde, C.; Grijalva, J. y Chamorro, F. 2004. *Manejo del Sistema de Producción "Papa-Leche" en la Sierra ecuatoriana: Alternativas Tecnológicas*. Editorial ABYA-YALA. Boletín Técnico No. 112. INIAP-CIP-PROMSA. Quito, Ecuador. 196 pp.
- Cañadas, L. 1983. *El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador*. Programa Nacional de Regionalización -PRONAREG- y Ministerio de Agricultura y Ganadería -MAG. Quito, Ecuador.
- CIGEA, 2007. *Estrategia Ambiental Nacional (2007-2010). Principios en los que se refleja explícitamente la producción más limpia*. Disponible en: www.medioambiente.cu/uftpml/files/Clase16.pdf
- Escudero, L.; Delgado, J.; Monar, C.; Valverde, F.; Barrera, V.; Alwang, J. 2014. *A New Nitrogen Index for Assessment of Nitrogen Management of Andean Mountain Cropping Systems of Ecuador*. *Soil Science* 2014; 179: 130-140.
- FAO. 2010. *La deforestación continúa a un ritmo alarmante*. Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Consultado 9 de noviembre 2010. Disponible <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2005/1000127/index.html>
- Gallagher, R.; Stehower, R.; Barrera, V.; Alvarado, S.; Escudero, L.; Valverde, F.; Portilla, A.; Domínguez, J. 2017. *Yield and nutrient removal in potato-based Conservation Agriculture cropping systems in the high altitude Andean region of Ecuador*. Published in *Agron. J.* 109:1-13(2017).
- Jat, R.; Wani, S. and Sahrawat, K. 2012. Conservation agriculture in the semi-arid tropics: prospects and problems. *Advances in Agronomy*, 17, 191-273.
- MAE. 2012. *Informe de avances en el Plan de Forestación del Ministerio del Ambiente*. Disponible en <http://www.ambiente.gov.ec/userfiles/37/file/%20PLAN%20NACIONAL%20DE%20FORESTACION%20Y%20REFORESTACION%20DE%20AVANCES%20EN%20EL%20PLAN%20DE%20FORESTACION.pdf>. 4 pp.
- Monar, C.; Saavedra, A.; Escudero, L.; Delgado, J.; Alwang, J.; Barrera, V.; Botello, R. 2013. *Positive impacts in soil and water conservation in an Andean region of South America: Case scenarios from a US Agency for International Development multidisciplinary cooperative project*. *Journal of Soil and Water Conservation* 68(1):25A-30A (2013).

PDOT Quimiag. 2015. *Diagnóstico realizado por el equipo técnico del Gobierno Autónomo Descentralizado de Quimiag*. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de Quimiag. Riobamba, Ecuador. 129 pp.

PROMAREN. 2013. *Plan de Manejo y Cogestión de la Microcuenca del río Zula*. Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Chimborazo. Realizado pro equipo técnico de base del GADPCH. Proyecto de Manejo de Recursos Naturales de Chimborazo. Riobamba, Ecuador. 175 pp.

Proyecto “An investigation of institutional, technological and economic conditions in the markets for blackberry, cocoa and dragon fruit in Ecuador and yerba mate in Paraguay”

Actividad 3: Estrategias Públicas y Privadas para el Éxito en los Mercados Agrícolas Modernos: Cacao en Ecuador

Responsables: Víctor Barrera, Jeffrey Alwang, Alexis Villacís, James Quiroz
Colaboradores: Angélica Zapata, Carlos Caicedo, Luis Escudero, Tania Guanín

1. ANTECEDENTES

El cacao (*Theobroma cacao* L) es un cultivo tradicional en el Ecuador desde la época de la colonia. Actualmente, el cacao juega un papel importante en la transformación de la matriz productiva del país, preocupación creciente en todos los ámbitos de la sociedad, que trasciende la propia inquietud del Gobierno por crear y estimular políticas tendientes a tal fin (Vassallo, 2015). Según el INEC-ESPAC (2019), su producción está localizada en 21 de las 24 provincias y se produce como monocultivo o asociado con otras especies.

Ecuador ocupa, entre 59 países productores de cacao a nivel mundial, el puesto 7 en superficie cosechada y volumen de producción con 501950 ha y 235182 t, respectivamente; esta posición se contrasta fuertemente con la productividad, donde el Ecuador ocupa el puesto 19, con un rendimiento de 0.47 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2020). El desempeño positivo de la producción de cacao en los últimos años, dado principalmente por los esfuerzos públicos y privados en el sector, ha llevado al país a ubicarse entre los mayores productores y exportadores a nivel mundial; sin embargo, la baja productividad, se debe principalmente a la falta de tecnología, elevado número de plantaciones viejas y baja resistencia del cacao Nacional a las plagas.

En el año 2019, dentro de las exportaciones no petroleras tradicionales, la cadena de valor del cacao fue la tercera más relevante después de banano y plátano y camarón. Las exportaciones de cacao crudo y tostado en ese año fueron de 270940 toneladas, con ingresos por concepto de ventas de alrededor de USD 657 millones de dólares (BCE, 2020).

Históricamente, el Ecuador ha basado su producción en un tipo de cacao denominado Nacional, gracias al cual es el principal proveedor de cacao Fino de Aroma a nivel mundial (ICCO, 2015). El cacao fino representa entre 6% y 8% de la producción mundial de cacao (80% proviene de América Latina, en particular 54% de Ecuador) (ICCO, 2015).

La gran diversidad y riqueza varietal se pone de manifiesto en territorio ecuatoriano, al evidenciar el fructífero desarrollo de otros tipos de cacao, tanto en Costa como en Amazonía, tales como el CCN-51, tipos acriollados, súper árboles o los cacaos de almendras blancas. La evidencia científica, ha demostrado el origen genético y geográfico de las plantaciones nativas de la variedad Nacional (Loor *et al.*, 2009), así como también la existencia de otros recursos genéticos de cacaos finos diferentes al tipo Nacional, que ponen de manifiesto la riqueza varietal que posee el Ecuador como parte de su patrimonio genético en la especie.

Desde el punto de vista del nivel tecnológico, la mayor parte de la producción cacaotera del país proviene de huertas tradicionales manejadas de forma extensiva, prácticamente sin el uso de tecnologías apropiadas que permitan obtener un mejor rendimiento del cultivo; sin embargo, en el Sur occidente de la cuenca hidrográfica del Guayas, se observan fincas cacaoteras tradicionales con algún nivel de riego complementario por surcos, cuya productividad va más allá del doble del promedio nacional, demostrando un modesto grado de avance tecnológico (Amores *et al.*, 2010).

En el mercado internacional es conocido que el cacao y sus derivados está controlado por empresas multinacionales con una alta concentración en la demanda mundial de cacao en grano, pues el 50% del procesamiento inicial lo abarcan cinco compañías (Vassallo, 2015). El mercado de dulces de chocolate está dominado por cinco firmas que constituyen el 56% del total, y un

grupo de tres empresas que concentran la mitad del suministro mundial de ingredientes de cacao (CGGC, 2015). En contraste, la producción del grano es altamente fragmentada al ser realizada en 5 millones de plantaciones pequeñas (lotes de 1 a 3 ha) (UNEP & RA, 2010). Acerca de la industria en general, se ha estimado que el valor global de la producción de cacao en grano alcanzó USD 10 mil millones en la temporada 2011-2012 y que el valor de las ventas al detalle de chocolate en el mundo fue de USD 107 mil millones en 2012 (ICCO, 2014). Para el año 2015 las diez mayores compañías de golosinas que elaboran chocolate en cualquiera de sus formas registraron un total de ventas netas a nivel mundial de USD 83.7 mil millones (ICCO, 2016). De acuerdo con estas cifras, es claro y contundente que el valor agregado a los productos derivados del cacao se genera en el exterior y es en este ámbito donde se distribuye cerca del 91% del valor final de los bienes vinculados al cacao.

En el caso de Ecuador, el 90% de la producción de cacao en grano seco se exporta a varios países del mundo y solamente el 10% de los granos de cacao producidos se procesan a nivel local para la obtención de semielaborados como licor, manteca, torta y polvo de cacao (ESPOL, 2016). De este 10% que se queda en el país, apenas el 1% de los granos es transformado a chocolate (barras, tabletas, bombones, coberturas, en polvo, relleno, baños, chocolate blanco y otros).

Considerando las características que muestra el mercado internacional sobre los principales beneficiarios del cacao en grano y los procesados, será importante darle énfasis al procesamiento del cacao en chocolate, ya que ahí se producen los mejores beneficios económicos dentro de la cadena de valor. Los productores y exportadores de cacao en grano seco y chocolate, principalmente, deberán ser capaces de adaptar su producto a las demandas específicas de los mercados de destino, en términos de calidad, seguridad, entregas, rasgos particulares y cumplimiento de estándares públicos y privados; también, deben considerar las condiciones macroeconómicas que le restan competitividad, como precio de insumos que han mostrado una creciente evolución y una tendencia acentuada de apreciación de la moneda de uso local (USD) respecto a las monedas de los países vecinos (ESPOL, 2016).

También será importante darle relevancia al tema del cadmio ya que a nivel de los principales compradores del cacao en grano y sus derivados a nivel mundial, ya existen restricciones sobre los niveles de cadmio en los productos de cacao; por ejemplo, en chocolate, para el caso de la Unión Europea (UE), con un contenido de materia seca total de cacao < 50% el nivel máximo de cadmio será de 0.30 mg kg⁻¹ (Reglamento de la Comisión Europea 488/2014 del 12 de mayo de 2014), y en el caso de cacao en grano el nivel máximo será 0.8 mg kg⁻¹ (CBI, 2020). Bajo éstas circunstancias, los pequeños productores de los países de América Latina y El Caribe (ALC) serán los más afectados, ya que estudios realizados a nivel mundial muestran que el contenido de cadmio en los granos de cacao es particularmente un problema en ALC (Meter *et al.*, 2019). Argüello *et al.* (2019), realizaron un estudio a nivel nacional en las principales regiones de cultivo de cacao de Ecuador, recolectando muestras de 159 fincas de cacao, y encontraron una concentración media de cadmio en los granos de 0.90 mg kg⁻¹ (n=560), con 45% de muestras excediendo 0.60 mg kg⁻¹. En este contexto, existe una necesidad apremiante de identificar soluciones que reduzcan los niveles de cadmio en los granos de cacao y los productos finales de chocolate.

En Ecuador, el cambio de la matriz productiva busca impulsar la coordinación de los actores en los diferentes eslabones de la cadena de cacao, que fue priorizada entre las ocho más importantes, para estimular una mayor articulación, inclusión y equidad en la generación y repartición del valor agregado (VRE, 2020). El Objetivo Operativo para esta cadena pretende valorizar la producción nacional de cacao Fino de Aroma, a través de mejoras en la trazabilidad y el incremento del valor agregado a la producción nacional. Tiene los siguientes lineamientos estratégicos: 1) Mejorar la investigación, la asistencia técnica y la capacitación; 2) Impulsar el ordenamiento territorial y la trazabilidad; 3) Estimular el desarrollo de una industria nacional de elaborados y semi-elaborados orientada a la exportación; 4) Desarrollar mecanismos de promoción comercial; 5) Impulsar el desarrollo institucional y establecer nuevos mecanismos de financiamiento; y, 6) Proteger la agro-biodiversidad del cacao Fino de Aroma.

Este estudio contiene cuatro temas de relevancia; el primero tiene que ver con la situación general del sector cacaotero del país y su nexos con el mercado mundial del cacao; luego se abordan dos casos exitosos en la agricultura moderna del Ecuador y su sector de cacao. El primer estudio se enfoca en un caso exitoso de asociatividad en la cadena de valor, y el segundo en un caso exitoso de generación de valor agregado a través de la elaboración de chocolates. En ambos estudios se ilustran varias de las estrategias adoptadas por los protagonistas. Estas estrategias se complementan con una discusión del rol de algunos de los bienes públicos claves necesarios para facilitar estos procesos. El efecto de la pandemia relacionada con COVID-19 también se ilustra en estas secciones. Finalmente se discuten los retos actuales y futuros que el sector tendrá que afrontar durante los siguientes años y las necesidades en cuanto a la implementación de mejores políticas públicas para ayudar al sector.

2. OBJETIVOS

- 2.1. Identificar y analizar los principales impulsores del éxito o fracaso de las exportaciones de cacao y sus derivados.
- 2.2. Establecer los retos y las necesidades de mejores políticas públicas que promuevan el sector del cacao.

3. SITUACIÓN GENERAL

En los últimos 15 años las exportaciones ecuatorianas de cacao en grano aumentaron más del 460%, de alrededor de USD117 millones en el 2005 a USD 657 millones en la actualidad (Figura 1). Esto representó un incremento de toneladas de granos exportados de alrededor del 235% (de 80 mil toneladas en el 2005 a 270 mil toneladas en la actualidad).

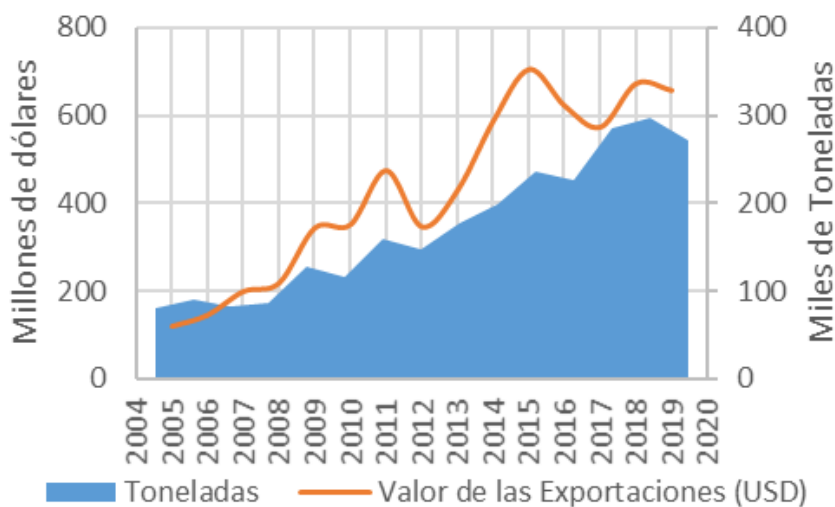


Figura 1. Ecuador: Exportaciones de Cacao, 2005-2019.

Fuente: Banco Central del Ecuador, 2020

Los principales destinos de las exportaciones ecuatorianas de cacao entre el 2015 y 2019 incluyeron a Estados Unidos como principal importador, seguido de otros mercados importantes como Holanda, Indonesia, Malasia, México, Alemania y Bélgica (Figura 2).

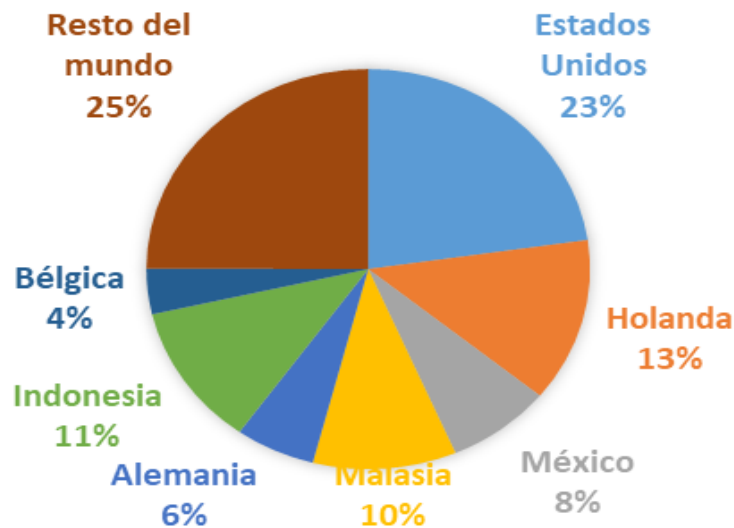


Figura 2: Ecuador: Exportaciones de Cacao, 2015-2019.

Fuente: Banco Central del Ecuador, 2020.

Este crecimiento sostenido en la producción y exportaciones de cacao ha sido influenciado por el constante crecimiento en la demanda y consumo de chocolate y otros derivados del cacao a nivel mundial, especialmente por parte de mercados emergentes en Asia. Esta expansión en el sector cacaotero de Ecuador se produce a nivel nacional, pero principalmente en las provincias costeras ya que estas cuentan con las condiciones agroecológicas particulares que ayudan a su crecimiento y óptimo desarrollo.

Históricamente, el Ecuador ha basado su producción en el tipo de cacao conocido como cacao Fino de Aroma. En Ecuador este tipo de cacao también es denominado como cacao Nacional. A nivel mundial, el cacao Fino de Aroma representa entre 6% y 8% de la producción total de cacao, y Ecuador es su principal productor y exportador (ICCO, 2015).

La característica gourmet en el sabor y aroma de sus granos, diferencia al cacao ecuatoriano de sus pares africanos, que en su mayoría producen cacao ordinario o "bulk". Además, desde un punto de vista de desarrollo, otra característica interesante que tiene el cacao ecuatoriano a diferencia de sus pares africanos es que en su proceso de producción no existen problemas relacionados con deforestación ni trabajo infantil (ANECACAO, 2020; Brack, 2019). En términos agregados, el sector genera alrededor de 600,000 empleos directos, y es una fuente importante de trabajo en las diferentes provincias del país (ESPOL, 2016). No obstante, estas estimaciones son conservadoras, y habría que agregarles el empleo temporal generado por las actividades de cosecha y post-cosecha, así como aquellas personas que laboran en actividades de servicios para la industria, tales como transporte y distribución al consumidor de los productos finales (ESPOL, 2016).

Una ventaja importante del cacao ecuatoriano es su gran diversidad y riqueza varietal, asociados a su patrimonio y recursos genéticos, ya que el país se considera como el centro de origen genético y geográfico de la variedad Nacional (Loor *et al.*, 2009). Adicionalmente, las condiciones agroecológicas ideales con las que el país cuenta para la producción de cacao lo han ayudado de cierta manera a contrarrestar varias falencias en sus sistemas de producción, incluyendo el alto número de plantaciones viejas y la baja resistencia del cultivo a las plagas. En términos de nivel tecnológico, la mayor parte de la producción proviene de huertas tradicionales manejadas de forma extensiva, con escaso uso de tecnologías apropiadas. Sin embargo, existen fincas que

hacen alto uso de tecnología incrementando su productividad más allá del doble del promedio nacional¹ (Amores *et al.*, 2010).

El desempeño positivo de la producción y exportación de cacao en las últimas décadas se ha dado por esfuerzos del sector privado acompañados por políticas y bienes públicos clave que han facilitado el desarrollo del sector cacaotero ecuatoriano. Desde el año 2012 el Gobierno Nacional a través del Ministerio de Agricultura (MAG) ha estado financiando e impulsando un programa denominado “Proyecto de Reactivación de Café y Cacao Nacional Fino de Aroma (PRCC)”. A nivel nacional el PRCC se ha enfocado en dos actividades importantes para el incremento de la productividad del cultivo de cacao: (i) la rehabilitación de huertas a través de la poda de plantaciones envejecidas, y (ii) la entrega gratuita de plantas certificadas para las zonas nuevas de producción. Entre el 2013 y el 2016, la rehabilitación a través de podas se realizó en una superficie aproximada de 160865 hectáreas e involucró a 55299 productores, que representan el 46% del total nacional (MAG, 2017). En este mismo período, se distribuyeron gratuitamente casi 10 millones de plántulas clonadas para cubrir alrededor de 14,000 nuevas hectáreas de cacao a nivel nacional (MAG, 2017). Además de estos dos componentes, la estrategia proporcionó “kits” de insumos agrícolas² a algunos participantes y proporcionó capacitación en temas de control fitosanitario³.

Otros entes públicos importantes que han impulsado el desarrollo del cacao en Ecuador incluyen: El Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIAP) y La Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario (AGROCALIDAD). INIAP a través de su “Programa Nacional de Investigación en Cacao” ha generado y validado variedades de cacao de alto rendimiento y calidad organoléptica, con características similares al cacao Fino de Aroma. Además, dispone de tecnologías para el manejo integrado del cultivo de cacao y mejoramiento de prácticas post-cosecha que son utilizados por el PRCC. AGROCALIDAD ha contribuido al control de la calidad en la cadena de valor del cacao. Entre otros temas, esta entidad se ha encargado de regular y hacer cumplir los procedimientos para: (i) el registro y certificación de centros de acopio y bodegas de almacenamiento de cacao, (ii) el registro y certificación de viveros y productores de material vegetal de cacao Nacional, (iii) la aplicación obligatoria de fumigación de lotes de cacao en grano destinados a la exportación, y (iv) la certificación de calidad del cacao (incluido elaborados y semielaborados) para la exportación.

Aunque de forma más limitada, otras instituciones públicas que contribuyeron al desarrollo del sector de cacao en Ecuador durante las últimas décadas incluyen a Ban Ecuador (antiguamente conocido como Banco Nacional de Fomento) y el Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones del Ecuador (PRO ECUADOR). Se estima que durante el período 2013-2017, Ban Ecuador realizó operaciones en el rubro cacao por un monto total aproximado de 68 millones de dólares (MAG, 2017). De la misma manera, PRO ECUADOR ayudó en el plano internacional abriendo nuevos mercados para las exportaciones ecuatorianas e invitando a productores de cacao y procesadores de chocolate a participar en ferias internacionales.

