



La agricultura de conservación

promueve la seguridad y soberanía alimentaria y el manejo de recursos naturales en las microcuencas de la

**Región Andina
del Ecuador:
Experiencia Metodológica
de la Investigación**

**Estación Experimental Santa Catalina
Unidad de Economía Agrícola**



EL NUEVO
ECUADOR

**Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias**



PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

Daniel Noboa Azín

MINISTRO DE AGRICULTURA Y GANADERÍA

Danilo Palacios

DIRECTOR EJECUTIVO INIAP

Raúl Jaramillo

AUTORES

Víctor Hugo Barrera, Yamil Everaldo Cartagena, Verónica del Rocío Suango, Juan Carlos Arévalo, María Elena Siguencia, Freddy Rodrigo Altamirano

REVISIÓN TÉCNICA

- Comité de Publicaciones Estación Experimental Santa Catalina (EESC): Jorge Rivadeneira, MSc.; Diego Peñaherrera, MSc.; Antonio Guacapiña, MSc.; Víctor Sánchez, MSc.
- Comité de Publicaciones Administración Central: Dirección de Investigaciones y Dirección de Transferencia de Tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

Barrera, V.; Cartagena, Y.; Suango, V.; Arévalo, J.; Siguencia, M.; Altamirano, F. 2024. La agricultura de conservación promueve la seguridad y soberanía alimentaria y el manejo de recursos naturales en las microcuencas de la Región Andina del Ecuador: Experiencia Metodológica de la Investigación. Boletín Divulgativo No. 462. Editorial XXX. Quito, Ecuador. 38 pp.

DISEÑO

Unidad de Comunicación Social INIAP

ISBN

Código 978-9942-22-600-6

© Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)

Av. Eloy Alfaro N30-350 y Amazonas, Quito-Ecuador

Teléfono: 593-2 256 7645

Correo electrónico: iniap@iniap.gob.ec

www.iniap.gob.ec

La reproducción parcial o total de esta publicación, en cualquier forma y por cualquier medio mecánico o electrónico, está permitida siempre y cuando sea autorizada por los autores y se cite correctamente la fuente.

FASA

DISTRIBUCIÓN GRATUITA

PROHIBIDA SU VENTA



**EL NUEVO
ECUADOR**

**Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias**



CONTENIDO

1.	Introducción.....	3
2.	Sitios de la investigación.....	5
2.1.	Microcuencas de la provincia de Chimborazo.....	5
2.2.	Microcuenca de la provincia de Cañar.....	7
2.3.	Microcuencas de la provincia de Cotopaxi.....	10
3.	Metodología de la investigación.....	12
3.1.	Selección de los sitios experimentales.....	12
3.2.	Prácticas de Agricultura de Conservación.....	18
3.3.	Factores en estudio.....	20
3.4.	Unidad experimental.....	21
3.5.	Tratamientos.....	22
3.6.	Diseño experimental.....	23
4.	Manejo agronómico de los cultivos.....	28
5.	Las prácticas de agricultura de conservación promueven.....	35
5.1.	El rendimiento de los cultivos.....	35
5.2.	Mejores beneficios y disminución en los costos.....	35
5.3.	El mejoramiento de nutrientes del suelo.....	35
6.	Consideraciones sobre las prácticas de agricultura de conservación.....	36
7.	Bibliografía citada.....	37

Lista de Figuras

Figura 1.	Zonas con alto flujo erosivo en las microcuencas de la Región Andina del Ecuador, 2024.....	3
Figura 2.	Localización de las investigaciones en las microcuencas de los ríos Blanco y Chimborzo. Provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.....	5
Figura 3.	Localización de las investigaciones en la microcuenca del río Burgay. Provincia de Cañar-Ecuador, 2024.....	8
Figura 4.	Localización de las investigaciones en las microcuencas del río Isinche y Quebrada Pilacoto. Provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.....	10
Figura 5.	Sitio experimental en la comunidad de San Pedro de Iguazo. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.....	13
Figura 6.	Sitio experimental en la comunidad de Charón Ventanas. Microcuenca del río Burgay, provincia de Cañar-Ecuador, 2024.....	14
Figura 7.	Sitio experimental en la comunidad de Cuturiví Chico. Microcuenca del río Isinche, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.....	15
Figura 8.	Sitio experimental en la comunidad de Santa Isabel. Microcuenca del río Chimborazo, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.....	16
Figura 9.	Sitio experimental en la comunidad de Atar. Microcuenca del río Burgay, provincia de Cañar-Ecuador, 2024.....	17
Figura 10.	Sitio experimental en la comunidad de Pilacumbi. Microcuenca de la Quebrada Pilacoto, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.....	18
Figura 11.	Zanjas de desviación de agua establecidas en las investigaciones de agricultura de conservación.....	19

Figura 12. Siembra con labranza reducida en las investigaciones de agricultura de conservación.....	19
Figura 13. Cultivo de avena-vicia como cobertura de suelos en investigaciones de agricultura de conservación.....	20
Figura 14. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de San Pedro de Iguazo. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.....	23
Figura 15. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de Charón Ventanas. Microcuenca del río Burgay, provincia de Cañar-Ecuador, 2024.....	24
Figura 16. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de Cuturiví Chico. Microcuenca del río Isinche, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.....	25
Figura 17. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de Santa Isabel. Microcuenca del río Chimborazo, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.....	26
Figura 18. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de Atar. Microcuenca del río Burgay, provincia de Cañar-Ecuador, 2024.....	27
Figura 19. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de Pilacumbi. Microcuenca de la Quebrada Pilacoto, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.....	27