Otro factor fundamental que ayudó a incrementar la producción de cacao en Ecuador vino desde el sector privado con el desarrollo y adopción de una variedad de cacao ordinario o bulk llamado CCN-51 (Colección Castro Naranjal 51). El CCN-51 presenta diferentes ventajas en cuanto a rendimiento, edad de madurez productiva y resistencia a las plagas. Estudios realizados por el MAG (2018) y Barrera *et al.* (2019), en campo de productores, muestran que la productividad de la variedad CCN-51 es mayor que la variedad Nacional⁴, con la ventaja que inicia su producción a menor edad, además de ser resistente a plagas del cultivo como escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*); con manejo tecnificado CCN-51 puede llegar hasta 2.27 t ha⁻¹ (Castillo, 2013). En

¹ A nivel mundial, Ecuador ocupa el puesto 19 en productividad de cacao, con un rendimiento promedio de 0.47 ton/ha (FAOSTAT, 2020).

² Estos kits consistieron principalmente en fertilizantes, pero también contenían tratamientos con fungicidas.

³ Los componentes principales de esta capacitación consistieron en eliminar los materiales enfermos, la poda fitosanitaria y la poda para mejorar la ventilación y minimizar la propagación de las esporas de hongos.

⁴ 0.65 vs. 0.33 t ha⁻¹.

relación con los sistemas de producción, se estima que el 90% de la producción de cacao Fino de Aroma se realiza en sistemas tradicionales y semi-tecnificados, mientras que la mayoría de la variedad CCN-51 se efectúa en sistemas tecnificados (Castillo, 2013).

La mayor productividad del CCN-51 y la creciente demanda internacional de todos los tipos de cacao, han llevado a que la superficie sembrada y la producción de esta variedad crezca de forma significativa en Ecuador. Sin embargo, las características de acidez y astringencia del grano de cacao de CCN-51 hacen que sea considerado de menor calidad en cuanto a sabor y aroma cuando es comparado con el cacao Nacional (Castillo, 2013). No obstante, esta diferencia en calidad no siempre se refleja en un mejor precio para el cacao Nacional. Algunos factores que influyen en la diferencia de precios incluyen la estructura del mercado y comercialización, así como el tratamiento post-cosecha del grano. Esto ha generado que los productores de cacao Fino de Aroma limiten sus inversiones en el mantenimiento, rehabilitación o renovación de sus plantaciones. Debido a estas problemáticas, se estima que la variedad CCN-51 seguirá expandiéndose a nivel nacional, lo cual tendrá un efecto sobre la productividad en general. En términos de exportaciones por tipo de grano, según ANECACAO (2020), el 30% de los envíos correspondieron a la variedad CCN-51; 47% al tipo Arriba Superior Época, que es la de menores requisitos de calidad entre los tipos de cacao de variedad Arriba, que se exportó principalmente a Estados Unidos; mientras que 23% fueron del tipo Nacional Arriba o Fino de Aroma que cuentan con los requisitos más altos de calidad, que se exportó a Europa y Japón.

4. LA ASOCIATIVIDAD COMO CLAVE DEL ÉXITO EN LA CADENA DE VALOR DEL CACAO EN ECUADOR: EL CASO DE CORPORACIÓN FORTALEZA DEL VALLE

Corporación Fortaleza del Valle produce, almacena y comercializa cacao “Fino de Aroma” con certificación orgánica, comercio justo, y denominación de origen. Se crea a principios del 2006 y actualmente está conformada por cuatro asociaciones agrícolas y cerca de 1000 socios. En la actualidad cuenta con una superficie de alrededor de 17000 hectáreas en sistemas agroforestales que contribuyen a la conservación de la biodiversidad y el ambiente, de las cuales, se estima que aproximadamente 2000 ha se utilizan para la producción de cacao orgánico. Su modelo de negocio se basa en (i) acopiar cacao en baba⁵ de sus asociados, para luego realizar el (ii) fermentado y secado de los granos bajo estrictos controles de calidad y así garantizar un proceso homogéneo que asegure un buen aroma y sabor de los granos, y finalmente (iii) comercializar el grano seco, principalmente en los mercados de la UE y Estados Unidos.

4.1. Creación y Financiamiento

La principal motivación para su creación fue la falta de lugares de comercialización en su zona de producción, además del constante abuso y discriminación de precios por parte de los intermediarios que compraban sus granos; esto se evidencia en los productores de Manabí que no están asociados a alguna organización que acopia, procesa y vende cacao (Barrera *et al.*, 2019). Para su conformación tuvieron el apoyo de la cooperación internacional, así como de entidades públicas locales, incluyendo ACIDI/VOCA, la Cooperación Alemana GTZ, la Unión de Organizaciones Campesinas Cacaoteras del Ecuador (UNOCACE), y la Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones (CORPEI). Con el propósito de incrementar sus cantidades de comercialización, Corporación Fortaleza del Valle también ha recibido financiamiento por parte de Rabobank de Holanda.

4.2. Modelo de Negocio

La organización prioriza la compra del grano de cacao en baba a sus socios jurídicos, lo cual le garantiza cierto aseguramiento en el nivel de calidad. Sin embargo, la organización también compra granos de cacao a productores que no son socios, pero que poseen cacao orgánico de

⁵ El término “en baba” se refiere a la condición del grano de cacao cuando es sacado de la mazorca y aún está cubierto por una capa húmeda de color blanco.

calidad. De la misma manera, sus socios también pueden vender a otras organizaciones y/o intermediarios según la oferta y la demanda.

El acopio del cacao en baba originalmente inició en un solo centro de almacenamiento, pero debido al rápido crecimiento en la cantidad de socios y producto, actualmente cuentan con dos centros de acopio: Centro de Calceta y Membrillo-Quiroga. Para el control de la calidad del grano en el acopio, ellos no disponen de un control químico de la calidad del grano, pero cuentan con el apoyo de un sistema de base de datos que contiene información sobre la superficie y producción promedio de cada miembro de la asociación. Con esta información y con seguimiento en campo verifican constantemente si existen irregularidades en la producción de sus socios. Este mecanismo también lo utilizan para cumplir con las normas de verificación orgánica y de trazabilidad que exigen las certificadoras.

Después del acopio de los granos, la organización se encarga de realizar los procesos de fermentado y secado del producto siguiendo los procedimientos estándares propuestos por AGROCALIDAD y por las empresas que les compran el cacao a nivel nacional e internacional. Esto los ayuda a producir un grano de alta calidad en términos de sabor y aroma, y a especializarse en estrategias y requerimientos que exigen cada uno de los clientes. Varios de sus clientes inclusive envían pasantes a la organización para que conozcan el modelo de negocio y verifiquen todos los procesos de producción del cacao.

La organización hace uso de contrato de ventas a largo plazo con sus clientes, y con algunos compradores llevan casi 12 años trabajando juntos; esto es producto del reconocimiento que los compradores hacen a la Corporación por el producto de calidad que ofrecen. En cuanto al lugar de destino de venta del producto se identifican dos segmentos, uno a nivel nacional, que es pequeño en volumen, y el otro a nivel internacional, que representa la mayoría del cacao vendido. A nivel internacional, la organización vende su producto a varios clientes, principalmente a los localizados en Suiza, a quienes vende el 80% de lo que exporta; también vende a Estados Unidos (10%), República Checa (5%), y el restante 5% lo vende a Alemania, Italia y Francia. El total de ventas de cacao en grano seco por parte de la corporación asciende aproximadamente a 600 toneladas por año, a un valor de USD 4730 por tonelada, lo que da un beneficio bruto de USD 2838000 dólares anuales, mismo que puede fluctuar dependiendo del precio del cacao en el mercado internacional.

4.3. Beneficios que Brinda a sus Socios

4.3.1. Asistencia Técnica y Capacitación en Producción Orgánica

La organización tiene técnicos inspectores de campo que supervisan y asesoran a los socios en la producción del cacao orgánico usando las normas de calidad que impone AGROCALIDAD, así como las normas de otros países que compran el producto. La organización también provee asistencia técnica a sus socios para realizar las podas de sus plantaciones.

Adicionalmente, la Corporación capacita constantemente a sus productores socios en temas de producción orgánica, con el objetivo de que los socios puedan mejorar su producto mientras cuidan sus cultivos, tierras y salud. Los principales temas de capacitación incluyen prácticas de manejo de plagas, manejo de estiércol, compostaje, rotaciones de cultivos, y cultivos en sistemas agroforestales.

4.3.2. Contratos y Mejores Precios en la Compra-Venta de Cacao

La Corporación hace uso de contratos de compra venta con sus socios proveedores del producto. Estos contratos se realizan cuando el productor se asocia y se somete a todas las cláusulas (auditorías de certificación, seguimiento de inspectores, etc.). En cuanto a precios, el socio productor tiene un margen de beneficio en la venta del producto más alto de lo que podría recibir por parte de comerciantes intermediarios. Esto se debe a que el precio es considerado en relación al valor real del cacao a nivel internacional y en base de eso les pagan, sin perjudicarles en sus ingresos y al contado. El precio que pagan a los productores se acuerda con ellos mismos

luego de restar los costos operativos (aforo en Guayaquil, transporte, costos de procesos USD 40) y administrativos propios de la organización.

Los productores socios de la Corporación, no se ven tentados a vender la producción a otras organizaciones o a intermediarios, porque, según Berto Zambrano, Director Ejecutivo de la Corporación, el precio que la organización paga siempre es más alto; por ejemplo, cuando los intermediarios pagan USD 30 dólares por el quintal en baba, la Corporación paga USD 48 dólares por el quintal en baba. El precio se acuerda directamente con los socios luego de restar los costos operativos (aforo en Guayaquil, transporte, costos de procesos) y administrativos propios de la organización.

Debido a que la organización se dedica la comercialización de cacao exclusivamente orgánico, si algún socio decidiera usar productos inorgánicos en su plantación, se lo sancionaría y suspendería de la organización. Además, sus contratos de compra venta quedarían cancelados. Al ser una Corporación que comercializa directamente con clientes a nivel internacional el cumplimiento de los contratos de compra venta con sus socios es parte de su estrategia de marketing.

4.3.3. Ayuda en la Obtención de Certificaciones

La Corporación se encarga de brindar ayuda para que sus productores asociados puedan implementar las buenas prácticas en el manejo de sus cultivos y así obtener las respectivas certificaciones. Estas certificaciones son pagadas por los mismos productores, y se lo hace a través de un descuento por cada quintal de cacao orgánico que los productores venden a la organización (check off). Los trámites de certificación se realizan a nivel internacional ya que la organización cuenta con los contactos que facilitan estos procesos.

La organización ofrece cacao orgánico Fino de Aroma con certificaciones orgánicas BIOSUISSE y USDA, certificada por ECOCERT. También disponen de la Certificación Fairtrade, certificada por FLO-CERT desde el año 2005.

4.3.4. Otros Beneficios

La Corporación facilita a sus productores herramientas como tijeras, machetes y navajas de injerto, insumos orgánicos, entre otros. Con la prima de comercio justo, proveen bono navideño a sus socios, asistencia técnica, créditos sin intereses, información, cuatro jornales gratis para podas, y apoyo solidario a personas en desgracia.

4.4. Apoyo del Gobierno y Bienes Públicos

En el año 2006 recibieron ayuda de CORPEI, una institución privada sin fines de lucro, para establecer relaciones comerciales locales con Nestlé. Posteriormente en el año 2009 recibieron ayuda de la Cooperación Técnica Alemana GTZ para participar en ferias nacionales e internacionales y comercializar su producto fuera del Ecuador. En el pasado el gobierno nacional también fomentó y financió la participación de la organización en eventos internacionales, principalmente en ferias en Estados Unidos y Europa, donde se promocionaba el cacao orgánico que producen. Actualmente este apoyo ha cesado según indican los directivos de la organización, porque instituciones como PRO ECUADOR y el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (MPCEIP), son débiles en su funcionamiento.

4.5. COVID-19 y su Impacto

Hasta la fecha actual, la pandemia causada por el COVID-19 no ha causado afectación en la producción de las plantaciones de los socios. Así mismo, la comercialización no se ha visto afectada, ya que la organización garantiza a sus socios la compra del producto y con los precios establecidos en los contratos. Además, es importante indicar que el precio a nivel internacional no se redujo y por lo tanto la organización ha podido mantener el precio prometido a sus productores. Al ser consultados los socios señalaron que, durante esta época, inclusive, han podido vender mayores cantidades de cacao a la organización. Sin embargo, según Berto

Zambrano, Director Ejecutivo de la Corporación, esto no pasó con los productores que no están asociados, los mismos que no pudieron vender su producto y en algunos casos recibieron precios de USD 12 dólares por el quintal de cacao en baba.

5. CHOCOLATE: OTRO EJEMPLO DE INTEGRACIÓN EN LA AGRICULTURA DEL ECUADOR

Aunque en el Ecuador y América Latina el consumo de chocolate es muy bajo en comparación con países como Suiza, Alemania o Reino Unido, en el mercado ecuatoriano la oferta de chocolates elaborados a nivel local ha incrementado en las últimas décadas. Marcas locales como PACARI, Kallari, Caoni, República del Cacao, etc., son ejemplos de emprendimientos que se diferencian de los canales clásicos de comercialización de materias primas, y se enfocan en generar valor agregado a los granos de cacao. La mayoría de estas marcas se dedican a la elaboración de chocolates gourmet de alta calidad y sus productos se están exportando a mercados internacionales.

5.1. Producción y Exportaciones de Chocolate

Entre el 2005 y el 2018 las exportaciones ecuatorianas de chocolate aumentaron más del 430%, de alrededor de USD 5.5 millones en el 2005 a casi USD 30 millones en el 2018 (Figura 3). Esto representó un incremento de toneladas de chocolate exportadas de alrededor del 60% (de 1.19 mil toneladas en el 2005 a 1.91 mil toneladas en la actualidad).

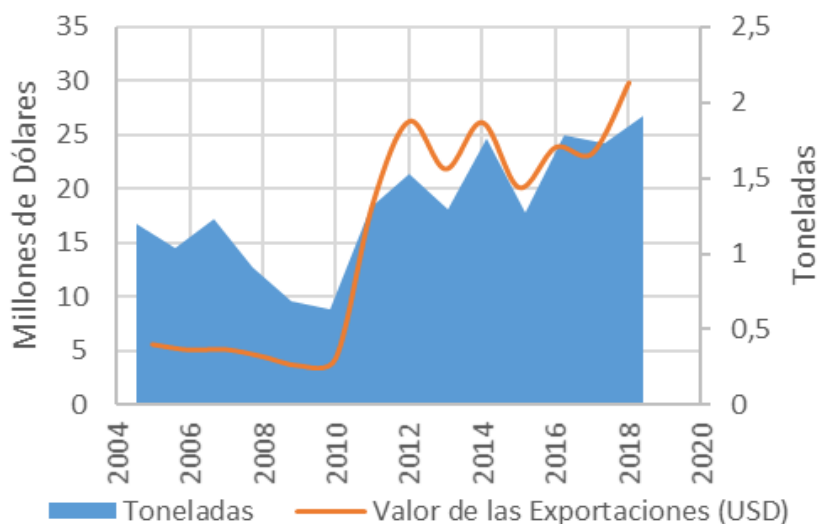


Figura 3. Ecuador: Exportaciones de Chocolate, 2005-2018.

Fuente: BCE, 2020.

Los principales destinos de las exportaciones ecuatorianas de chocolate entre el 2015 y 2018 incluyeron a Brasil como principal importador, seguido de otros mercados importantes como Colombia, Estados Unidos, Chile, Países Bajos y Perú (Figura 4).

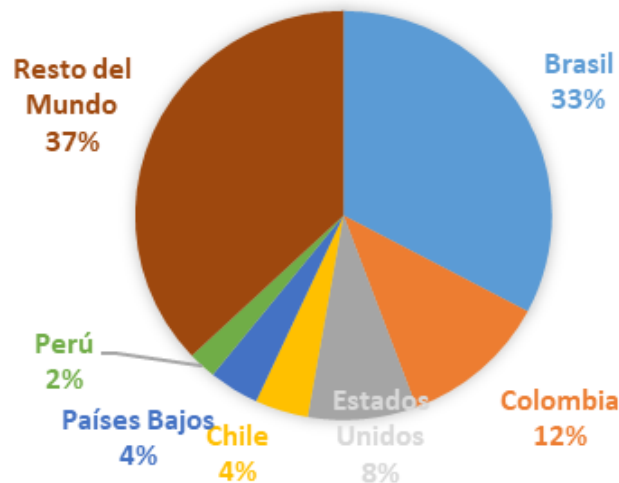


Figura 4. Ecuador: Exportaciones de Chocolate, 2015-2018.

Fuente: SENA, 2020.

Durante el 2019, Ecuador exportó chocolate y derivados de cacao al menos a 37 países, algunos de los cuales se detallan a continuación: Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Alemania, España, Francia, Inglaterra, Estados Unidos, Japón, Corea, México, Países Bajos, Panamá y Perú.

En la Figura 5 se presenta una comparación histórica del precio del cacao en grano versus el precio de chocolate durante los últimos 15 años. La diferencia entre estos precios refleja una medida del valor agregado que el chocolate adiciona a los granos del cacao, pero también refleja el mejoramiento de la calidad del chocolate vendido, como es el caso del chocolate de PACARI que es uno de los mejores del mundo. Según expertos de la industria, en promedio la venta de una tonelada de chocolate genera más de cinco veces los ingresos netos que genera la venta del cacao en grano seco.

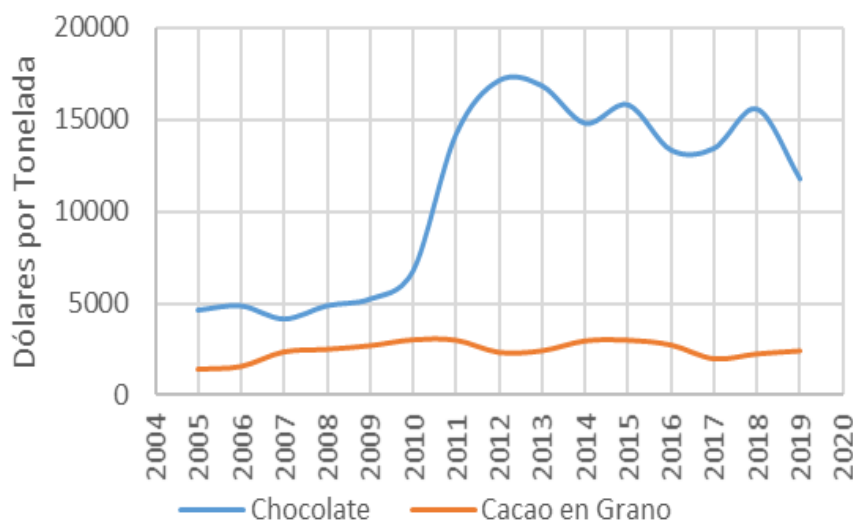


Figura 5. Ecuador: Precios Históricos del Cacao en Grano y del Chocolate (FOB), 2005-2019.

Fuente: BCE, 2020.

5.2. PACARI: El Emprendimiento Chocolatero Más Exitoso del Ecuador

Santiago Peralta y Carla Barbotó fundaron PACARI en el año 2002, y en tan solo 6 años posicionaron a PACARI en el mercado internacional exportando sus barras de chocolate. A través de los años, la marca PACARI ha conseguido varios premios a nivel mundial, siendo denominado el mejor chocolate del mundo en varias ocasiones (PACARI, 2020). PACARI produce más de 100 productos de chocolate incluyendo sabores puros, sabores andinos, frutales, herbales, frutos cubiertos con chocolate, RAW + azúcar de coco, superfoods, edición limitada, PACARI profesional y uso diario. En la actualidad trabajan directamente con más de 3500 agricultores de pequeña escala de la Amazonía y Costa ecuatoriana, quienes son sus proveedores directos de cacao orgánico y entre los que promueve prácticas de desarrollo sostenible.

Parte de la motivación para la existencia de PACARI proviene del hecho de que, aunque el Ecuador es el país que oferta el 60% de todo el cacao Fino de Aroma a nivel mundial, solamente procesa a nivel local un 10% de toda esa producción. Al respecto, Santiago Peralta menciona que *“los productores de cacao no tienen idea del valor agregado que se le puede dar al cacao, y los beneficios que esto les podría traer si tuvieran las directrices para conformar empresas de elaboración de chocolates, ... ,si esto pasara, los millones de dólares que generan las empresas chocolateras extranjeras con cacao ecuatoriano, podrían quedarse en el país, creando empleos y fomentando una industria chocolatera local”*.

5.2.1. Financiamiento Para su Creación y Crecimiento

PACARI comenzó sus operaciones de acopio e industrialización de cacao y comercialización de chocolate, con capital propio. Debido al éxito alcanzado, la empresa realizó mayores inversiones para su mantenimiento, crecimiento, y posicionamiento en el ámbito mundial del chocolate. Para esto, según Santiago Peralta, obtuvo créditos tanto de la banca local como de la banca extranjera. PACARI comenzó sus operaciones con apenas 5 empleados, y en la actualidad cuenta con más de 85 empleados que trabajan en todos los procesos que la empresa realiza a nivel nacional e internacional.

5.2.2. Modelo de Negocio

En sus inicios, PACARI procesaba materia prima de cacao para exportación, pero rápidamente se enfocaron en la producción de chocolate. La materia prima para el procesamiento de sus chocolates es el cacao orgánico Fino de Aroma. Este cacao orgánico proviene de productores asociados a una organización o de productores individuales, ambos localizados en todas las partes del país. Al menos cinco organizaciones de productores de cacao orgánico trabajan con PACARI desde hace más de 15 años y algunas de esta fueron creadas por PACARI. Los procesos de acopiamiento, fermentación y secado de los granos de cacao se realizan en la propiedad de los productores individuales y asociados; esto se produce porque PACARI, cuando realiza los contratos de compra y venta, lo primero que realiza es de capacitar a sus proveedores en estos procesos y de dar seguimiento a que lo realicen en forma adecuada, lo cual garantiza que van a recibir un producto de calidad. La selección de los granos del cacao y la producción del chocolate se realizan en las instalaciones de PACARI en Quito.

El proceso de certificación de sus productos a nivel nacional, PACARI lo realiza con la certificadora Kiwa BCS OKO Garantie Cía. Ltda., la misma que cuenta con la acreditación N° OAE CP C 07-001, avalada por AGROCALIDAD y el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE). Esta empresa, que tiene 25 años de experiencia en la certificación ecológica, cuenta con una presencia fortalecida en mercados internacionales de destino de productos ecológicos como la Unión Europea, Estados Unidos y Japón.

En la actualidad PACARI produce 5 millones de barras de chocolate al año, de las cuales el 50% se vende en el mercado internacional y el otro 50% en el mercado nacional. Santiago Peralta, fundador de PACARI, fue quien creó la oportunidad para la entrada de sus productos en el mercado internacional y posteriormente en el mercado nacional a través de varias cadenas de supermercado. El alcance a nivel mundial que ha conseguido PACARI para la venta de sus

productos está basado, como estrategia, en el pleno conocimiento del mercado internacional de la compra-venta de chocolate, así como poner en marcha una serie de técnicas y fórmulas para la excelente elaboración del chocolate por parte de sus principales directivos, quienes han vivido en varios de los países en donde se encuentran posicionados sus productos.

PACARI produce barras de chocolate que tienen un precio en el mercado de alrededor de USD 3 y 4 dólares, lo que se traslada a un valor bruto en ventas de entre USD 15 y 20 millones de dólares. PACARI comercializa sus productos en 42 países alrededor del mundo, entre los cuales se encuentran: Países Bajos, España, China, Alemania, Colombia, Argentina y Estados Unidos.

PACARI menciona que es muy difícil captura los mercados internacionales, principalmente el de Estados Unidos. Señala que no han podido entrar directamente a negociar con las grandes cadenas de supermercados, ya que ellos no hacen tratos directos con las empresas proveedoras, por lo que lo hacen a través de comerciantes mayoristas tales como UNIFY y KEHE, que son empresas fuertes en ese mercado. PACARI ha intentado en múltiples ocasiones vender directamente sus productos, pero en muy baja escala.

5.2.3. Beneficios que Ofrece a sus Proveedores

5.2.3.1. Capacitación en Producción Orgánica y Contratos con Mejores Precios para la Compra-Venta de Cacao

PACARI comparte permanentemente con sus productores capacitaciones en temas de procesos orgánicos y biodinámicos. La agricultura biodinámica es una de las principales filosofías de PACARI. Esta consiste en considerar a un cultivo, sistema de producción o terreno como un solo organismo complejo que funciona en conjunto. Alrededor de esta filosofía los productores de PACARI han generado y adaptado prácticas como el manejo de estiércol, compostaje, uso de los preparados biodinámicos, medidas para organizar el paisaje, rotaciones de cultivos, uso de las leguminosas, abonos verdes, cultivos asociados e influencias de unas plantas sobre otras, desde acolchado, hasta el cuidado de la vida silvestre y hierbas medicinales.

PACARI, en conjunto con las organizaciones y productores de cacao orgánico que le proveen la materia prima, promueve el comercio justo en la compra-venta del cacao orgánico, a través de contratos y mejores precios. En muchos casos, los precios pagados por PACARI son el doble del que los intermediarios pagarían en el mercado (PACARI, 2020). Al consultar a varios productores y representantes de organizaciones (Kallari y Wiñak de la Amazonía ecuatoriana y Corporación Fortaleza del Valle de Manabí) acerca de sus experiencias con PACARI, todos manifestaron la cualidad de PACARI de siempre honrar sus contratos, y que además manifestaron que los precios pagados siempre fueron muy superiores a los que existían en el mercado.

5.2.3.2. Ayuda en la Obtención de Certificaciones

Siete son los tipos de certificación que tiene PACARI: USDA Organic, EC-BIO-141 Agriculture non-EU, VEGAN, Certified Corporation, NON GMO, Beyond Fairtrade y DEMETER Certified Biodynamic. Como se mencionó anteriormente, PACARI procura que los productores individuales y los productores de las organizaciones que les proveen el cacao orgánico siempre tengan y dispongan de cacao que cumpla con los estándares impuestos por la industria. Debido a esto, PACARI paga la certificación de sus proveedores de cacao.

5.2.4. Estrategias de su Éxito

El cacao que utiliza PACARI para su producción de chocolates tiene certificación orgánica. Para lograr esto, los productores, en sus cultivos, emplean ingredientes totalmente orgánicos; además de que utilizan el comercio justo (Fairtrade) en conjunto con la responsabilidad social (proyectos sociales).

Capacitación en producción orgánica, contratos, mejores precios en la compra-venta de cacao, y ayuda en la obtención de certificaciones, han sido estrategias que le han servido a PACARI para disponer de proveedores fijos de un producto orgánico de calidad. De forma muy limitada, el

gobierno nacional a través de PRO ECUADOR, también ayudó a PACARI en la apertura de nuevos mercados, principalmente invitándolos a participar en ferias internacionales.

6. RETOS DEL SECTOR Y LA NECESIDAD DE MEJORES POLÍTICAS PÚBLICAS

6.1. Presencia de Cadmio en los Granos de Cacao y el Chocolate

A partir del 1 de Enero del 2019, la Unión Europea (UE) comenzó a aplicar su normativa de niveles máximos de cadmio⁶ permitidos en alimentos por primera vez a los productos derivados del cacao. Estos niveles se basan en estimaciones de consumo de chocolate acorde a diferentes grupos de edad. Adicionalmente están en discusión los lineamientos para definir los límites recomendados de cadmio en los granos de cacao.

En general, el contenido de cadmio en los granos de cacao es un problema recurrente en ALC. Esto sugiere que el nuevo reglamento de la UE afectará a las exportaciones y por ende a los productores de cacao en la región (Meter *et al.*, 2019). Los productores de cacao Fino de Aroma serán los que potencialmente se vean más afectados, debido a que esta variedad es la que comúnmente se utiliza para la elaboración de chocolates que contienen un alto contenido de cacao. De la misma manera, la mezcla de granos de cacao para completar volúmenes mínimos de exportación, pone en peligro a aquellos productores que tratan de diferenciarse en mercados nicho usando estrategias de marketing basadas en el origen del producto.

En este contexto, varias entidades públicas como el MAG y AGROCALIDAD han estado trabajando durante los últimos años en identificar soluciones que reduzcan los niveles de cadmio en los granos de cacao y los productos finales de chocolate. Sin embargo, hoy en día aun no existen lineamientos ni políticas claras establecidas con respecto al tema. Ecuador tendrá que generar algunas políticas que generen acciones que se coordinen entre todos los actores del sector cacaotero. Algunas recomendaciones hechas por la Asociación Europea del Cacao (ECA) y Biodiversity International, que podrían elevarse a nivel de políticas públicas, y que podrían reducir la disponibilidad de cadmio en el suelo incluyen: (i) el fomento de prácticas de manejo en donde se aumente el pH de los suelos ácidos a través del encalado, (ii) el retiro constante del material podado, las vainas, y las mazorcas del suelo, ya que podrían contener cadmio y al descomponerse lo podrían liberar en las capas superiores del suelo. Además, también se puede promover: (iii) la utilización únicamente de fertilizantes de fosfato y/o estiércol que hayan sido verificados, esto con el objetivo de asegurarse de que no contengan altos niveles de cadmio, (iv) evitar el riego con agua contaminada con cadmio y (v) la utilización de variedades de cacao o porta injertos con baja acumulación de cadmio.

6.2. Trazabilidad en la Cadena de Valor del Cacao

Poder identificar el origen del producto y seguir su rastro durante su vida útil es cada vez más exigido por los estándares de calidad, fitosanidad, e inocuidad de los mercados internacionales. Debido a esto, el establecimiento de un sistema de trazabilidad para poder determinar el origen de los granos de cacao es cada vez más indispensable si se quiere mejorar la competitividad del Ecuador a nivel global. De igual forma, un sistema de trazabilidad funcional resulta estratégico para el sector cacaotero ecuatoriano, ya que el cacao Fino de Aroma basa su posicionamiento y valorización en el mercado global en sus características especiales propias del lugar de origen.

En el Ecuador, tanto entidades públicas y privadas han tratado de impulsar la implementación de sistemas de trazabilidad en la cadena de cacao. Sin embargo, hasta la fecha esto no se ha logrado consolidar, esencialmente porque en la cadena interviene una gran variedad de actores, muchos de los cuales operan de manera informal. Esto se complica, además, porque desde un punto de vista normativo e institucional no existe un organismo estatal que tenga la capacidad técnica ni los recursos suficientes para regular y controlar las relaciones entre todos los actores

⁶ El cadmio es un metal pesado de origen natural, que no tiene una función conocida en los seres humanos. Se acumula en el cuerpo y afecta principalmente a los riñones, pero también puede causar desmineralización ósea. El cadmio atmosférico puede debilitar la función de los pulmones e incluso conducir al cáncer.

de la cadena de valor del cacao. AGROCALIDAD, al ser un organismo de control, es el responsable de la certificación a fincas de productores, mismo que en el futuro se va a realizar a través de los organismos de certificación orgánica ya que AGROCALIDAD, no podría abarcar todas las certificaciones de Buenas Prácticas Agrícolas de Cacao de todo el país. Esto permitirá que exista en el país un mayor número de productores que producen cacao de calidad y certificado para las exportaciones.

Acorde a la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao (ANECACAO), aunque varios actores del sector público señalan que en el Ecuador existe un sistema de trazabilidad para el cacao, esto en la práctica no se da, ya que no hay ninguna política de control, especialmente para regular a los intermediarios. ANECACAO señala que más del 80% del cacao que se comercializa en el Ecuador pasa por manos de intermediarios, y que de estos, menos de la mitad están formalizados, es decir que la mayoría no disponen de un Registro Único de Contribuyentes⁷ (RUC) para comercializar granos de cacao ni tampoco disponen de instalaciones adecuadas para almacenarlos. Esta falta de regulación causa problemas entre los exportadores y el Servicio de Rentas Internas (SRI) local, ya que, debido a la estructura del mercado, es común que los exportadores compren el cacao a intermediarios que no declaran impuestos. Además, esta falta de políticas públicas y regulación hacia los intermediarios crea un impacto negativo en la calidad de los granos y fomenta la discriminación de precios por parte de los intermediarios hacia los pequeños y más vulnerables productores.

No obstante, según AGROCALIDAD, el registro de trazabilidad en la producción orgánica certificada si se cumple, ya que es parte de los requerimientos de la certificación. AGROCALIDAD estima que al menos de un 10 a 15% del cacao Nacional que se exporta cumple con registros de trazabilidad, y que esto está relacionado principalmente con los requerimientos impuestos por las certificaciones internacionales. El resto del volumen exportado no tiene ningún tipo de trazabilidad porque proviene de intermediarios que comúnmente mezclan varios tipos de calidad y variedades de granos.

Mezclas de diferentes tipos de calidad de grano, el caso del cadmio en los granos de cacao y chocolate, y el interés mismo de los productores para producir y vender un producto de calidad son algunos de los ejemplos del porqué se necesita de manera urgente un sistema de trazabilidad que sea funcional. Un sistema de trazabilidad funcional podría determinar con exactitud en qué eslabón o eslabones de la cadena se genera el cadmio y en qué niveles, además de ayudar en su mitigación. De igual forma, podría ayudar a identificar a aquellos actores de la cadena que mezclan el cacao y proveerles de incentivos para disminuir esta práctica. De acuerdo con AGROCALIDAD, la trazabilidad es un bien público, reconociendo que las demandas de los mercados internacionales están empujando a los productores ecuatorianos a desarrollar un sistema de trazabilidad. Particularmente cuando se piensa en cadmio.

Acorde a Guilcapi (2018) y a los diferentes actores de la cadena de valor que hemos entrevistado para este estudio, una propuesta de implementación de sistemas de trazabilidad desde la legislación debería contener al menos estos elementos: (i) un diseño con requerimientos mínimos (acorde a los lineamientos de los organismos internacionales de referencia) que asegure la trazabilidad en cada una de las etapas de la cadena de valor y que sea alimentado por los procesos y sistemas internos que maneja cada operador, y (ii) el establecimiento de una institucionalidad público-privada que permita viabilizar las relaciones de comercio de una manera ordenada, que garantice un control confiable sobre la cadena, y que vincule las actividades de cada institución en el marco de sus competencias.

6.3. Certificación Orgánica

En la actualidad, en el Ecuador existen 14140 productores u operadores de productos orgánicos, de estos, 13500 son productores que pertenecen a 67 grupos o asociaciones. La mayoría de estos grupos o asociaciones se dedican a la producción de cacao orgánico. El costo aproximado para

⁷ El RUC es un instrumento que sirve para registrar e identificar a los contribuyentes con fines tributarios.

obtener la certificación orgánica en un área de entre 400 y 500 hectáreas cuesta en promedio alrededor de USD 20000 dólares. En el caso de las organizaciones, el costo de la certificación lo paga la propia organización usando las ganancias generadas por la venta de cacao en combinación con aportes que cada productor proporciona.

AGROCALIDAD, el ente público encargado de regular esta certificación en Ecuador, indica que, si bien los costos son elevados, estos están acorde con el mercado internacional. No obstante, los actores privados de la cadena de valor argumentan que, en comparación con la certificación europea, la certificación ecuatoriana es más cara y más difícil de obtener. Ante esta situación, los productores, los representantes de las organizaciones y empresarios, señalan que una política fundamental para promover la producción de cacao orgánico en el país es cambiar la norma ecuatoriana y convalidarla con la norma europea. Según los actores privados, el sector cacaotero deja de percibir varios millones de dólares al año en ingresos por las dificultades impuestas por la certificación orgánica local.

Además, otras políticas importantes a considerarse incluyen (i) dejar de repartir kits agrícolas que contienen insumos convencionales a los productores de cacao orgánico, y en su lugar (ii) subsidiar la certificación orgánica y asesorar a los productores acerca de su obtención. Esto permitiría que exista en el país un mayor número de productores de cacao orgánico certificado, el cual genera un mayor valor agregado en las ventas y exportaciones.

6.4. El Sistema de Semáforo en las Etiquetas de Chocolate

El sistema de semáforos en el etiquetado de los productos alimenticios procesados, se basa en el uso de colores para indicar el contenido de sal, azúcar, y grasa. El color rojo indica contenido alto (alerta máxima), el amarillo indica contenido medio (advertencia), y el verde indica contenido bajo (cero riesgo).

Un chocolate de baja calidad por lo general contiene un bajo contenido de cacao (menor al 5%) y alto contenido de grasas no saludables (ej. aceite hidrogenado). Por otro lado, un chocolate de alta calidad por lo general contiene un alto contenido de cacao (ej. mayor al 60%), bajo contenido de grasas no saludables, y alto contenido de grasas saludables y esenciales para el cuerpo humano (ej. ácido oleico y ácido linoleico). Sin embargo, el semáforo califica a ambos chocolates de igual manera y les asigna un “alto contenido de grasa”. Según Santiago Peralta (PACARI) y Eduardo Márquez de la Plata (Tulicorp), la inadecuada aplicación de este sistema en los productos de chocolate y su incapacidad de distinguir entre los diferentes tipos de grasas, ha afectado a la industria de chocolate local, que principalmente se dedica a la elaboración de chocolates de alta calidad. La etiqueta designada de color rojo desmotiva el consumo de productos de chocolate en el Ecuador.

Debido a esta falencia, la industria chocolatera local necesita de una política pública que corrija el sistema de semáforo en las etiquetas, especialmente en productos cuyo consumo sea beneficioso para el cuerpo humano. Además, se puede ayudar a la industria chocolatera local promoviendo el consumo de chocolate a través de (i) campañas de información que incluyan un adecuado sustento científico, y (ii) la inclusión de productos de chocolate nacional en programas alimenticios auspiciados por el gobierno.

6.5. Desarrollo y Transferencia de Tecnología

Debido a las características propias de los ecosistemas ecuatorianos y los problemas actuales en sus sistemas de producción, se debe seguir promoviendo el desarrollo y transferencia de variedades de cacao que además de poseer características organolépticas y de rendimiento deseados, posean resistencia a las plagas más comunes presentes en las plantaciones de cacao en Ecuador: (i) escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y (ii) monilia (*Moniliophthora roreri*). De la misma manera, se deben auspiciar investigaciones para desarrollar variedades que disminuyan el contenido de cadmio en los granos de cacao.

Además de promover el uso de buenas prácticas agrícolas en las plantaciones de cacao, incluyendo el uso eficiente de podas, fertilización, irrigación, y control de plagas, también será importante capacitar a los productores en el correcto uso y aplicación de prácticas post-cosecha. La correcta aplicación de la fermentación y el secado de granos es clave para la formación del aroma y sabor de los granos de cacao y por ende puede ayudar a los productores a obtener mejores precios por su producto.

6.6. Nuevos Mercados Para los Granos de Cacao y el Chocolate

Durante las últimas décadas el consumo y producción de chocolate se ha incrementado en países no tradicionales, especialmente de Asia como Singapur y Hong Kong. Esto también incluye a Croacia y Nueva Zelanda en el hemisferio occidental. De la misma manera hay un creciente requerimiento de chocolatería fina en el Medio Oriente, en países como Qatar y Arabia Saudita.

Estos países representan potenciales mercados que habrá que explorar y explotar, para lo cual se necesitará del desarrollo de inteligencia comercial y planes logísticos. Algunas limitantes relacionadas con la exportación de cacao fino de aroma incluyen: (i) requerimientos de volúmenes pequeños por parte de la chocolatería fina, lo cual incrementa los costos de transporte por unidad, y por ende el precio de venta, y en el otro extremo (ii) oferta exportable insuficiente de variedades de cacao exóticas para clientes que requieren de un suministro constante durante todo el año.

Con respecto a este último punto, será importante que se comience a establecer grupos de productores que puedan abastecer a potenciales nuevos mercados, ya que se necesitan volúmenes grandes y constantes para explorar y mantener nuevos mercados a largo plazo. ANECACAO, considera que, al día de hoy no se debería promover la apertura de nuevos mercados porque el país no cuenta con la capacidad para cubrir los volúmenes mínimos que se necesitarían para abastecer esos nuevos mercados.

7. LITERATURA CITADA

- ANECACAO. 2020. *Asociación Nacional de Exportadores de Cacao de Ecuador*. <http://www.anecacao.com/index.php/es/contactenos.html>
- Argüello, D.; Chavez, E.; Laurysen, F.; Vanderschueren, R.; Smolders, E.; Montalvo, D. 2019. *Soil properties and agronomic factors affecting cadmium concentrations in cacao beans: A nationwide survey in Ecuador*. *Science of the Total Environment*, 649, 120–127.
- Amores, F.; Suárez, C.; Garzón, I. 2010. *Producción intensiva de cacao Nacional con sabor “arriba”: Tecnología, presupuesto y rentabilidad*. Manual Técnico No. 82. Estación Experimental Tropical Pichilingue, INIAP. Quevedo, Ecuador. 170 pp.
- Banco Central del Ecuador BCE. 2020. *Estadísticas de Comercio Exterior de los Principales Productos Agropecuarios*. Banco Central del Ecuador. Quito-Ecuador. Disponible en: <https://www.bce.fin.ec/index.php/c-externo>
- Barrera, V.; Alwang, J.; Casanova, T.; Domínguez, J.; Escudero, L.; Loo, G.; Peña, G.; Párraga, J.; Arévalo, J.; Quiroz, J.; Tarqui, O.; Plaza, L.; Sotomayor, I.; Zambrano, F.; Rodríguez, G.; García, C.; Racines, M. 2019. *La cadena de valor del cacao y el bienestar de los productores en la provincia de Manabí-Ecuador*. INIAP. Libro Técnico No. 171. ARCOIRIS Producciones Gráficas. Quito, Ecuador. 204 pp.
- Brack, D. 2019. *Hacia la sostenibilidad de las cadenas de suministro del cacao: opciones de regulación para la UE*. Coordinadora Estatal de Comercio Justo. Madrid, España. 76 pp.
- Castillo, M. 2013. *Investigación sobre Productividad Agrícola en Ecuador*. Consultoría sobre Productividad del Sector Agropecuario Ecuatoriano con Énfasis en Banano, Cacao, Arroz y Maíz Duro. RIMISP, Santiago, Chile.

- CBI. 2020. *¿What requirements must cocoa beans comply with to be allowed on the European market?*. Centre for the Promotions of imports from developing countries (CBI). Consultado el 04 de julio 2020. <https://www.cbi.eu/market-information/cocoa/buyer-requirements>
- CGGC. 2015. *Pro-Poor Development and Power Asymmetries in Global Value Chains*. Center on Globalization, Governance & Competitiveness, Duke University.
- ESPOL. 2016. *Estudios Industriales. Orientación estratégica para la toma de decisiones. Industria de Cacao*. Escuela Politécnica del Litoral, ESPAE Graduate School of Management. Disponible en: <http://www.espae.espol.edu.ec/publicaciones-de-espae/ESPOL>, 2016.
- FAOSTAT. 2020. *Área cosechada, rendimiento y producción de cacao a nivel mundial*. Consultado el 1 de julio 2020. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- Guilcape, M. 2018. *Análisis del estado actual de las cadenas de café y cacao Producto 2: Cacao*. Ministerio del Ambiente y Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito, Ecuador. 88 pp.
- ICCO. 2016. *International Cocoa Organization tomando como referencia a Candy Industry*. Enero 2016, incluye productos distintos a golosinas.
- ICCO. 2015. *Review of Annex C of the International Cocoa Agreement 2010, Background Information (FFP/4/2)*. International Cocoa Organization Ad hoc Panel on Fine or Flavour Cocoa.
- ICCO. 2014. *The Cocoa Market Situation*. International Cocoa Organization.
- NEC-ESPAAC. 2019. *Superficie y producción de cacao histórico*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) - Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAAC). Quito, Ecuador.
- Loor, R.; Risterucci, AM.; Courtois, B.; Fouet, O.; Jeanneau, M.; Rosenquist, E.; Amores, F.; Vasco, A.; Medina, M.; Lanaud, C. 2009. *Tracing the native ancestors of the modern Theobroma cacao L. population in Ecuador*. Tree Genetics & genomes. 5(3):421-433.
- MAG. 2018. *Rendimientos de cacao almendra seca (Theobroma cacao) en el Ecuador 2017*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Quito-Ecuador. 19 pp.
- MAG. 2017. *Proyecto de Reactivación de Café y Cacao Nacional Fino de Aroma*. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. 51 pp.
- Meter, A.; Atkinson, R.; Laliberte, B. 2019. *Cadmio en el cacao de América Latina y el Caribe – Análisis de la investigación y soluciones potenciales para la mitigación*. Bioversity International, Roma, octubre 2019.
- PACARI. 2020. *PACARI Premium Organic Chocolate From Tree To Bar*. <https://www.pacari.com/>
- SENAE. 2020. *Exportaciones FOB no petroleras. Fuente Ecuapass, Exportaciones Definitivas, Estado Regularizada*. Servicio Nacional de Aduana del Ecuador. Período 2015-2019.
- UNEP & RA. 2010. *Greening the Cocoa Industry (The GEF Earth Fund Trust Fund platform proposal)*. United Nations Environment Programme and Rainforest Alliance Inc.
- Vassallo, M. 2015. *Diferenciación y agregado de valor en la cadena ecuatoriana del cacao*. 1ª. ed. Editorial IAEN. ISBN: 978-9942-950-51-2. Quito-Ecuador. 156 pp.
- VRE. 2020. *Vicepresidencia de la República del Ecuador*. <https://www.vicepresidencia.gob.ec/>

Actividad 4: Caracterización y tipificación de los sistemas de producción de tomate de árbol (*Solanum betaceum* Cav) en Ecuador

Responsables: Víctor Barrera, Luis Escudero, Aníbal Martínez, Angélica Zapata

Colaboradores: Jeffrey Alwang, Tania Guanín

1. ANTECEDENTES

El sector hortofrutícola en Ecuador ha mostrado un crecimiento al aportar el 16% al PIB agrícola sin considerar la producción de papa y banano (Glas *et al.*, 2015; MAGAP, 2016). En el caso de explotaciones hortícolas, las unidades de producción son relativamente pequeñas con superficies menores a las 10 ha y una alta diversificación de productos. Asimismo, se caracterizan por incidir frecuentemente en altos costos transaccionales, debido a la falta de planificación en logística y mejoramiento de infraestructura que coordinen las actividades (Aguilar, 2017; Páez, 2018). En cambio, las explotaciones frutales presentan superficies que superan las 10 ha y con un menor grado de diversificación de productos. Adicionalmente, estas se caracterizan por sus mecanismos eficientes en la coordinación de la logística de cosecha, clasificación y otros procedimientos que demandan los mercados locales y extranjeros (Demenus y Crespo, 2011; Herforth *et al.*, 2015).

La producción de tomate de árbol es una actividad agrícola emergente de la zona interandina (Campuzano, 2014). La asignación de recursos agrícolas en los sistemas de producción y el financiamiento mediante programas públicos, han fortalecido progresivamente su desempeño productivo (Padilla y García, 2018). Sin embargo, la persistencia de dificultades socio-productivas requieren soluciones que apunten el dinamismo en mercados locales y globales (Barbier, 2016).

El tomate de árbol, también llamado tomate francés, tomate cimarrón, tomate de palo, tomate de castilla, tomate de ají, tomate de monte y tamarillo, es originario de Sudamérica. Los principales países productores son Ecuador y Colombia. La planta es semi leñosa de 2 a 3 m de altura, se cultiva en zonas caracterizadas por un clima templado y fresco, con altitudes que varían de 1000 a 3000 m (Castro, 2014). La fruta es una baya elíptica de forma ovoidal, mide entre 5 y 10 de cm de largo, y de 5 a 8 cm de diámetro. Además, la fruta está cubierta por una cáscara gruesa y amarga en tonos rojos, naranjas y amarillos, según el ecotipo (Feicán, 2016).

Según el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) y la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) (2020), en el año 2019 en el Ecuador existían aproximadamente 12938 Unidades de Producción Agropecuarias -UPAS- que tenían sembradas 2874 ha y de estas 1685 ha estaban en producción, con un rendimiento promedio de 14.43 t ha⁻¹ (INEC-ESPAC, 2020). Las provincias de mayor superficie en el año 2019 fueron: Tungurahua, Imbabura, Azuay, Bolívar y Cotopaxi. En las provincias productoras del Ecuador, durante el periodo 2005-2019, el área sembrada de cultivo de tomate de árbol disminuyó un 61.66%, pasando de 7494 ha a 2874 ha (INEC-ESPAC, 2020). Según el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2018), el tomate de árbol se ubicaba en el décimo puesto de los cultivos frutícolas interandinos en términos de rendimiento, y en el puesto décimo quinto en términos de área cultivada. El área cultivada y cosechada, presenta una tendencia de decrecimiento en los últimos años, no así el rendimiento por hectárea que se ha incrementado (INEC-ESPAC, 2020).

Desde el punto de vista del nivel tecnológico, se debe admitir que la mayor parte de los sistemas de producción de tomate de árbol en Ecuador provienen de sistemas tradicionales, sin el uso de tecnologías apropiadas que permitan obtener un mejor rendimiento; sin embargo, existen sistemas de producción, donde se observa el uso de tecnología para el manejo del cultivo, cuya productividad va más allá del doble del promedio nacional (Feicán, 2016). Por lo tanto, se hace urgente el conocimiento de su dinámica económica y desempeño socioproductivo para cerrar esas brechas que deben ser cubiertas, por lo que se hacen necesarios estudios sobre la

caracterización y tipificación de los sistemas de producción de tomate de árbol (Padilla y García, 2018).

La caracterización y tipificación persigue agrupar a los hogares de los sistemas de producción agropecuaria dentro de la estrategia de medios de vida en los que estos hogares han decidido desarrollar sus actividades. Específicamente, se busca: 1) identificar las diferentes estrategias de vida existentes en los productores de los sistemas de producción y 2) agrupar a los productores dentro de la estrategia de medios de vida al que correspondan (Barrera *et al.*, 2019). El entendimiento del comportamiento de estas estrategias ayuda en el diseño de políticas agrarias/sociales que reducen la vulnerabilidad al riesgo y, consecuentemente, mejoran el bienestar de los productores de los sistemas de producción. Como un paso previo a cualquier análisis a nivel de los sistemas de producción, los productores son típicamente categorizados de acuerdo a sus escalas de producción o a sus niveles de riqueza. Se esperaría que un análisis diferenciado en estas categorías provea resultados más robustos y ajustados a la realidad de cada productor (Barrera *et al.*, 2019).

En Ecuador, los cultivadores de tomate de árbol han encontrado como cuello de botella al eslabón de la producción, mismo que se ve amenazado por muchos factores ligados a esta; por ejemplo, la baja producción por problemas de plagas, manejo deficiente del cultivo, inadecuadas prácticas de postcosecha, entre otros. Estos factores en su conjunto no permiten visualizar la potencialidad de los sistemas de producción de tomate de árbol. Para enfrentar esta problemática, el proyecto “Fortalecimiento de la investigación para mejorar la productividad y calidad de la naranjilla y tomate de árbol en el Ecuador”, del Programa de Fruticultura, conjuntamente con la Unidad de Economía Agrícola y Cambio Climático de la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP, realizarán un estudio que pretende centrar su análisis en entender las grandes limitantes y potencialidades que presentan los grupos de sistemas de producción de tomate de árbol.

En este informe 2020 se está reportando una síntesis de la información secundaria recopilada en diferentes fuentes, misma que será la base para caracterizar los sistemas de producción y sus nexos con los diferentes eslabones de la cadena de valor del tomate de árbol.

2. OBJETIVOS

2.1. General:

Caracterizar y tipificar los sistemas de producción de tomate de árbol prevalentes en Ecuador, con el propósito de fortalecer su desarrollo.

2.2. Específicos:

- Caracterizar los sistemas de producción de tomate de árbol prevalentes en Ecuador.
- Identificar las estrategias de los medios de vida de los diferentes tipos de productores de los sistemas de producción de tomate de árbol prevalentes en Ecuador.
- Establecer estrategias de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+i) que fortalezcan el desarrollo de los sistemas de producción de tomate de árbol prevalentes en Ecuador.

3. METODOLOGÍA

3.1. Sitios de producción

La mayor superficie cultivada se ubica en áreas comprendidas entre 2000 y 2500 m en las provincias serranas y, entre 1000 a 1500 m en provincias orientales. Según el INEC-ESPA (2020), en el año 2019 en el Ecuador existían 10 provincias que se dedicaban a producir tomate de árbol, 9 provincias localizadas en la Sierra (Azuay, Bolívar, Carchi, Cotopaxi, Chimborazo, Imbabura, Loja, Pichincha, Tungurahua) y una en la Amazonía (Napo). En datos porcentuales de superficie (2874 ha) para el año 2019, las provincias en donde se cultivó la mayor cantidad de

tomate de árbol, fueron: Tungurahua (39.91%), Imbabura (29.92%), Azuay (7.86%), Bolívar (7.55%), y Cotopaxi (6.16%), como las más relevantes.

3.2. Método

Para la realización del estudio se ejecutaron tres fases que se establecieron en orden cronológico: a) fase preparatoria, b) fase de recolección de datos, y, 3) fase de procesamiento y análisis de la información, mismas que se describen a continuación:

3.2.1. Fase preparatoria

Durante esta fase, algunas actividades relacionadas con la planificación de este estudio y el diseño de las actividades se llevaron a cabo entre los meses de enero y febrero 2021. Las actividades específicas de esta fase se explican a continuación:

- Revisión de literatura acerca de la producción y comercialización de tomate de árbol en Ecuador.
- Revisión de datos secundarios de la producción de tomate de árbol en Ecuador: número de productores por provincia y producción por provincia.
- Definición de la muestra para la encuesta a nivel de productores.
- Desarrollo del instrumento de recolección de datos (cuestionario) para producción.
- Validación del cuestionario a nivel de productores.

3.2.1.1. Definición de la muestra en la producción

Para este estudio, la muestra a nivel de productor se definió después de revisar los datos secundarios acerca de la producción de tomate de árbol en donde se indica que las principales provincias productoras de este producto, a la fecha del estudio, eran Azuay, Bolívar, Chimborazo y Tungurahua, debido a que, en las provincias productoras como Carchi, Imbabura, Cotopaxi y Pichincha, prácticamente había desaparecido la producción por problemas con bactericera (*Bactericera cockerelli*). Para la determinación del tamaño de la muestra se utilizó la variable continua "superficie de la finca en hectáreas dedicada a producción de tomate de árbol". La fórmula utilizada para estimar el tamaño de la muestra fue la siguiente (Sukhatme, 1953):

$$n = \frac{\frac{t^2(\alpha)}{\varepsilon^2} x \frac{S^2}{\bar{x}_N^2}}{1 + \frac{1}{N} x \frac{t^2(\alpha)}{\varepsilon^2} x \frac{S^2}{\bar{x}_N^2}}$$

en donde t es el valor tabular de "t" de Student al 95% (1.96), ε es el error permisible al 4% (0.04), S^2 es la varianza de la superficie con tomate de árbol (0.13), \bar{x}_N es la media de la superficie de tomate de árbol (0.86 ha), N es el número de fincas que poseen tomate de árbol (4600 fincas) y n es el tamaño de la muestra calculado (373 fincas). La Tabla 1 indica el número de productores de tomate de árbol estimados y encuestados por provincia. El mayor número de productores de tomate de árbol estimados y encuestados fueron de la provincia de Tungurahua, ya que esta es la provincia con más productores en el país.

Tabla 1. Número y porcentaje de productores de tomate de árbol en Ecuador estimados y encuestados por provincia, 2021.

Provincia	No. Productores	Porcentaje
Azuay	40	11
Bolívar	46	12
Chimborazo	60	16
Tungurahua	227	61
Total	373	100

Fuente: INIAP, 2021.

3.2.1.2. Desarrollo y validación del instrumento de recolección de datos

El instrumento de recolección de la información a nivel de productor fue diseñado y llevado al campo por los equipos de Economía Agrícola y Fruticultura del INIAP entre febrero y marzo 2021. El cuestionario inicial fue diseñado por el equipo de Economía Agrícola de la EESC y se llevó a una socialización con el equipo de Fruticultura de la Granja de Píllaro, en donde se leyó y explicó cada pregunta y su objetivo, y consecuentemente la información que se espera recoger del mismo. Esta actividad también cumplió las veces de capacitación. Luego de recoger las sugerencias recibidas de este equipo se realizó los cambios necesarios en el cuestionario. La versión final del cuestionario se compartió con todo el equipo de trabajo de este estudio.

El instrumento fue validado con tres productores de tomate de árbol de la provincia de Tungurahua. El equipo se movilizó hasta este sector y mientras uno de los investigadores del equipo realizaba la entrevista, los demás tomaron nota acerca de las diferencias de entendimiento del encuestador y del encuestado en términos de significado de cada pregunta. Después de la validación del instrumento en campo, se realizó una reunión con los equipos de Economía Agrícola y Fruticultura para corregir las preguntas en las que se detectó que existía ruido (ya sea del lado del productor o del encuestador) y también para definir mejor las opciones de respuestas. La versión final fue compartida con todo el equipo en caso de tener más sugerencias.

El cuestionario a nivel de productor estuvo compuesto de nueve secciones y una sección de datos generales. Cada sección recoge información que involucra diferentes temas y ámbitos (Tabla 2).

Tabla 2. Contenido del modelo de encuesta utilizado para la recopilación de información de los sistemas de producción de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Sección	Contiene información sobre
Datos Generales	Datos demográficos y ubicación de los sistemas de producción
Sección 1	Características del hogar
Sección 2	Características de la finca
Sección 3	Producción de tomate de árbol
Sección 4	Control de plagas en tomate de árbol
Sección 5	Costos de producción en la implementación y mantenimiento
Sección 6	Comercialización de tomate de árbol
Sección 7	Calidad de tomate de árbol
Sección 8	Crédito y acceso a información
Sección 9	Bienes del hogar

Fuente: INIAP, 2021.

3.2.2. Fase de recolección de datos

Los datos fueron recolectados en el periodo de marzo a julio 2021. El equipo de recolección de datos estuvo compuesto por cinco técnicos del INIAP. De ellos, cuatro estuvieron encargados de entrevistar a los productores de tomate de árbol usando la modalidad de entrevistas cara-a-cara. Uno de estos técnicos realizó el papel de supervisor, lo que consistía en revisar las encuestas ya terminadas para determinar si existían errores y unificar criterios de entendimiento en algunas preguntas, para así poder corregir los errores en el sitio y mejorar la calidad de la información. En promedio, se realizaron 4 encuestas por día por encuestador. El equipo completo de encuestadores se movilizó a las diferentes provincias para asegurar la eficiencia en consumo de recursos y en la recolección de datos. La Tabla 3 muestra las fechas y el número de encuestas realizadas.

Tabla 3. Cronograma de recolección de datos para el estudio de los sistemas de producción de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Provincia	Fecha de recolección de datos	Encuestas (No.)
Tungurahua	16 marzo – 08 abril, 2021	227
Chimborazo	10 al 14 de mayo, 2021	60
Bolívar	14 al 17 de junio, 2021	46
Azuay	5 al 16 de julio, 2021	40
Total		373

Fuente: INIAP, 2021.

En los primeros acercamientos con los productores, se les ofreció que el INIAP los apoyaría con capacitaciones acerca del cultivo, principalmente con el tema de manejo integrado de la bactericera. De esta forma, las capacitaciones realizadas por el técnico especialista en tomate de árbol del INIAP, sirvieron para vincular a los encuestadores con los productores. Por lo tanto, el rol del quinto técnico consistió en ir delante del equipo encuestador realizando los contactos necesarios en el siguiente sitio y programando las fechas de las capacitaciones. El técnico de INIAP inició este proceso contactando a los técnicos del MAG en cada provincia, quienes facilitaron el acercamiento con las autoridades o dirigentes de cada sitio y el resto de los productores de tomate de árbol. La capacitación se realizó siguiendo una modalidad presencial de un día y tuvo una asistencia de 30 productores por día. Las capacitaciones se acomodaron a las necesidades de los productores y se realizaron más de una capacitación por sitio, si es que la distancia al centro de capacitación era muy larga. Los encuestadores comenzaron las entrevistas con los productores que asistieron a la capacitación. Las demás entrevistas se realizaron en la finca o en la casa de los productores, dependiendo de la comodidad del productor.

3.2.3. Fase de procesamiento y análisis de la información

El procesamiento de la información de las encuestas a nivel de productor, depuración y sistematización, se inició en septiembre 2021. El formato de los módulos para procesar la información fue realizado por el supervisor de los encuestadores en el programa Excel. El supervisor capacitó a la persona encargada de procesar la información. El análisis de la información solamente se realizó para la primera sección con el programa estadístico SPSS+ v11 con el que se obtuvo estadísticas descriptivas como frecuencias, promedios, desviación estándar, valores mínimos y valores máximos para cada una de las variables en estudio.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

El número de personas promedio que viven en los hogares de los sistemas de producción de tomate de árbol es 2.86, siendo el mínimo una persona y ocho personas el máximo (Tabla 4). El número de personas que habitan, al ser reducido, no debería ser un factor relevante en los egresos de los productores que finalmente se verían traducidos en sistemas de producción agropecuaria de medianos recursos.

Tabla 4. Personas que viven en los hogares de los sistemas de producción de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Provincia	No.	\bar{x}	s	Mínimo	Máximo
Azuay	40	3.12	1.76	1	8
Bolívar	46	2.72	1.67	1	8
Chimborazo	60	2.88	1.81	1	7
Tungurahua	227	2.83	1.42	1	7
Ecuador	373	2.86	1.55	1	8

Fuente: INIAP, 2021.

No.= Número de hogares; \bar{x} = Promedio; s= Desviación estándar.

Como se muestra en la Tabla 5, en promedio, el 88.47% de los jefes de hogar fueron hombres y el 11.53% mujeres; siendo Tungurahua, con el 13.22%, la provincia con mayor porcentaje de jefes de hogar, mujeres.

Tabla 5. Género de los jefes de hogar en las provincias productoras de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Provincias	Porcentaje de jefes de hogar	
	Hombres	Mujeres
Azuay	90.00	10.00
Bolívar	91.30	8.70
Chimborazo	91.67	8.33
Tungurahua	86.78	13.22
Ecuador (%)	88.47	11.53

Fuente: INIAP, 2021.

La Tabla 6 evidencia que la edad promedio de los jefes de hogar es 49 años, siendo el mínimo 23 años y 89 años el máximo. En la provincia de Chimborazo el rango es más corto, siendo la edad máxima 75 años y la mínima 23 años. La edad del productor podría ser un factor relevante en la adopción de nuevas prácticas agrícolas. Específicamente, Pannell *et al.* (2006) determinan que este factor es importante en la adopción de prácticas de agricultura en las que el tiempo de espera entre la inversión y los retornos (económicos) del uso de dichas prácticas es de mediano plazo. En el caso del estudio de la cadena de valor de la mora, Barrera *et al.* (2017), encontraron que productores más viejos tienden a participar en las cadenas modernas de la oferta de mora, resultado que podría deberse a que los productores más viejos tienen más experiencia en la producción de mora y porque los jefes de hogar más jóvenes tienen mejores oportunidades de trabajo fuera de la finca, situación que en la actualidad se la puede observar en los sistemas de producción de la zona Alto Andina del Ecuador.

Tabla 6. Edad en años de los jefes de hogar de las provincias productoras de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Provincias	No.	\bar{x}	S	Mínimo	Máximo
Azuay	40	48	15	24	80
Bolívar	46	43	12	24	89
Chimborazo	60	48	12	23	75
Tungurahua	227	50	13	25	86
Ecuador	373	49	13	23	89

Fuente: INIAP, 2021.

No.= Número de hogares; \bar{x} = Promedio; s= Desviación estándar.

En cuanto a la educación, los jefes de hogar recibieron, en promedio, 8.96 años de educación formal (Tabla 7). Esto quiere decir que, en promedio, los jefes de hogar estudiaron el primer año de educación secundaria. Sin embargo, el valor máximo indica que un porcentaje de los jefes de los hogares entrevistados tienen nivel universitario. Los productores de Chimborazo son los que tienen menor nivel de educación, mostrando una media de 8.18 años, lo que significa que estos productores, en promedio, terminaron la educación primaria. Esta variable podría ser importante en el análisis de adopción ya que, de acuerdo a Pannell *et al.* (2006), nuevas prácticas agrícolas son adoptadas más rápidamente por productores con niveles de educación más altos. En el caso de comercialización de mora, Barrera *et al.* (2017) encontraron que la educación del jefe del hogar está positivamente relacionada a participación de los productores en las cadenas modernas de oferta ya que productores con niveles de educación más altos pueden ser capaces de entender mejor los estrictos requerimientos impuestos por estas cadenas y podrían también

mostrar más confianza y capacidad de decisión para entrar en cadenas de comercialización formales.

Tabla 7. Número de años de educación formal que recibió el jefe de hogar en las provincias productoras de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Provincias	No.	\bar{x}	s	Mínimo	Máximo
Azuay	40	8.52	3.99	0	18
Bolívar	46	11.13	4.82	0	25
Chimborazo	60	8.18	3.54	0	18
Tungurahua	227	8.80	3.97	0	25
Ecuador	373	8.96	4.09	0	25

Fuente: INIAP, 2021.

No.= Número de hogares; \bar{x} = Promedio; s= Desviación estándar.

La encuesta también recogió información acerca del idioma que hablan los productores (Tabla 8), ya que en estas provincias puede darse el caso de que, por pertenecer a comunidades indígenas o porque la provincia tiene una alta población indígena, los productores sean capaces de comunicarse en otro idioma adicional al español, lo que eventualmente podría ser una ventaja competitiva frente a los productores que solo son capaces de comunicarse en español. Solamente el 4.35% de los productores de la provincia de Bolívar reportaron que hablan el idioma kichwa, no así en las otras provincias en donde el idioma que poseen los jefes de hogar es netamente el español.

Tabla 8. Jefes de hogar que hablan kichwa en las provincias productoras de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Provincias	Porcentaje de jefes de hogar	
	Hablan	No hablan
Azuay	0.00	100.00
Bolívar	4.35	95.65
Chimborazo	0.00	100.00
Tungurahua	0.00	100.00
Ecuador (%)	0.54	99.46

Fuente: INIAP, 2021.

En promedio, 94.91% de los jefes de hogar tienen teléfono celular (Tabla 9). Los productores de Chimborazo son los que mayormente tienen celular, mientras que los de Bolívar son los que en menor porcentaje disponen de celular. Esto se debe a que algunas zonas productoras de tomate de árbol en la provincia de Bolívar son bastante marginales y no existe señal de celular. El hecho de que los productores posean celular podría mejorar la producción y comercialización de tomate de árbol ya que podría ser una herramienta que facilite el acceso a información relacionada con la producción misma, así como precios del mercado y la comunicación con los intermediarios. De acuerdo a Carrión *et al.* (2020), el uso de mensajes de texto vía teléfono celular para promocionar las prácticas de Manejo Integrado de Cultivo en mora, ayudó a que los productores que recibieron estos mensajes adoptaran estas prácticas en tasas más altas comparados con los que no los recibieron. Asimismo, Barrera *et al.* (2017) evidencian que quienes poseen teléfono celular muestran mayor probabilidad de involucrarse en las cadenas modernas de comercialización de mora, ya que el principal mecanismo de los acuerdos de comercialización es verbal, lo que implica la necesidad de comunicarse más frecuentemente entre los productores y los compradores.

Tabla 9. Jefes de hogar que tienen celular en las provincias productoras de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Provincias	Porcentaje de jefes de hogar	
	Tienen	No tienen
Azuay	95.00	5.00
Bolívar	89.13	10.87
Chimborazo	98.33	1.67
Tungurahua	95.15	4.85
Ecuador (%)	94.91	5.09

Fuente: INIAP, 2021.

En los hogares productores de tomate de árbol en general, solo el 1.34% reportaron recibir remesas provenientes de la migración de alguno de sus miembros (Tabla 10). Esto quiere decir que el ingreso de estos hogares en particular está basado principalmente en la producción de tomate de árbol. Los hogares de Azuay y Chimborazo, con un 7.50% y 3.33%, respectivamente, reportaron recibir remesas, mientras que los hogares de las provincias de Bolívar y Tungurahua no las recibieron. Los valores recibidos por los hogares, producto de las remesas, fluctuaron entre USD 600 y 1200 dólares por año.

Tabla 10. Hogares que recibieron remesas en las provincias productoras de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Provincias	Porcentaje de hogares	
	Recibieron	No recibieron
Azuay	7.50	92.50
Bolívar	0.00	100.00
Chimborazo	3.33	96.67
Tungurahua	0.00	100.00
Ecuador (%)	98.66	1.34

Fuente: INIAP, 2021.

En promedio, 9.12% de los jefes de hogar trabajaron fuera de la finca en 2020 (Tabla 11). Particularmente, 15% de los jefes de hogar de Azuay y 13.04% de Bolívar reportaron que trabajaron fuera de la finca, mientras que solo el 7.05% de los jefes de hogar de Tungurahua, lo hicieron. El trabajo fuera de la finca puede ser un indicativo de la motivación que tienen los productores de tener un mayor ingreso; en cambio, el trabajo en la finca tiene la motivación en la producción de tomate de árbol, porque le genera ingresos que le permiten mejorar su calidad de vida. Pannell *et al.* (2006) indican que hacer dinero no necesariamente podría ser el objetivo principal de los productores, sino que más bien estarían motivados por mantener la seguridad financiera de sus familias.

Tabla 11. Jefes de hogar que trabajaron fuera de la finca en el año 2020 en las provincias productoras de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Provincias	Porcentaje de jefes de hogar	
	Trabajaron	No trabajaron
Azuay	15.00	85.00
Bolívar	13.04	86.96
Chimborazo	10.00	90.00
Tungurahua	7.05	92.95
Ecuador (%)	9.12	90.88

Fuente: INIAP, 2021.

De los jefes de hogar que trabajan fuera de la finca, los principales tipos de trabajo son como jornalero/peón o como empleado privado. En menor proporción, los trabajos que fueron reportados son como empleado público o por cuenta propia. (Tabla 12).

Tabla 12. Tipos de trabajo fuera de la finca realizados por los jefes de hogar en el año 2020 en las provincias productoras de tomate de árbol en Ecuador, 2021.

Tipos de trabajo	Porcentaje de jefes de hogar por provincia				Ecuador (%)
	Azuay	Bolívar	Chimborazo	Tungurahua	
Empleado público	16.67	33.33	33.33	12.50	20.59
Empleado privado	16.67	50.00	33.33	25.00	29.41
Jornalero o peón	50.00	0.00	0.00	56.25	35.29
Cuenta propia	16.66	16.67	33.34	6.25	14.71
Total (%)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Fuente: INIAP, 2021.

En el año 2020, el 100% de los productores jefes de hogar de las diferentes provincias trabajaron en su finca produciendo tomate de árbol. Estos jefes, en promedio, reportaron que dedican 4.24 días de la semana a la producción de tomate de árbol y trabajan 7.11 horas al día durante esos días (Tabla 13). Es decir que, para quienes se dedican a la producción de tomate de árbol, éste es básicamente un trabajo a tiempo completo, lo que explica la baja participación en el mercado laboral fuera de la finca de los productores particularmente de las provincias de Chimborazo y Tungurahua.

Tabla 13. Número de días/semana (a) y horas/día (b) que los jefes de hogar trabajan produciendo tomate de árbol en las provincias productoras en Ecuador, 2021.

Provincias	No.	\bar{x}	s	Mínimo	Máximo
Azuay	40	3.95 ^a	1.69	1	7
		6.63 ^b	1.75	3	8
Bolívar	46	4.15 ^a	1.43	1	7
		6.87 ^b	1.42	2	8
Chimborazo	60	3.95 ^a	1.45	1	7
		7.62 ^b	1.29	3	10
Tungurahua	227	4.38 ^a	1.69	1	7
		7.10 ^b	1.70	2	12
Ecuador	373	4.24^a	1.63	1	7
		7.11^b	1.63	2	12

Fuente: INIAP, 2021.

No.= Número de hogares; \bar{x} = Promedio; s= Desviación estándar.

Como se muestra en la Tabla 14, los jefes de hogar participan casi en todas las actividades de manejo del tomate de árbol. Las actividades de menor participación representan la post-cosecha y la venta del producto, posiblemente debido a que en estas actividades estén involucrados otros miembros de la familia, principalmente, la esposa. El 100% de los productores de las provincias en estudio están involucrados en las actividades de plantación; en cambio, en las provincias de Azuay y Chimborazo, respectivamente, el 100% de los jefes de hogar aseguraron que participan en la actividad del riego.

Tabla 14. Actividades del manejo del tomate de árbol realizadas por los jefes de hogar en las provincias productoras en Ecuador, 2021.

Actividad*	Porcentaje de jefes de hogar por provincia				Ecuador (%)
	Azuay	Bolívar	Chimborazo	Tungurahua	
Plantación	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Fertilización	100.00	97.83	100.00	100.00	99.73
Control fitosanitario	100.00	97.83	100.00	100.00	99.73
Poda	100.00	95.65	100.00	100.00	99.46
Deshierba	100.00	97.83	100.00	100.00	99.73
Riego	100.00	91.30	100.00	97.80	97.59
Cosecha	100.00	97.83	100.00	99.56	99.46
Post-cosecha	92.50	84.78	88.33	99.12	94.91
Venta	100.00	95.65	83.33	95.15	93.83

* Variables independientes relacionadas con las actividades de manejo de tomate de árbol.

La Tabla 15 muestra los años de experiencia que tienen los productores con este cultivo. En promedio, los productores tienen 23 años de experiencia, con un máximo de 70 años y un mínimo de un año. Los productores de Azuay y Tungurahua son los que tienen un mayor número de años de experiencia, comparados con los años de experiencia de los productores de Bolívar y Chimborazo.

Tabla 15. Años de experiencia que tienen los productores de tomate de árbol en las provincias productoras en Ecuador, 2021.

Provincias	No.	\bar{x}	s	Mínimo	Máximo
Azuay	40	26	18	1	70
Bolívar	46	18	13	2	50
Chimborazo	60	18	15	1	60
Tungurahua	227	25	15	1	60
Ecuador	373	23	15	1	70

Fuente: INIAP, 2021.

No.= Número de hogares; \bar{x} = Promedio; s= Desviación estándar.

5. CONCLUSIONES PRELIMINARES

La caracterización general de hogares que producen tomate de árbol permite observar familias conformadas entre 3 y 4 miembros, en donde los responsables de los hogares son relativamente jóvenes (49 años), pero con un nivel bajo de educación (9 años). Solo el 4.35% de los productores de Bolívar reportaron hablar kichwa, además de español. Las áreas donde se producen tomate de árbol se caracterizan por ser de propiedad y usufructo familiar. La mayor parte de los productores poseen acceso a comunicación por medio de teléfonos celulares, excepto un porcentaje bajo de productores de Bolívar ya que no existe señal en las áreas de producción de tomate de árbol. Existe un bajísimo porcentaje de hogares que reciben remesas, así como también jefes de hogar que trabajaron fuera de la finca en 2020; eso quiere decir que los productores dedican la mayoría de tiempo a trabajar en el cultivo de tomate de árbol, por lo que se puede entender que el ingreso de estos hogares está basado principalmente en la producción de tomate de árbol. Los jefes de hogar participan en todas las actividades que el cultivo requiere.

6. LITERATURA CITADA

- Aguilar, D. 2017. *Ecuador los problemas ambientales que deben resolverse en el 2017*. MONGABAY, ECU. <https://es.mongabay.com/2017/01/ecuador-los-problemas-ambientales-deben-resolverse-2017/>.
- Barbier, E. 2016. *Sustainability and development*. Ann. Rev. Res. Econ. 8:261-280. doi:10.1146/annurev-resource-100815-095227.
- Barrera, V.; Alwang, J.; Andrago, G.; Domínguez, J.; Escudero, L.; Martínez, A.; Jácome, R. y Arévalo, J. 2017. *La cadena de valor de la mora y sus impactos en la Región Andina del Ecuador*. Boletín Técnico No. 171 ARCOIRIS Producciones Gráficas. Quito, Ecuador. 161 p.
- Barrera, V.; Valverde, M.; Escudero, L.; Allauca, J. 2019. *Productividad y sostenibilidad de los sistemas de producción agropecuaria de las islas Galápagos-Ecuador*. Libro Técnico No. 174. ARCOIRIS Producción Gráfica. Quito, Ecuador. 228 pp.
- Campuzano, M. 2014. *Greenhouse heating with geothermal energy: feasibility study for the Ecuadorian Alpine Grasslands (Páramo)*. Semantic Scholar, WA, USA. <https://pdfs.semanticscholar.org/a79a/7b15a1783f4da12891f4a4662a24fd5fca17.pdf>.
- Carrión, V.; Alwang, J.; Barrera, V. 2020. *Promoting Behavioral Change Using Text Messages: A Case Study of Blackberry Farmers in Ecuador*. Journal of Agricultural and Applied Economics (2020), 1–22 doi:10.1017/aae.2020.7
- Castro, J. 2014. *Fenología y crecimiento del tomate de árbol (Cyphomandra betacea Cav. Sendt), cultivado con coberturas plásticas en el suelo*. Universidad de Nariño, COL. <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/90244.pdf>
- Demenus, W.; Crespo, P. 2011. *Productive chains and rural economic development in Latin America*. Consorcio de Consejos Nacionales de Ecuador, Quito, ECU. <http://www.congope.gob.ec/wp-content/uploads/2014/08/Cadenas-Productivas-yDesarrollo-Economico-Rural-en-Latinoamerica.pdf>
- Feicán, C. 2016. *Descripción agronómica del cultivo de tomate de árbol*. Rev. Agrocienc. 9:78-86. doi:10.13140/RG.2.2.18036.35208.
- Glas, J.; Alvarado, V.; León, S.; Parra, J. (2015). *Política Industrial del Ecuador 2016-2025 más industrias mayor desarrollo*. Ministerio de Industrias y Productividad, Ministerio Coordinador de Producción, Empleo y Competitividad, ECU. https://issuu.com/dircommipro/docs/politicaindustrialweb_16-dic-16ok.
- Herforth, N.; Theuvsen, N.; Vásquez, W.; Wollni, M. 2015. *Understanding participation in modern supply chains under a social network perspective- evidence from blackberry farmers in the Ecuadorian Andes*. Global Food. February 2015, ISSN (2192-3248).
- INEC-ESPAC. 2020. Superficie y producción de tomate de árbol. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) - Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Quito, Ecuador.
- MAG. 2018. *Boletín situacional: tomate de árbol*. Ministerio de Agricultura y Ganadería. FLIPHTML5, USA. <http://fliphtml5.com/ijia/efww/basic>.
- MAGAP. 2016. *La política agropecuaria ecuatoriana. Hacia el desarrollo territorial rural sostenible 2015-2025*. I Parte. Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca. Quito, ECU. <http://servicios.agricultura.gob.ec/politicas/La%20Pol%C3%ADtica%20Agropecuarias%20al%202025%20I%20parte.pdf>.

- Padilla, W.; García, J. 2018. *Data association methodology to improve spatial predictions in alternative marketing circuits in Ecuador*. Comput. Intell. Neurosci. 2018:6587049. doi:10.1155/2018/6587049.
- Páez, C. 2018. *El régimen impositivo a la propiedad agrícola en el Ecuador y los perjuicios socioeconómicos que causó su existencia*. Universidad Central del Ecuador, Quito, ECU. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/16600/1/TUCE-0013-JUR-068.pdf>.
- Pannell, *et al.* 2006. Understanding and promoting adoption of conservation practices by rural landholders. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46, 1407-1424.
- Sukhatme, P. 1953. *Teoría de encuestas por muestreo con aplicaciones*. Traducido al español por Flores A. y Nilto J. p. 43.

Actividad 5: Análisis de las barreras psicológicas y de comportamiento de los productores de cacao de la costa ecuatoriana en relación a sus aspiraciones y la inversión realizada para el manejo de sus plantaciones

Responsables: Víctor Barrera, Alexis Villacís, Angélica Zapata, Geover Peña, James Quiroz
Colaboradores: Luis Escudero, Mario Ramos, Consuelo Díaz, Benny Avellán, Ever Macías, Pío Moreira, José Cunalata, Juan Arévalo, César García, Berto Zambrano, Johan Párraga

1. ANTECEDENTES

Muchos economistas que estudian desarrollo económico argumentan que las personas, tanto pobres como acomodadas, toman decisiones que optimizan sus rendimientos dadas las limitaciones a las que se enfrentan (Schultz, 1960, 1964). Sin embargo, estudios y evidencias a nivel individual muestran que las dificultades diarias de la vida causadas por la pobreza⁸ extrema pueden generar limitaciones adicionales, ya que afectan las percepciones y preferencias de las personas. Por ejemplo, las bajas aspiraciones⁹, la depresión y el interés por el presente y no por el futuro son más comunes entre las personas pobres (Haushofer y Fehr, 2014; Lybbert y Wydick, 2018; Bernard *et al.*, 2018). A su vez, estas características psicológicas se han relacionado con una baja tendencia a emprender acciones generadoras de ingresos, como adoptar tecnología, ahorrar o suministrar mano de obra (Duflo *et al.*, 2011; Baranov *et al.*, 2017; Kaur *et al.*, 2015; Banerjee *et al.*, 2020).

Investigaciones en psicología de quienes viven en pobreza podría informar de políticas que ayuden a la reducción de la pobreza. Por un lado, las limitaciones psicológicas¹⁰ que limitan la inversión orientada al futuro pueden ser resultados temporales de vivir actualmente en la pobreza y podrían disminuir cuando las circunstancias económicas mejoren (Villacís *et al.*, 2021). Esto sugiere un enfoque en políticas puramente económicas como el empleo, el apoyo a los ingresos, las transferencias de activos o el tratamiento de las fallas del mercado. Por otro lado, la experiencia de vivir en la pobreza puede tener efectos persistentes en la toma de decisiones de las personas, lo que lleva a que factores psicológicos restrinjan la inversión económica y por lo tanto no aumente la riqueza (Dalton, 2016; Genicot y Ray, 2017). Esto podría reducir la eficacia de las intervenciones puramente económicas contra la pobreza. Esta preocupación ha motivado intervenciones combinadas y multidimensionales contra la pobreza que incluyen transferencias de activos e intervenciones conductuales (Blattman *et al.*, 2017; Bandiera *et al.*, 2017; Banerjee *et al.*, 2015, 2018).

Varios modelos teóricos muestran como las aspiraciones pueden influir en la inversión (Genicot y Ray, 2017; Dalton *et al.*, 2016; Besley, 2016; Bogliacino y Ortoleva, 2013) y varios artículos empíricos documentan asociaciones de aspiración-inversión (Janzen *et al.*, 2017; Dalton *et al.*, 2018; Chivers, 2017). Esto es de importancia práctica para informar la combinación óptima de las políticas de lucha contra la pobreza en un contexto de agricultura y aborda las barreras de comportamiento. También tiene importantes implicaciones teóricas, ya que varios estudios muestran que la retroalimentación entre las bajas aspiraciones y la escasa riqueza pueden generar trampas de pobreza (Genicot y Ray, 2017; Dalton *et al.*, 2016; Chivers, 2017).

Los psicólogos sociales definen las aspiraciones como metas u objetivos prospectivos que actúan como una motivación para tomar acciones y lograr una meta (Locke y Latham, 2002). Por

⁸ El enfoque más común define la pobreza como falta de ingresos. Este concepto está basado en los estudios de Benjamin Rowntree (1901). Según él, la pobreza se configura cuando el total de ingresos disponibles no satisface el mínimo necesario para la subsistencia (Manos Unidas, 2021).

⁹ Las aspiraciones personales son la visión que se quiere conseguir en las distintas áreas de la vida. Se trata de visualizar conscientemente la realidad que le gustaría ver en la vida. Como cualquier visión, una aspiración personal implica definir acciones, desarrollar sistemas, invertir tiempo y energía para cumplirla (Ríos, 2021).

¹⁰ Limitaciones psicológicas entendidas como la falta de modelos a seguir en la parte personal en términos de educación, trabajo, ingresos, etc. (Locke y Latham, 2002).

ejemplo, Bandura (2001) define las aspiraciones como “Metas, arraigadas en un sistema de valores y un sentido de identidad personal, actividades de inversión con significado y propósito ... [que] establecen estándares personales”. Cuando se logran, brindan a las personas satisfacción personal y un sentido de orgullo y autoestima”.

En relación con estos trabajos, será importante analizar el caso de las inversiones hechas en las plantaciones de cacao (*Theobroma cacao* L) y su manejo agronómico, ya que es un cultivo que actualmente juega un papel importante en la transformación de la matriz productiva del país. La mayor concentración del cultivo de cacao se encuentra en las provincias del Litoral (Los Ríos, Guayas, Manabí, Esmeraldas y El Oro) y en las provincias del nororiente del Ecuador (Sucumbíos, Orellana y Napo). En el año 2018, la superficie sembrada fue de 573833 ha, con una superficie cosechada de 501950 ha, una producción de 235182 t y un rendimiento promedio de 0.49 t ha⁻¹ (INEC-ESPAC, 2019). Las exportaciones de cacao crudo y tostado en el año 2019 fueron de 270940 toneladas, con ingresos por concepto de ventas de alrededor de 657 millones de dólares (BCE, 2020). En el país, este cultivo genera empleo para cerca de 100000 familias de productores o unidades de producción agropecuaria (UPAs), dando un total de 500000 personas involucradas, de las cuales, según Vassallo (2015), se estima que el 80% cultiva menos de 10 ha, un 15% entre 10 y 20 ha, y un 5% tiene más de 20 ha (Vasallo, 2015).

Este es uno de los primeros estudios experimentales enfocado en el efecto de las aspiraciones sobre las inversiones realizadas en plantaciones de cacao y su manejo agronómico. Se centrará en las aspiraciones porque varían con la pobreza y los cambios en las aspiraciones se han relacionado con cambios en las inversiones orientadas al futuro. Un incremento en aspiraciones conlleva a los productores a invertir más, ofrecer más mano de obra y renunciar al consumo actual o al ocio para lograr sus aspiraciones. Esto captura los conceptos de psicología social de las aspiraciones como metas u objetivos con visión de futuro y que actúan como motivación en acciones para lograr las metas. Para abordar esta investigación, en el caso del sector cacaotero de provincias productoras de la costa ecuatoriana, la Unidad de Economía Agrícola y Cambio Climático de la Estación Experimental Santa Catalina y el Programa de Café y Cacao de las Estaciones Experimentales Portoviejo, Litoral Sur y Pichilingue, conjuntamente con la Escuela de Agronegocios de la Universidad Estatal de Arizona (UEA) y la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), realizarán un estudio que pretende centrar su análisis en entender las barreras psicológicas y de comportamiento en el campo de productores de cacao en relación a con las inversiones realizadas para aplicar las prácticas agrícolas que realizan. Este conocimiento servirá para respaldar los esfuerzos que se hagan para superar la barrera que existe entre la investigación que genera nuevas tecnologías para cacao y los procesos de adopción de las mismas. Se considera que modestos esfuerzos en el cambio del comportamiento de los productores respecto al riesgo que asumen en la producción de cacao va a crear beneficios económicos y ambientales en todos los escenarios.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Analizar las barreras psicológicas y de comportamiento de los productores de cacao de la costa ecuatoriana y su efecto en las aspiraciones y la inversión realizada para el manejo de las plantaciones.

2.2. Objetivos Específicos

- Explorar si las bajas aspiraciones de los productores de cacao de la costa ecuatoriana reducen las inversiones en actividades agrícolas de alto rendimiento.
- Explorar si las aspiraciones de los productores de cacao de la costa ecuatoriana varían entre productores de bajos y altos ingresos derivados de la producción de cacao.
- Analizar si las aspiraciones de los productores de cacao de la costa ecuatoriana se relacionan con las preferencias de riesgo.

3. METODOLOGÍA

Para recolectar la información requerida por la presente investigación se utilizó la técnica de las entrevistas que se realizaron en talleres basados en la implementación de juegos tipo lotería, en donde los productores pusieron sus habilidades en la toma de decisiones que les permitió ganar o perder en los eventos específicos relacionados con los negocios; estos juegos fueron acompañados de un cuestionario de encuesta que estuvo compuesto de seis secciones (Tabla 1), en donde se recoge información que involucra temas socioeconómicos y agrícolas, además de características psicológicas de las aspiraciones, creencias y preferencias de los encuestados. Esta información primaria servirá para el análisis, resultados y conclusiones del estudio. Las entrevistas estuvieron a cargo de 10 técnicos involucrados en el estudio, representantes del INIAP y Arizona State University.

Tabla 1. Contenido del modelo de encuesta utilizado para la recopilación de información de los productores de cacao de la Costa ecuatoriana, 2021.

Sección	Contiene información sobre
Sección 1	Datos del participante y educación
Sección 2	Datos de la finca o sistemas de producción de cacao
Sección 3	Producción de cacao
Sección 4	Dospert
Sección 5	Lotería y decisiones de tiempo
Sección 6	Cambio climático

Fuente: INIAP, 2021.

Los juegos y encuestas se realizaron en sesiones grupales que no duraron más de dos horas, en las cuales, en promedio, participaron aproximadamente 20 productores por sesión. Las sesiones se coordinaron con los responsables de las organizaciones de productores y de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) de las provincias involucradas en el estudio: Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Guayas. La logística de las sesiones de los talleres, dentro de la ejecución del estudio, estuvieron a cargo de INIAP conjuntamente con las organizaciones y los GADs; se debe dar una mención especial a Johan Párraga del GAD de Quiroga, y a Berto Zambrano de la Corporación Fortaleza del Valle, quienes apoyaron sobremanera en la organización de los talleres. La participación de los productores en los talleres fue completamente voluntaria y cumplió con todas las medidas de bioseguridad y normas de distanciamiento social, en época de pandemia. Se debe resaltar que los productores que formaron parte de este estudio fueron remunerados económicamente, producto de su participación en los juegos de lotería, y como parte de la metodología utilizada.

La muestra se determinó aplicando la técnica del Muestreo Aleatorio Simple, que es un procedimiento de muestreo probabilístico y que permitió determinar el número de elementos de la población a ser muestreados. Para los fines de la presente investigación, se establecieron como límites geográficos las provincias de Manabí, Los Ríos, Guayas, Esmeraldas y Santo Domingo de los Tsáchilas. El tamaño de la muestra fue de 520 productores basados en el marco muestral total de los productores de cacao de esas provincias.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Los resultados preliminares del estudio se muestran en la Tabla 2, e indican que los talleres se llevaron a cabo en las provincias de Esmeraldas, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos y Guayas. Se ejecutaron 27 talleres (18 en Manabí, por ser la provincia que más productores de cacao tiene, 3 talleres en Santo Domingo de los Tsáchilas, 1 taller en Esmeraldas, 4 talleres en Guayas y 1 en la provincia de Los Ríos), en donde participaron 524 productores (327 en Manabí, 60 en Santo Domingo de los Tsáchilas, 18 en Esmeraldas, 87 en Guayas y 26 en Los Ríos).

Tabla 2. Talleres y entrevistas realizadas a nivel de las provincias productoras de cacao en la Costa ecuatoriana. Agosto-Octubre, 2021.

Fecha	No. Taller	Nombre Localidad	Provincia	No. Grupo	No. Participantes
17/8/2021	1	GAD Quiroga	Manabí	1	24
18/8/2021	2	Calceta	Manabí	1	9
18/8/2021	3	Calceta	Manabí	2	23
19/8/2021	4	La Madera	Manabí	1	27
20/8/2021	5	Quiroga	Manabí	1	26
20/8/2021	6	Canuto	Manabí	2	18
06/9/2021	7	EESD - Plan Piloto	Santo Domingo	1	21
06/9/2021	8	El Recreo	Santo Domingo	2	17
07/9/2021	9	Los Girasoles	Santo Domingo	1	22
08/9/2021	10	Timbiré	Esmeraldas	1	24
27/9/2021	11	GAD Quiroga	Manabí	1	24
28/9/2021	12	Calderón	Manabí	1	20
28/9/2021	13	La Pavita	Manabí	2	26
29/9/2021	14	La Pastora	Manabí	1	10
29/9/2021	15	Los Pachones	Manabí	2	14
30/9/2021	16	La Y de Cucuy	Manabí	1	16
30/9/2021	17	El Capricho	Manabí	2	19
30/9/2021	18	La Rivera 2	Manabí	3	18
01/10/2021	19	Gaspar Convento	Manabí	1	12
01/10/2021	20	Manta Blanca	Manabí	2	15
01/10/2021	21	Santa Rita	Manabí	3	10
01/10/2021	22	La Providencia	Manabí	4	16
09/11/2021	23	Tengel	Guayas	1	17
10/11/2021	24	Cooperativa 6 de Julio	Guayas	1	23
10/11/2021	25	Cooperativa 6 de Julio	Guayas	2	32
10/11/2021	26	Piñoelal	Guayas	3	15
11/11/2021	27	E.E. Pichilingue	Los Ríos	1	26
Total entrevistas					524

Fuente: INIAP, 2021.

Las acciones del futuro tienen que ver con la depuración, sistematización y análisis de la información recopilada. Se medirán las aspiraciones del futuro en tres dimensiones: activos, ingresos y educación de los niños, así como un promedio ponderado por covarianza inversa de los tres. Para ello se dispone de información sobre los ingresos anuales de los productores y del nivel de ingresos que ellos desearían ganar dentro de diez años. También se dispone de la información relacionada con el nivel de educación que quieren que obtengan sus hijos.

Dadas las definiciones de aspiraciones en psicología social y antropología, se modelarán las aspiraciones utilizando preferencias dependientes de referencias. Se analizarán los datos recogidos usando un modelo de múltiples períodos de consumo y producción de los hogares con utilidad dependiente de una referencia, así como para modelar las aspiraciones y sus consecuencias y el comportamiento económico (Dalton *et al.*; 2016 y Genicot y Ray, 2017). También se utilizarán los modelos propuestos por Lybbert y Wydick (2018), quienes revisan varias formas de modelar las aspiraciones utilizando preferencias dependientes de referencias.

5. CONCLUSIONES

Con lo realizado dentro del marco de la investigación es difícil dar alguna conclusión preliminar sobre los objetivos que persigue el estudio, sin embargo, se puede mencionar que los productores de cacao de la Costa ecuatoriana estuvieron abiertos a compartir la información relacionada con aspectos personales, así como con los temas relacionados con la producción de cacao. Por lo que se concluye en primera instancia que la información proporcionada por ellos no es sesgada.

6. LITERATURA CITADA

- BCE. 2020. *Estadísticas de Comercio Exterior de los Principales Productos Agropecuarios*. Banco Central del Ecuador. Quito-Ecuador. Disponible en: <https://www.bce.fin.ec/index.php/c-exterior>
- Bandiera, O.; Burgess, R.; Das, N.; Gulesci, S.; Rasul, I.; Sulaiman, M. 2017. *Labor Markets and Poverty in Village Economies*. Quarterly Journal of Economics 132 (2): 811-870.
- Bandura, A. 2001. *Social Learning Theory*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall.
- Banerjee, A.; Duflo, E.; Goldberg, N.; Karlan, D.; Osei, R.; Pariente, W.; Shapiro, J.; Thuysbaert, B.; Udry, C. 2015. *Multifaceted Program Causes Lasting Progress for the Very Poor: Evidence from Six Countries*. Science 348 (6236): 1260799.
- Banerjee, A.; Karlan, D.; Osei, R.; Trachtman, H.; Udry, C. 2018. *Unpacking a Multi-Faceted Programme to Build Sustainable Income for the Very Poor*. National Bureau of Economic Research 24271.
- Banerjee, A.; Karlan, D.; Trachtman, H.; Udry, C. 2020. *Does Poverty Change Labour Supply? Evidence from Multiple Income Effects and 115,579 Bags*. National Bureau of Economic Research Working Paper 27314.
- Baranov, V.; Bhalotra, S.; Biroli, P.; Maselko, J. 2017. *Mental Health and Women's Choices. Experimental Evidence from a Randomized Control Trial*. Working Paper, University of Melbourne.
- Bernard, T.; Dercon, S.; Orkin, K.; Taffesse, A. 2018. *The Future in Mind: Short and Long-Run Impact of an Aspirations Intervention in Rural Ethiopia*. Working Paper, University of Oxford.
- Besley, T. 2016. *Aspirations and the Political Economy of Inequality*. Oxford Economic Papers 69 (1):1-35.
- Blattman, C.; Jamison, J.; Sheridan, M. 2017. *Reducing Crime and Violence: Experimental Evidence from Cognitive Behavioural Therapy in Liberia*. American Economic Review 107 (4): 1165-1206.
- Bogliacino, F.; Ortoleva, P. 2013. *The Behavior of Others as a Reference Point*. Columbia Business School Research Paper 15-33: 1-35.
- Chivers, D. 2017. *Success, Survive or Escape? Aspirations and Poverty Traps*. Journal of Economic Behavior Organization 143: 116-132.
- Dalton, P.; Ghosal, S.; Mani, A. 2016. *Poverty and Aspirations Failure*. Economic Journal 126 (590): 165-188.
- Dalton, P.; Ruschenpohler, J., Zia, B. 2018. *Determinants and Dynamics of Business Aspirations: Evidence from Small-scale Entrepreneurs in an Emerging Market*.
- Duflo, E.; Kremer, M.; Robinson, J. 2011. *Nudging Farmers to Use Fertiliser: Theory and Experimental Evidence from Kenya*. American Economic Review 101 (6): 2350-90.50.
- Genicot, G.; Ray, D. 2017. *Aspirations and Inequality*. Econometrica 85 (2): 489-519.
- Haushofer, J.; Fehr, E. 2014. *On the Psychology of Poverty*. Science 344 (6186): 862-867.

- INEC-ESPAC. 2019. *Superficie y producción de cacao histórico*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) - Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Quito, Ecuador.
- Janzen, S.; Magnan, N.; Sharma, S.; Thompson, W. 2017. *Aspirations Failure and Formation in Rural Nepal*. *Journal of Economic Behavior and Organization* 139: 1-25.
- Kaur, S.; Kremer, M.; Mullainathan, S. 2015. *Self-Control at Work*. *Journal of Political Economy* 123 (6): 1227-1277.
- Lybbert, T.; Wydick, B. 2018. *Poverty, Aspirations and the Economics of Hope*. *Economic Development and Cultural Change* 66 (4): 709-753.
- Locke, E.; Latham, G. 2002. *Building a Practically Useful Theory of Goal Setting and Task Motivation: A 35 Year Odyssey*. *American Psychologist* 57 (9): 705-717.
- Manos Unidas. 2021. *¿Qué es la pobreza?*. <https://www.manosunidas.org/observatorio/pobreza-mundo/definicion-pobreza>
- Ríos, A. 2021. *Ejemplo aspiracionista*. *DiarioImagen.Net*. <https://www.diarioimagen.net/?p=513810>
- Schultz, T. 1960. *Capital Formation by Education*. *Journal of Political Economy* 68: 571-583.
- Schultz, T. 1964. *Transforming Traditional Agriculture*. Princeton: Princeton University Press.
- Villacís, A.; Alwang, J.; Barrera, V. 2021. *Linking risk preferences and risk perceptions of climate change: A prospect theory approach*. *Agricultural Economics*. 2021; 1-15. <https://doi.org/10.1111/agec.12659>
- Vassallo, M. 2015. *Diferenciación y agregado de valor en la cadena ecuatoriana del cacao*. 1ª. ed. Editorial IAEN. ISBN: 978-9942-950-51-2. Quito-Ecuador. 156 pp.

Actividad 6: Factores que influyen en la cadena de valor de la pitahaya (*Hylocereus undatus* L.) en la provincia de Manabí

Responsables: Víctor Barrera, Angélica Zapata, Geover Peña

Colaboradores: Ernesto Cañarte, Bernardo Navarrete, Alexandra Mendoza, Hernán Ponce, Benny Avellán, Pío Moreira

1. ANTECEDENTES

La pitahaya (*Hylocereus* sp.) es una fruta exótica y tropical perteneciente a las plantas de las Cactáceas, originaria de América Central y parte de Sudamérica, que fue descubierta de forma silvestre por los conquistadores españoles, quienes le dieron el nombre de pitahaya que significa fruta escamosa (Sotomayor *et al.*, 2019). De manera general los relatos de la colonia, hasta principios del siglo XX, se referían al término pitahaya como el fruto de cualquier planta de las cactáceas y en otros casos se hace referencia a los frutos de los cactus columnares, muy común en México (Patiño, 2002). Actualmente, se encuentra distribuida en México, Bolivia, Perú, Colombia, Venezuela, Ecuador, Centroamérica y las Antillas (Sotomayor *et al.*, 2019; Patiño, 2002).

Ecuador, en los últimos años se ha convertido en uno de los principales productores y exportadores de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), y en los últimos tres años las exportaciones de pitahaya roja (*Hylocereus undatus*), ha crecido. El principal mercado de pitahaya roja es Estados Unidos (Florida, California y Nueva York) a donde se exporta el 90%, mientras que el 10% restante se exporta a Asia, Europa, y recientemente a los Emiratos Árabes; los niveles de exportación han ido creciendo ya que la fruta es exótica, con mejor sabor y calidad (BCE, 2019). Según la información reportada por el BCE (2019), Ecuador, para el año 2019 exportó 7499 TM de pitahaya amarilla y roja con un valor FOB de USD 44 millones de dólares, principalmente a los mercados de Estados Unidos y Hong Kong; el resto, 9157 TM se vendieron en el mercado nacional, Perú, Colombia y Chile en forma clandestina.

En Ecuador se cultivan dos especies: la pitahaya amarilla y la pitahaya roja, cuya fruta a pesar de su sabor dulce contiene un nivel bajo de calorías (38.76 Cal 100 g⁻¹), y se destaca por un alto contenido en vitamina C. Entre los beneficios que otorga el consumo de la fruta, ayuda a reducir el riesgo de enfermedades degenerativas, cardiovasculares y el cáncer. La pitahaya es apetecida por su corteza que es de color amarillo o rojo, y su pulpa puede ser blanca o roja clara con pequeñas semillas negras (Sotomayor *et al.*, 2019); es aceptada en el mercado nacional e internacional por su sabor, apariencia, calidad y propiedades nutraceuticas (Vargas *et al.*, 2020). Existen tres ecotipos de pitahaya: amarillo pulpa blanca, roja pulpa roja y roja pulpa blanca, estas dos últimas que se cultivan principalmente en la provincia de Manabí (INIAP, 2021).

En Manabí, en el año 2012, se inició el cultivo de pitahaya con plantas nativas ecuatorianas, incentivando el cultivo como una alternativa rentable para sustituir en algunas zonas, cultivos como maíz, yuca y caupí, así como también como un producto exótico de amplia demanda. El cultivo de pitahaya roja, con el pasar de los años se ha extendido a otras provincias a nivel nacional, principalmente a las provincias de la Costa que disponen de 201 sistemas de producción de fruta fresca aprobados para ser exportada a Estados Unidos (AGROCALIDAD, 2020); de estos, 76 sistemas corresponden a la provincia de Manabí, quienes disponen de 88.45 ha sembradas y 84.45 ha cosechadas con una producción de 1107.15 toneladas y un rendimiento de 13.11 TM ha⁻¹ (INEC-ESPAC, 2019), que es uno de los más altos del país, superando el promedio nacional de pitahaya que es de 10.90 TM ha⁻¹ (AGROCALIDAD, 2020; MAG-SIPA, 2019; INEC-ESPAC, 2019; Vargas *et al.*, 2020). Es importante señalar que el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) del Ecuador, muestra un estudio de la pitahaya amarilla en sistemas agroforestales (flemingia *Flemingia macrophylla* en callejones entre hileras de pitahaya a 50 cm entre planta x 50 cm entre hilera y la gliricidia *Gliricidia*

sepium y *erythrina Erythrina* sp.) cada 6 m, en donde se reporta un rendimiento promedio, estabilizado desde el cuarto año de producción de 15.00 TM ha⁻¹ (Vargas *et al.*, 2020).

Desde el punto de vista del nivel tecnológico, la mayor parte de la producción de la pitahaya de Manabí proviene de huertas de medianos y grandes productores, quienes han desarrollado tecnologías de producción propias, mismas que les ha permitido obtener buenos rendimientos, entre 30 y 40 TM ha⁻¹ año⁻¹ (INIAP, 2021), en promedio; sin embargo, debido a la transición rápida de la pitahaya a cultivo comercial, tal cual ha sucedido en otras áreas productoras, ha provocado problemas de manejo agronómico, principalmente con el control de plagas, entre las que se reportan: chinche pata de hoja (*Leptoglossus zonatus*), hormigas (*Atta* sp. y *Solenopsis* sp.), trips (*Thrips tabaci* y *Frankliniella occidentalis*), antracnosis (*Colletotrichum* sp.), pudrición de fruto (*Bipolaris* sp.) y pudriciones del tallo (agente no identificado) (INIAP, 2021; Meza *et al.*, 2020). Desde esta perspectiva y al entendimiento de todos los actores del sector de la pitahaya de Manabí, es necesario establecer una línea base del cultivo para determinar cuáles son los principales problemas que los productores enfrentan y las tecnologías que disponen, e iniciar la investigación en los componentes agronómicos y de post-cosecha de la pitahaya, ya que es un cultivo nuevo que está en fase de conocimiento desde el sector productor y exportador, y porque hay prácticas agrícolas que inciden en la calidad del producto final.

La organización del sector de la pitahaya tiene una variación en los canales de comercialización, por lo que es crucial el estudio de la cadena de valor de la pitahaya que permita entender los diferentes canales. La pitahaya ha experimentado una creciente demanda en el mercado internacional, por lo tanto, sirve como un ejemplo para el surgimiento de mercados de alto valor en los países en desarrollo y los cambios inducidos en las condiciones del mercado, como mejora de la competitividad, a través de métodos de producción eficientes, calidad del producto, innovación tecnológica y otros factores que mejoren la rentabilidad, como la diferenciación o valor agregado (Porter, 2006).

En Manabí, la cadena de valor de la pitahaya necesita encontrar los cuellos de botella de los eslabones que la componen (producción, agroindustria, comercialización), mismos que se ven amenazados por muchos factores, sean estos propios de la producción o del consumo, o por la presencia o no de intermediarios en la comercialización. Por ejemplo, la Asociación de Productores de Pitahaya de la provincia de Manabí (ASOPITAHAMANABÍ), reporta un limitado desarrollo e inequidad de los sistemas de comercialización que impide que los productores puedan colocar cualquier aumento en la producción, como los que se tienen en años favorables en el mercado. Dentro de la cadena de valor de la pitahaya, los sistemas de producción presentan problemas como: manejo deficiente del cultivo en pre y post-cosecha. Estos factores en su conjunto no permiten visualizar la potencialidad del cultivo de la pitahaya. El desarrollo tecnológico de los sistemas de producción de pitahaya ha permitido que estos sean competitivos y rentables con sus inversiones; sin embargo, es necesario desarrollar alternativas tecnológicas que les permita tener mayor productividad y rentabilidad.

Para enfrentar esta problemática, la ASOPITAHAMANABÍ, demandó de la Estación Experimental Portoviejo, realizar un estudio que centre su análisis en entender las grandes limitantes y potencialidades que presentan los grupos de sistemas de producción de pitahaya, así como también definir algunas relaciones y flujos importantes de este eslabón con eslabones como los de agroindustria y comercialización.

2. OBJETIVOS

Objetivo General

Determinar los factores que influyen en la cadena de valor de la pitahaya (*Hylocereus undatus* L.) de la provincia Manabí, con el propósito de establecer estrategias para fortalecer su desarrollo.

Objetivos Específicos

- Caracterizar los sistemas de producción del cultivo de pitahaya en la provincia de Manabí.

- Identificar las estrategias de los medios de vida de los diferentes tipos de productores de pitahaya en la provincia de Manabí.
- Desarrollar modelos econométricos que permitan determinar los factores que influyen en las decisiones de los diferentes actores de la cadena de valor de la pitahaya para establecer estrategias que optimicen sus beneficios.
- Desarrollar modelos econométricos que permitan determinar los factores que influyen sobre el precio de la pitahaya en cada uno de los eslabones de su cadena de valor, para establecer estrategias que lo optimicen.

3. METODOLOGÍA

Este estudio se dio por solicitud de los productores de ASOPITAHAMANABÍ, con quienes se mantuvo una primera reunión de trabajo el 25 de marzo de 2021, con el fin definir futuras actividades conjuntas de cooperación; luego se llevó a cabo una mesa de trabajo para coordinar actividades y trabajos de investigación en el rubro, principalmente de plagas; y posteriormente, se realizó un taller para la elaboración de línea base con los productores y los técnicos involucrados en el proyecto, como herramienta para direccionar el desarrollo del cultivo en la provincia.

Este estudio comenzó con la recopilación de información primaria a los productores de pitahaya, para lo cual se utilizó la técnica de las entrevistas en base a una encuesta que fue diseñada y llevada al campo por el equipo responsable de la investigación. El cuestionario inicial fue diseñado por el equipo de Economía Agrícola de la EESC y se llevó a una socialización con el equipo de la Estación Experimental Portoviejo y un grupo de productores de pitahaya de la provincia de Manabí, en donde se leyó y explicó cada pregunta y su objetivo y consecuentemente, la información que se espera recoger del mismo. Esta actividad también cumplió las veces de capacitación. Luego de recoger las sugerencias recibidas de este equipo se realizó los cambios necesarios en el cuestionario.

El instrumento fue validado con dos productores de pitahaya de la provincia de Manabí. El equipo se movilizó hasta este sector y mientras uno de los investigadores del equipo realizaba la entrevista, los demás tomaron nota acerca de las diferencias de entendimiento del encuestador y del encuestado en términos de significado de cada pregunta. Después de la validación del instrumento en campo, se realizó una reunión con el equipo de trabajo para corregir las preguntas en las que se detectó que existía ruido y también para definir mejor las opciones de respuestas. La versión final fue compartida con todo el equipo en caso de tener más sugerencias.

El cuestionario a nivel de productor estuvo compuesto de doce secciones y una sección de datos generales. Cada sección recoge información que involucra diferentes temas y ámbitos (Tabla 1). Las secciones establecidas en la encuesta para productores pretenden dar respuesta a algunas preguntas de investigación planteadas por los investigadores y los productores de pitahaya, entre las que se encuentran las siguientes:

- ¿Cuántos ecotipos o variedades de pitahaya existen en Manabí?
- ¿En qué año comenzó el cultivo de pitahaya en Manabí?
- ¿Qué tipo de productores existen en base a la superficie?
- ¿Qué tipo de productores existen en base a la tecnología?
- ¿Qué tipo de plagas existen en el cultivo de pitahaya?
- ¿Cuántos controles fitosanitarios realiza en el año para controlar plagas?
- ¿Cuántos productos utilizan en cada aplicación para controlar plagas?
- ¿Existe agroindustria de la pitahaya en Manabí?
- ¿Cuántos acopiadores de pitahaya existen en Manabí?
- ¿Cuántos establecimientos o puntos de acopio de pitahaya existen en Manabí?
- ¿Cuántos productores pertenecen a ASOPITAHAMANABÍ?
- ¿ASOPITAHAMANABÍ compra la pitahaya a los asociados para exportar?
- ¿Cuántos años tienen las plantaciones de pitahaya en Manabí?

- ¿Cuántas toneladas por año produce una hectárea de pitahaya en Manabí?
- ¿Qué tecnología es la más acertada para cultivar pitahaya en Manabí?
- ¿Cuáles serían los principales problemas en la producción de pitahaya en Manabí?
- ¿En qué parte de la cadena de valor del cultivo de pitahaya es más sensible y cual es más fortalecida?

Tabla 1. Contenido del modelo de encuesta utilizado para la recopilación de información de los productores de pitahaya de la provincia de Manabí-Ecuador, 2021.

Sección	Contiene información sobre
Datos Generales	Datos demográficos y ubicación geográfica de la finca
Sección 1	Características de los miembros del hogar
Sección 2	Características de la finca
Sección 3	Producción de la pitahaya
Sección 4	Problemas en la producción del cultivo de pitahaya
Sección 5	Principales prácticas de manejo en el cultivo de pitahaya
Sección 6	Costos de implementación del cultivo de pitahaya
Sección 7	Costos de mantenimiento en el cultivo de pitahaya
Sección 8	Control de plagas en el cultivo de pitahaya
Sección 9	Cosecha y post-cosecha del cultivo de pitahaya
Sección 10	Comercialización de la pitahaya
Sección 11	Crédito y acceso a información relacionada con la pitahaya
Sección 12	Bienes y activos pecuarios del hogar

Fuente: INIAP, 2021.

Para este estudio, la muestra a nivel de productores se definió después de revisar los datos secundarios acerca de los productores de pitahaya en donde se indica que en la provincia de Manabí existen en total 76 productores de pitahaya de los cuales 45 de ellos pertenecen a la ASOPITAHAMANABÍ. En tal virtud, consultado el equipo técnico sobre la determinación del tamaño de la muestra, se consideró hacer la encuesta a toda la población a través de un Censo para los 76 productores de pitahaya de Manabí.

Los datos fueron recolectados en el periodo de agosto a octubre 2021. El equipo de recolección de datos estuvo compuesto por dos técnicos del INIAP. Ellos estuvieron encargados de entrevistar a los productores de pitahaya usando la modalidad de entrevistas cara-a-cara. Los dos técnicos realizaron el papel de supervisores, lo que consistía en revisar las encuestas ya terminadas para determinar si existían errores y unificar criterios de entendimiento en algunas preguntas, para así poder corregir los errores en el sitio y mejorar la calidad de la información.

El trabajo de recopilación de información fue difícil ya que en la mayoría de los casos los dueños de las plantaciones no viven en las mismas y no fue posible encontrarlos cuando se realizaba este trabajo. También se debe reconocer que la falta de disponibilidad de recursos técnicos como financieros en el INIAP, no permitieron continuar con la recopilación de la información.

En los primeros acercamientos con los productores de pitahaya, principalmente con los directivos de ASOPITAHAMANABÍ realizados por los técnicos del INIAP, se ofreció a los productores que el INIAP los apoyaría con asistencia técnica y capacitaciones acerca del cultivo, principalmente con el tema de manejo integrado de plagas del cultivo. De esta forma, las capacitaciones realizadas por los técnicos especialistas, sirvieron para vincular a los encuestadores con los productores.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Los resultados preliminares del estudio se muestran en la Tabla 2, e indican que las entrevistas se llevaron a cabo en cuatro localidades de la provincia de Manabí. Se ejecutaron 25 entrevistas: 15 en Rocafuerte, 4 en Santa Ana, 4 en Junín y 2 en Calderón.

Tabla 2. Número y porcentaje de productores de pitahaya de la provincia de Manabí encuestados, 2021.

Localidad	No. Productores	Porcentaje
Rocafuerte	15	60
Santa Ana	4	16
Junín	4	16
Calderón	2	8
Total	25	100

Fuente: INIAP, 2021

Las acciones del futuro tienen que ver con la recopilación de información del resto de productores que no fueron entrevistados, que son aproximadamente 41 productores, así como con la depuración, sistematización y análisis de la información recopilada. Con esta información se realizará la caracterización y tipificación de los sistemas de producción de pitahaya de la provincia de Manabí, que permitirá conocer los problemas en la producción de pitahaya, las principales prácticas de manejo de las plantaciones de pitahaya, la cosecha y post-cosecha de pitahaya, la comercialización de la pitahaya y el acceso a crédito e información. También se espera realizar la recopilación, depuración, sistematización y análisis de la información del resto de eslabones de la cadena como son la comercialización y agroindustria. En el caso de la comercialización se pretende conocer la cantidad de compra y venta de la pitahaya por parte de los intermediarios, los flujos de comercialización en la cadena de valor de pitahaya, productores de pitahaya, acopiadores y exportadores de pitahaya en la provincia de Manabí, procesadores de pitahaya en Ecuador y exportadores al exterior, y precios de la pitahaya a nivel de la provincia de Manabí, nacional e internacional.

5. CONCLUSIONES

Con lo realizado dentro del marco del estudio es difícil dar alguna conclusión preliminar sobre los objetivos que se persigue, sin embargo, se puede mencionar que los productores de pitahaya en la provincia de Manabí, en su mayoría, no son los responsables de los procesos de producción de la pitahaya y por lo tanto no se encuentran disponibles en sus propiedades, lo que hace difícil recopilar la información de este eslabón de la cadena. Sin embargo, se debe reconocer que aquellos productores que proporcionaron la información estuvieron prestos a dar información confiable sobre los procesos de producción de la pitahaya.

6. LITERATURA CITADA

AGROCALIDAD. 2020. *Sitios de producción de fruta fresca de pitahaya en Ecuador*. Agencia de Regulación y Control Fito y Zoo Sanitario. Quito, Ecuador. 29 pp.

Barrera, V.; Alwang, J.; Andrango, G.; Domínguez, J.; Escudero, L.; Martínez, A.; Jácome, R. y Arévalo, J. 2017. *La cadena de valor de la mora y sus impactos en la Región Andina del Ecuador*. Boletín Técnico No. 171 ARCOIRIS Producciones Gráficas. Quito, Ecuador. 161 p.

INEC-ESPAC. 2019. *Superficie y producción de pitahaya histórico*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) - Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Quito, Ecuador.

INIAP. 2021. *Reunión de trabajo con actores de la cadena de pitahaya de la provincia de Manabí*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Portoviejo, Ecuador.

- MAG-SIPA. 2019. *Precio ponderado de la pitahaya en dólares por kilogramo a nivel de productor en el período 2013-2019*. Ministerio de Agricultura y Ganadería – Sistema de Información Pública Agropecuaria. Bases de Datos. Quito, Ecuador.
- Meza, K.; Cusme, M.; Velásquez, J.; Chirinos, D. 2020. *Trips (Thysanoptera) asociados con la pitahaya *Selenicereus undatus* (Haw.) D.R. Hunt. Especies, niveles poblacionales, daños y algunos enemigos naturales*. La Granja: Revista de Ciencias de la Vida. Vol. 32(2):93-105. <http://doi.org/10.17163/lgr.n32.2020.06>.
- Patiño R., V. 2002. *Historia y dispersión de los frutales nativos del Neotrópico*. Publicación CIAT: No. 326. Cali, Colombia. 655 pp.
- Porter, M. 2006. *Ventaja competitiva*. Quinta reimpresión. México: CECSA.
- Sotomayor, A.; Pitizaca, S.; Sánchez, M.; Burbano, A.; Díaz, A.; Nicolalde, J.; Viera, W.; Caicedo, C.; Vargas, Y. 2019. *Physical chemical evaluation of pitahaya fruit (*Selenicereus sp.*) in different development stages*. Enfoque UTE, 10(1), pp. 89 - 96. <https://doi.org/https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.386>
- Vargas, Y., Pico, J., Díaz, A., Sotomayor, D., Burbano, A., Caicedo, C., Paredes, N., Congo, C., Tinoco, L., Bastidas, S., Chuquimarca, J., Macas, J., Viera, W. 2020. *Manual Técnico del cultivo de pitahaya*. INIAP. Manual N° 117 x. Joya de los Sachas, Ecuador, 39 p.

Actividad 7: Desarrollo de competencias analíticas y globales a través de pasantías de investigación agrícola en Ecuador

Responsables: Víctor Barrera, Jeffrey Alwang, George Norton, Luis Escudero

Colaboradores: Fernando Rivas, Franklin Arcos, Yamil Cartagena, Aníbal Martínez, Tania Guanín, Angélica Cajilema, Luis Sánchez, José Cunalata

1. ANTECEDENTES

El Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en Alianza Estratégica con la Universidad de Virginia Tech (Virginia Tech) y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), llevan adelante el proyecto titulado “Building Analytical and Global Competencies through Agricultural Research internships in Ecuador”, donde se tiene la participación de estudiantes de las dos universidades y técnicos investigadores del INIAP. En este sentido, el INIAP tiene experiencia en involucrar a estudiantes ecuatorianos y estadounidenses en sus programas de investigación agrícola. Sus investigadores brindan activamente experiencias de tutoría a estudiantes de ambos países. El INIAP ha aceptado totalmente la idea de realizar estudios de comportamiento económico en apoyo de sus esfuerzos de difusión de las prácticas de Agricultura de Conservación (AC) que ha investigado por varios años. El INIAP continuará financiando la investigación de campo con algunos fondos suplementarios para ajustes específicos de pasantías, según sea necesario y pagando los salarios de los investigadores que participan en el proyecto. La ESPOCH también continuará apoyando a los profesores de la Facultad de Recursos Naturales que están involucrados en el proyecto.

La oportunidad propuesta para estudiantes de pregrado de Virginia Tech aborda tres deficiencias críticas relacionadas con la preparación de estudiantes de pregrado en ciencias sociales para carreras en ciencias agrícolas.

En primer lugar, los estudiantes de pregrado en ciencias sociales agrícolas carecen de experiencia en investigaciones significativas relacionadas con una cuestión de interés de política agrícola. Los empleadores estadounidenses expresan constantemente interés en que las personas que contratan tengan habilidades para resolver problemas y tomar decisiones. El programa previsto desarrollará estas habilidades mediante el análisis de acertijos relevantes para las políticas. Los estudiantes se centrarán en medir los obstáculos institucionales y de otro tipo para la difusión generalizada de las prácticas AC en agroecologías frágiles en Ecuador. La AC se ha propuesto como una solución a la degradación a largo plazo de la salud del suelo y productividad, particularmente en áreas ambientales frágiles. Si bien la AC se ha adoptado ampliamente en los países desarrollados (Giller *et al.*, 2009; Knowler y Bradshaw, 2007) y en algunas condiciones en los países menos desarrollados (Abdulai, 2016), no se ha extendido en condiciones de pequeños productores en áreas donde su promesa puede ser mayor (Barrowclough y Alwang, 2017; Farris *et al.*, 2017; Knowler y Bradshaw, 2007; Giller *et al.*, 2009). La agricultura andina se ve afectada por la disminución de la productividad debido a la pérdida y degradación del suelo, los daños ambientales fuera de las fincas por la erosión y la disminución de la capacidad para mantener la base de la población (Alwang y Sowell, 2010); estas condiciones hacen de la AC una opción atractiva.

El Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en el Manejo Sostenible de la Agricultura y Recursos Naturales (SANREM), financiado por USAID, realizó una investigación sobre la viabilidad biológica y económica de la AC en el área del río Chimbo en Ecuador durante 2005-2014 (Barrera *et al.*, 2016). SANREM descubrió que la AC es económicamente viable a corto plazo y su viabilidad aumentará con el tiempo debido a las mejoras en la salud del suelo (Barrera *et al.*, 2016). Desde que SANREM terminó sus acciones, el gobierno de Ecuador ha continuado realizando investigaciones de AC en diferentes áreas, debido a que reconoce que las técnicas de AC presentan una opción atractiva para los pequeños agricultores. Estos experimentos de campo muestran una promesa similar a la de SANREM y el gobierno está interesado en promulgar

políticas para promover la difusión. La investigación prevista en esta propuesta utilizará datos de observación y técnicas económicas experimentales para identificar los obstáculos que enfrentan los agricultores para la adopción de AC y ayudar a desarrollar acciones para superarlos. La experiencia de preparar a los estudiantes de pregrado para pensar ampliamente sobre las influencias políticas en la toma de decisiones y cómo diseñar un programa de investigación para abordar las necesidades de conocimiento.

En segundo lugar, las experiencias de investigación para estudiantes universitarios tienden a enfocarse estrechamente y no las involucran en el rango completo de la experiencia de investigación. Por ejemplo, durante el proyecto de investigación SANREM, cuatro grupos (más de ocho años) de estudiantes universitarios participaron en una pasantía de investigación de seis semanas en Ecuador. Si bien esta experiencia recibió comentarios positivos del estudiante, los participantes sintieron que más allá de la recopilación y el análisis de datos no obtuvieron la amplitud de comprensión del proceso de investigación. Expresaron deseos de proporcionar un contexto relacionado con la formulación de objetivos de investigación y sus vínculos con las opciones de política, y de una superposición más fuerte entre el trabajo de campo y los conceptos aprendidos en clase. En respuesta a esta retroalimentación, se llevará a cabo una preparación semestral completa para la pasantía de investigación de verano que involucra un curso de 3 créditos. Se vinculará y construirá sobre la base de investigación relacionada con AC en Ecuador, pero se alentará a los estudiantes a formular preguntas de investigación y explorar opciones para estrategias empíricas, incluido el uso de datos de observación y experimentos de comportamiento para aislar los efectos de los obstáculos en la adopción.

En tercer lugar, los estudiantes de pregrado en agricultura a menudo carecen de experiencia internacional más allá de los cursos de corto plazo dirigidos por profesores en el extranjero. A medida que los mercados agrícolas se globalizan cada vez más, los empleadores de los agronegocios sienten que los futuros profesionales agrícolas se beneficiarán de una comprensión más profunda del idioma, la cultura y las instituciones. Los programas de estudio en el extranjero pueden ser prohibitivamente caros, esencialmente excluyendo a muchos estudiantes minoritarios y de recursos más limitados de la experiencia. Se utilizará una parte de los fondos de la subvención para apoyar la participación de estudiantes de recursos limitados y asegurar una representación diversa de los estudiantes participantes.

El Departamento de Economía Agrícola y Cambio Climático del INIAP se encuentra implementando investigaciones de Agricultura de Conservación en las Comunidades que se encuentran ubicadas alrededor de la microcuenca del río Blanco, sin embargo, no existe información de base que permita conocer las potencialidades y los problemas de los sistemas de producción. En este contexto, el INIAP conjuntamente con la Universidad de Virginia Tech y la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo conformaron una alianza estratégica de cooperación para llevar adelante temas de investigación y educación.

2. OBJETIVOS

2.1. General

Liderar un programa internacional de aprendizaje experimental para estudiantes universitarios de ciencias sociales en agricultura

2.2. Específicos

- Proporcionar a 30 estudiantes universitarios de Virginia Tech, durante cinco años, herramientas para comprender los vínculos entre los constructos socioeconómicos y su medición.
- Guiar a los estudiantes en la aplicación de métodos de campo y técnicas analíticas para ayudar a prepararlos para satisfacer las necesidades críticas de la fuerza laboral en la agricultura de los EE. UU.

- Proporcionar aprendizaje experimental para producir investigaciones de alta calidad sobre las restricciones relevantes para las políticas de agricultura.

3. METODOLOGÍA

Para el tercer año del proyecto, se continuó con una clase de tres créditos de un semestre en Virginia Tech sobre métodos de investigación, con un enfoque en las habilidades necesarias para trabajar en diferentes culturas. En este semestre los estudiantes americanos, nuevamente, no pudieron realizar sus actividades de campo en Ecuador por el problema mundial del Covid19 y se limitaron a las clases recibidas a través de video conferencias. El programa continuó con las actividades de investigación y validación de las prácticas de agricultura de conservación, manejo del nitrógeno y manejo de parcelas de frutales como mora, durazno y manzana; también se priorizó la difusión de las prácticas anteriormente señaladas a través de un día de campo y mediante conferencias a nivel internacional.

El equipo de trabajo de Virginia Tech, estudiantes y profesores, durante este período procedieron a seguir depurando, sistematizando y analizando la información recopilada hace un par de años atrás en Ecuador, con la cual se está avanzando en la escritura de un artículo científico. El equipo de trabajo tuvo que volver a realizar entrevistas a los hogares en donde se consideraba necesario aclarar algunos puntos que no encontraban lógica dentro del análisis, así como también a ubicar correctamente a través de un GPS, la localización específica de estos hogares, información con la cual se consolidó el mapa de ubicación de los hogares en estudio.

Se debe recalcar que las actividades de investigación “Determinación de las mejores prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada en los sistemas de producción de cultivos de la microcuenca del río Blanco como mecanismo de adaptación al cambio climático” y “Evaluación de prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción papa-pastos en la microcuenca del río Blanco”, son parte de esta investigación, ya que reciben el financiamiento del proyecto y el asesoramiento técnico por parte de los líderes del proyecto.

4. RESULTADOS PRELIMINARES

Como se mencionó en la parte metodológica las investigaciones “Determinación de las mejores prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada en los sistemas de producción de cultivos de la microcuenca del río Blanco como mecanismo de adaptación al cambio climático” y “Evaluación de prácticas de agricultura de conservación en el sistema de producción papa-pastos en la microcuenca del río Blanco”, son parte de este proyecto y por tanto los resultados que se están obteniendo son los mismo explicados en cada uno de ellos.

El proyecto difundió las investigaciones sobre agricultura de conservación y cambio climático a través de un día de campo en donde se trataron tres temas relevantes: 1) Determinación de las mejores prácticas de manejo de la fertilización nitrogenada en el cultivo de quinoa; 2) Prácticas de agricultura de conservación en el cultivo de haba; y, 3) Manejo integrado del cultivo de mora. En este día de campo denominado “Agricultura de conservación y cambio climático”, que fue realizado el día 09 de febrero de 2021, en la Comunidad Puculpala de la provincia de Chimborazo, asistieron 61 personas entre los que constaban agricultores, investigadores, técnicos, docentes y estudiantes universitarios.

Durante este período, Jeff Alwang de Virginia Tech y Víctor Barrera de Ecuador, dieron prioridad a la difusión de las investigaciones que se ejecutan dentro del marco del proyecto, tanto en eventos internacionales como en eventos nacionales. Jeff Alwang lo hizo en el Congreso Internacional de los Economistas Agrícolas y los Especialistas en Suelos y Aguas de los Estados Unidos de América; en cambio, Víctor Barrera participó en el Taller del Día Mundial del Suelo y la reunión del proyecto “Building Analytical and Global Competencies through Agricultural Research Internships in Ecuador”.

Como parte de este proyecto también se involucró a dos estudiantes de la ESPOCH, mismos que realizaron sus tesis de pregrado con la información que se genera en el proyecto, principalmente con las investigaciones en agricultura de conservación.

Para el año 2022 se espera que las actividades del proyecto se normalicen y se puedan realizar las investigaciones socio-económicas y ambientales que están propuestas en el marco del proyecto; se ha informado que ya existe un grupo de seis estudiantes americanos que vendrán a realizar sus investigaciones en los meses de junio y julio 2022.

5. CONCLUSIONES

Hasta el momento no ha sido factible realizar ninguna conclusión sobre los avances del proyecto en lo que respecta a las investigaciones socio-económicas, al contrario de lo que ha sucedido con las investigaciones en agricultura de conservación y manejo de nitrógeno en donde es evidente los logros que se pueden obtener en los rendimientos y beneficios económicos de los cultivos involucrado en los cultivos en rotación. Ha sido muy prometedor ver que los productores que han participado dentro del marco del proyecto y aquellos que han participado en los eventos de difusión ya están implementando en sus parcelas lo que se les ha transmitido a través de los días de campo y las charlas impartidas. También se espera que finalmente los estudiantes de la ESPOCH, así como los estudiantes americanos puedan compartir sus experiencias entre sí, así como también los investigadores y docentes involucrados en el proyecto.

6. LITERATURA CITADA

- Abdulai, A. 2016. *Impact of conservation agriculture technology on household welfare in Zambia*. Agricultural Economics 47(6): 729-741.
- Alwang, J. and Sowell, A. 2010. *Socioeconomic factors affecting soil and water conservation in South America*. Chapter 18 (pp. 305-319) in Ted Napier, ed Human Dimensions of Soil and Water Conservation. Nova Science Publishers: Hauppauge NY.
- Barrera, V.; Barrowclough, M.; Domínguez, J.; Delgado, J.; Stehouwer, R.; Gallagher, R. and Alwang, J. 2016. *Conservation agriculture on steep slopes in the Andes: Promise and obstacles*. Journal of Soil and Water Conservation, 71(2): 91-102.
- Barrowclough, M. and Alwang, J. 2017. *Farmer preferences for conservation agriculture attributes: A choice experiment from Ecuador*. Environment, Development and Sustainability, in press.
- Farris, J.; Larochelle, C.; Alwang, J.; Norton, G. and King, K. 2017. *Poverty analysis using small area estimation: An application to conservation agriculture in Uganda*. Agricultural Economics 48(6): 671-681.
- Giller, K.; Witter, E.; Corbeels, M. and Titttoneli, P. 2009. *Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: The heretics' view*. Field Crops Research 114(1):23-34.
- Knowler, D. and Bradshaw, B. 2007. *Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research*. Food Policy 32:25-48.

Actividad 8: Análisis bio-económico y ambiental de las prácticas de manejo integrado de plagas en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) en la Amazonía ecuatoriana

Responsables: Víctor Barrera, Angélica Zapata

Colaboradores: Luis Escudero, José Ochoa, Aníbal Martínez, Yadira Vargas

1. ANTECEDENTES

La naranjilla (*Solanum quitoense* Lamark) es una especie nativa de Ecuador, de reciente domesticación, durante la colonización de las estribaciones orientales, debido a que no existen evidencias de que haya sido cultivada por los aborígenes de la región antes del descubrimiento de América (NRC, 1989). Por su reconocido sabor y aroma, la fruta es muy cotizada y comercializada en Ecuador y Colombia, y tiene un gran potencial como fruta exótica de exportación. Además, por los altos contenidos de vitamina C y A, es una fruta con gran potencial para diversificar la alimentación humana (Revelo *et al.*, 2010).

En Ecuador, la naranjilla se cultiva al momento en la franja semi-tropical de las estribaciones oriental y occidental de la cordillera de los Andes, en ecosistemas frágiles con gran diversidad biológica. En estas regiones, la naranjilla se cultiva en el bosque primario, con efectos secundarios negativos sobre la diversidad genética y estabilidad de los ecosistemas. La naranjilla es uno de los pocos cultivos que podrían ser rentables en las zonas más remotas colonizadas, debido a que las condiciones de crecimiento son ideales (Ochoa *et al.*, 2016).

En el país, entre los años 2014 al 2019, en promedio se cultivaban anualmente 2521 ha de naranjilla, en parcelas de aproximadamente una hectárea (INEC-ESPAC, 2020), lo que ha determinado una pérdida anual significativa del bosque primario. De acuerdo a datos del INEC-ESPAC (2020), en el año 2014, en el país existía una superficie sembrada de 2625 ha y cosechada de 1333 ha, llegando a tener una producción de 7922 t que, comparada con la producción de 2019 de 6749 t, muestra una reducción de un 15%, debido a que en el 2019 la superficie sembrada fue de 2308 ha y la cosechada de 1206 ha. El rendimiento del cultivo no ha variado notablemente, ya que en el 2014 fue de 5.94 t ha⁻¹ y en el 2019 fue de 5.60 t ha⁻¹. Se puede observar una clara desventaja en la productividad nacional, si se compara con el rendimiento de Colombia al 2017 que fue 9.70 t ha⁻¹ (MADR, 2017).

Una de las causas para la disminución de la producción y la superficie cosechada, según Ochoa *et al.* (2016), es la susceptibilidad del cultivo a plagas, tales como gusano del fruto (*Neoleucinoides elegantalis*), barrenador de la raíz (*Faustinos apicalis*) y del tallo (*Alcidion sp.*), antracnosis (*Colletotrichum acutatum*), lancha (*Phytophthora sp.*), marchitez vascular (*Fusarium oxysporum*), nematodos (*Meloydogine incognita*), entre otras. La naranjilla es afectada de manera devastadora por *Fusarium*, a tal punto que impide resembrar o volver a cultivar la naranjilla en terrenos que ya han sido infestados. En la práctica convencional, utilizando la variedad común, esta tiene una vida productiva superior a 36 meses en ausencia de agentes patógenos, pero en la mayoría de las áreas infestadas, la producción normal es de menos de 10 meses (Ochoa *et al.*, 2016). Las variedades híbridas de naranjilla desarrolladas se suman a los problemas relacionado con las plagas. El híbrido Puyo, es más tolerante a plagas que la variedad común, pero produce frutos más pequeños, de menor calidad que alcanzan precios más bajos en los mercados ecuatorianos. Para contrarrestar esto, cerca de la floración, caso contrario el cuajado es bajo, los productores aplican mezclas de herbicida Dacocida 4D, que contiene la sustancia química 2, ácido 4-diclorofenoxiacético (2, 4-D). Esta aplicación estimula la producción de hormonas y actúa para agrandar la fruta (Winter, 2005). La aplicación de 2, 4-D se sospecha que es una causa de graves efectos negativos para la salud reportados en las comunidades agrícolas, y los residuos que quedan en el fruto se considera peligroso, inhibiendo el comercio internacional (Sowell y Shively, 2012). A pesar de estas desventajas, el híbrido Puyo es más ampliamente cultivado que la variedad común (Ochoa *et al.*, 2016). El híbrido Palora, desarrollado por el INIAP, produce una

fruta más grande, y no requiere la aplicación de 2, 4-D. El fruto Palora tiene una piel gruesa que le permite soportar la manipulación y el transporte. Sin embargo, es de menor calidad que la fruta común y por lo general se vende a precios más bajos en la mayoría de los mercados.

Esta problemática, ha obligado al productor a utilizar terrenos de montaña virgen, debido a que al hacerlo disminuye la problemática de plagas e incrementa la producción, generando de esta manera un problema de deforestación y de rápida erosión del suelo, lo cual no es sustentable para las zonas en las que se desarrolla el cultivo, debido a que contribuye a las emisiones de carbono mediante la aceleración de la deforestación (Sowell y Shively, 2012; Andrade, 2005; Grijalva, 2005). La deforestación en la región amazónica se ha acelerado por la explotación petrolera y la Reforma Agraria en Derecho (1964, 1972), lo que alentó la colonización y la limpieza de los terrenos forestales desocupados (Mecham, 2001; Mosandl *et al.*, 2008). En retrospectiva, entre 1960 y 2010, el país perdió 9 millones de hectáreas de bosques naturales, en donde forma parte la superficie deforestada para cultivar naranjilla con aproximadamente 120 mil hectáreas deforestadas (SENPLADES, 2012).

La región amazónica de Ecuador contiene grandes cantidades de carbono secuestrado, la mayoría de los países de la región contienen niveles altos (111 a 160 t ha⁻¹) o medio-altos (61 a 110 t ha⁻¹) de carbono secuestrado arriba y abajo de la biomasa subterránea (Bertzky *et al.*, 2010). Cuando el carbono del suelo está incluido, se estima que grandes porciones de tierras al este de los Andes almacenan entre 311 a 633 t ha⁻¹ de carbono.

Por lo señalado anteriormente, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y la Universidad de Virginia Tech a través del Programa Colaborativo de Apoyo a la Investigación en Manejo Integrado de Plagas (IPM CRSP), intenta disminuir los problemas de los agricultores que producen naranjilla, por aproximadamente 10 años, entre 2004 y 2013, investigando y disseminando prácticas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) para el cultivo de naranjilla en las áreas productoras del Ecuador (Ochoa *et al.*, 2016). Como parte de las prácticas de MIP se encuentra a la variedad INIAP-Quitoense 2009, misma que es resistente a las plagas transmitidas por el suelo mientras se mantiene la calidad de la fruta de la naranjilla común. El fruto del cultivo de la variedad común (no injertado) e INIAP-Quitoense 2009 son idénticos (Viteri *et al.*, 2009). Según Ochoa *et al.* (2016), cuatro grandes beneficios de las prácticas de MIP se pueden identificar: 1) incrementa la duración de la vida productiva de la planta, 2) las plantas pueden ser replantadas en el mismo lote y eliminan los costos asociados con el desmonte de tierras, 3) los rendimientos se incrementan, y 4) los productores se benefician del aumento de los precios de los mercados para las variedades comunes.

A través de este estudio, se espera demostrar que las prácticas de MIP que se desarrollaron para el cultivo de naranjilla en la Amazonía ecuatoriana son más efectivas biológica y económicamente que las prácticas convencionales, las cuales a través de mecanismos eficaces para la transferencia de información sobre MIP a los productores de naranjilla pueden promover una mayor adopción de esas prácticas. El uso de la variedad INIAP-Quitoense 2009 injertada sobre patrones resistentes a patógenos de suelo, sumada a los controles con productos de contacto y sistémicos de baja toxicidad son las prácticas generadas por el Proyecto INIAP-IPM CRSP que controlan efectivamente las plagas que atacan al cultivo, principalmente a *Fusarium* y *Meloidogyne*, y tienen un impacto positivo en la productividad y los ingresos de los agricultores. También se espera demostrar cómo el uso de las prácticas de MIP hubieran reducido las tasas de deforestación de los ecosistemas ocupados para producir naranjilla y la disminución de gases efecto invernadero producto de esa deforestación. Este conocimiento servirá para respaldar los esfuerzos que se hagan para superar la barrera de la adopción. Se considera que modestos esfuerzos en la promoción de la difusión va a crear beneficios económicos y ambientales en todos los escenarios.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Fortalecer la difusión y adopción de las prácticas de manejo integrado de plagas en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) en la Amazonía ecuatoriana a través de la identificación de sus limitantes y potencialidades bio-económicas y ambientales.

2.2. Objetivos Específicos

- Analizar las limitantes y potencialidades bio-económicas de las prácticas de manejo integrado de plagas en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) en la Amazonía ecuatoriana.
- Analizar las limitantes y potencialidades ambientales de las prácticas de manejo integrado de plagas en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) en la Amazonía ecuatoriana.
- Establecer estrategias de difusión y adopción de las prácticas de manejo integrado de plagas en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) que permitan mejorar las condiciones bio-económicas y ambientales de la Amazonía ecuatoriana.

3. AVANCES DE LA INVESTIGACIÓN

Durante los primeros meses del año 2021 se priorizó la recopilación de información secundaria para establecer el protocolo de investigación denominado “Análisis bio-económico y ambiental de las prácticas de manejo integrado de plagas en el cultivo de naranjilla (*Solanum quitoense*) en la Amazonía ecuatoriana”, mismo que fue revisado y aprobado por el Comité Técnico de la estación experimental Santa Catalina.

Durante el período abril a diciembre 2021, se priorizó la recopilación de información secundaria relacionada con los rendimientos de naranjilla, de los costos y beneficios, de precios, y de la información para estimar los costos de oportunidad.

Información de los rendimientos

Se recopilaron los datos de los rendimientos de los tratamientos en estudio relacionados con la práctica de MIP-INIAP-Quitoense 2009 y las prácticas convencionales híbridos INIAP-Palora y Puyo, que fueron reportados por el INIAP, en 24 parcelas experimentales, tres parcelas por cada uno de los ocho productores en estudio. Los datos de la práctica de MIP-INIAP Quitoense 2009 corresponde a un período de vida de 36 meses, con un ciclo de producción a partir del octavo mes, es decir un ciclo de producción de 29 meses; en cambio, los rendimientos de los híbridos Palora y Puyo corresponde a un período de vida de 30 meses a partir del noveno mes, es decir un ciclo de producción de 22 meses. Es importante recalcar que producto de los problemas de plagas que tienen los híbridos, estos presentan un período de vida de 30 meses, lo cual será corroborado por entrevistas personales a realizar a los productores de naranjilla en donde se ejecutaron los ensayos de investigación.

Información de los costos y beneficios

Se recopiló información de los costos y beneficios de las prácticas evaluadas en cada uno de los tratamientos y las diferencias entre ellos, con el propósito de evaluar el tratamiento de la práctica de MIP en comparación con los tratamientos de las prácticas convencionales. Esta diferencia se calculará utilizando los datos de costos y beneficios de los tres tratamientos en estudio evaluados en las 24 parcelas experimentales realizadas por investigadores del INIAP. Los costos de producción incluyeron los costos de la mano de obra, equipos, químicos y otros insumos para la siembra, mantenimiento y cosecha, así como los costos de capital (incluido el alquiler de la tierra). La producción de la fruta se reportó en kilogramos por hectárea y desglosada en tipos de categoría (de primera a cuarta).

Información de precios

Se recopiló la información de los precios de la naranjilla que se utilizarán para el análisis en dos fuentes de información; la que está disponible en el sitio web del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG), misma que se recoge de los mercados mayoristas en varias ciudades de Ecuador; y los precios que los agricultores recibieron en los mercados minoristas. A pesar de que se reconoce que la variedad INIAP-Quitoense 2009 podría conseguir un mejor precio en el mercado por ser parecida a la variedad común que tiene el mayor precio en el mercado, se establecerá un precio promedio para la variedad y los híbridos utilizados porque en los mercados mayorista y minorista, no se observa una diferencia entre ellos. Los datos no muestran variación en las cualidades de la fruta de la variedad y los híbridos.

4. LITERATURA CITADA

- Andrade, R. 2005. *Caracterización de las condiciones Agro-Socioeconómicas de las familias productoras de naranjilla (Solanum quitoense) en la Región Amazónica Del Ecuador 2004*. Tesis EC. Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Facultad de Ciencias Económicas. Ecuador. 180 pp.
- Bertzky, M.; Ravilious, C.; Araujo-Navas, A.; Kapos, V.; Carrión, D.; Chiu, M.; Dickson, B. 2010. *Carbon, biodiversity and ecosystem services: Exploring co-benefits Ecuador*. Cambridge, UK: UNEP-WCMC.
- Grijalva, J. 2005. *Expansión de la ganadería en la Amazonía y su impacto sobre la deforestación en el contexto ecuatoriano*. Tesis doctoral por el Institut National Agronomique de París-GRIGNON. Ecole Doctoral Agriculture, Alimentation, Biologique, environnement et Santé. París, Francia. 249 pp.
- INEC-ESPAC. 2020. *Superficie y producción de mora histórico*. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) - Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC). Quito, Ecuador.
- IPCC. 2007. *El cambio climático 2007*. Ginebra, Suiza: PNUMA, OMN, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático.
- MADR. 2017. *Producción y rendimiento del cultivo de lulo 2007-2017*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Secretarías de Agricultura Departamentales. Consultado en: https://www.agronet.gov.co/Documents/22-LULO_2017.pdf
- Mecham, J. 2001. *Causes and consequences of deforestation in Ecuador*. Centro de Investigación de los Bosques Tropicales.
- Mosandl, R.; Gunter, S.; Stimm, B.; Weber, M. 2008. *Ecuador Suffers the Highest Deforestation Rate in South America*. In Gradients in a Tropical Mountain Ecosystem of Ecuador, edited by Erwin Beck, Jörg Bendix, Ingrid Kottke, Franz Makeschin and Reinhard Mosandl, 37-40. Springer Berlin Heidelberg.
- NRC. 1989. *Lost crops of the Incas. Little known plants of the Andes with promise for worldwide cultivation*. National Research Council, National Academy Press, Washington, D.C.
- Ochoa, J.; Clements, C.; Barrera, V.; Domínguez, J.; Ellis, M.; Alwang, J. 2016. *IPM Packages for Naranjilla: Sustainable Production in an Environmentally Fragile Region*. In R. Muniappan, E. Heinrichs (eds.), Integrated Pest Management of Tropical Vegetable Crops Vegetable Crops, Springer Nature, ISBN 978-94-024-0922-2, DOI 10.1007/978-94-024-0924-6_9. pp. 209-221.
- Revelo, J.; Viteri, P.; Vásquez, W.; Valverde, F.; León, J.; Gallegos, P. 2010. *Manual del cultivo ecológico de la naranjilla*. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Manual Técnico No. 77. Tecnigrava. Quito, Ecuador. 120 pp.

- SENPLADES., 2012. *Evaluación del Plan Nacional para el Buen Vivir: Cinco años de revolución ciudadana 2007-2011*. Gobierno Nacional de la República del Ecuador. Secretaría Nacional de Desarrollo. Ediecuatorial. Quito, Ecuador.
- Sowell, A.; Shively, G. 2012. *Economic and environmental impacts of grafted naranjilla*. *Forests, Trees and Livelihoods* 21 (1):30-43.
- Viteri, P.; Vásquez, W.; León, J.; Viera, W.; Posso, M.; Hinojosa, M.; Revelo, J.; Ochoa, J. 2009. *INIAP-Quitoense-2009*. INIAP, Estación Experimental Santa Catalina. Boletín Divulgativo No. 354. Quito, Ecuador. 11 pp.
- Winter, K. 2005. *A Risk Assessment of Pesticide Application Practices of Farmers of Naranjilla (Solanum quitoense) in the Pastaza Province of Ecuador*. Master of Public Health, Ohio State University.