Lista de Tablas

Tabla 1. Descripción de algunas de las características de las microcuencas de los ríos Blanco y Chimborazo. Provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.....	6
Tabla 2. Descripción de algunas de las características de las comunidades de Charón Ventanas y Atar. Provincia de Cañar-Ecuador, 2024.....	9
Tabla 3. Descripción de algunas de las características de las comunidades de Cuturiví Chico y Pilacumbi. Provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.....	11
Tabla 4. Tratamientos en estudio y ciclos de evaluación en las comunidades de San Pedro de Iguazo, Charón Ventanas y Cuturiví Chico. Microcuencas de la Región Andina del Ecuador, 2024	22
Tabla 5. Tratamientos en estudio y ciclos de evaluación en las comunidades de Santa Isabel, Atar y Pilacumbi. Microcuencas de la Región Andina del Ecuador, 2024.....	23
Tabla 6. Agronomía del cultivo de papa utilizado en las investigaciones realizadas en las microcuencas de los ríos Blanco y Chimborazo, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2023-2024.....	29
Tabla 7. Agronomía del cultivo de papa utilizado en las investigaciones realizadas en la microcuenca del río Burgay, provincia de Cañar-Ecuador, 2023-2024....	31
Tabla 8. Agronomía del cultivo de papa utilizado en las investigaciones realizadas en las microcuencas de los ríos Isinche y Quebrada Pilacoto, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2023-2024.....	33

La agricultura de conservación promueve la seguridad y soberanía alimentaria y el manejo de recursos naturales en las microcuencas de la Región Andina del Ecuador: Experiencia Metodológica de la Investigación

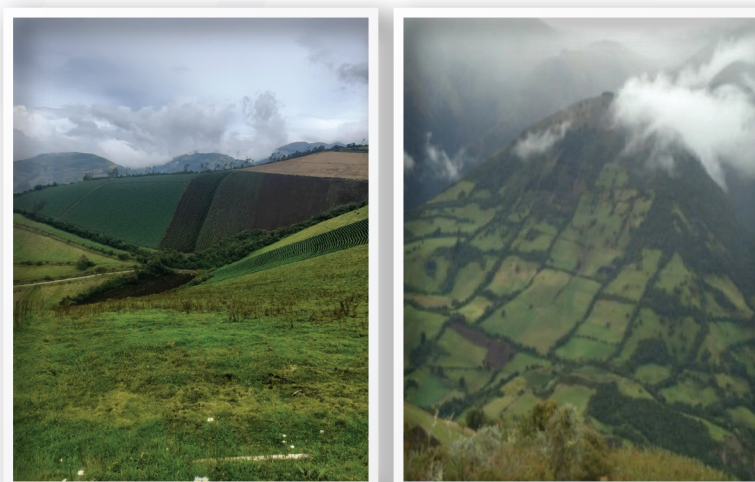
1. Introducción

Actualmente en Ecuador, aproximadamente 196900 hogares basan sus ingresos en explotaciones agrícolas bajo el sistema de producción papa-pasto, lo que se traduce en 19836 ha de papa, 1245507 ha de pastos con 1365809 bovinos dedicados a la producción de leche que, en promedio, producen 7.70 kg día⁻¹ de leche por animal (INEC, 2024). Este sistema de producción es ampliamente usado en la Región Andina (RA) que se caracteriza por zonas de producción que están en los quintiles de pobreza y extrema pobreza, donde la productividad es baja, debido a las limitaciones de recursos tales como: el tamaño pequeño y decreciente de los sistemas de producción, la mala calidad del suelo, las precipitaciones irregulares, pendientes pronunciadas de más de 45% y la exposición a riesgos naturales (Barrera *et al.*, 2021; Delgado *et al.*, 2020; Delgado *et al.*, 2019). En esta región, los niveles anuales de erosión de los campos cultivados están en un rango de 10 a 50 t ha⁻¹ (Henry *et al.*, 2013; Chela, 2008), que son significativamente mayores a los encontrados en áreas no cultivadas.

El alto nivel de erosión y consecuente degradación del suelo en esta región no solo se debe a las pendientes pronunciadas, sino también a las prácticas tradicionales de producción agrícola, tales como: preparación del suelo, control de malezas, remoción y uso de los residuos de los cultivos para alimentación animal (Barrera *et al.*, 2021; Barrowclough *et al.*, 2016), así como también al uso excesivo de agroquímicos, fertilizantes y maquinaria agrícola que ha provocado una constante elevación de los costos de producción y una importante disminución de los rendimientos (Barrera *et al.*, 2021; Delgado *et al.*, 2019; Barrowclough *et al.*, 2016; Escudero *et al.*, 2014; Barrera *et al.*, 2012).

Estudios de análisis de vulnerabilidad física y ambiental conducidos en la RA del Ecuador, específicamente en las microcuencas de los ríos Chimborazo y Blanco de la provincia de Chimborazo, Burgay de la provincia de Cañar, e, Isinche y Quebrada Pilacoto de la provincia de Cotopaxi, evidenciaron el deterioro en la calidad de los suelos y la productividad de los cultivos, debido a las fuertes precipitaciones, sequías, pendientes pronunciadas, manejo inadecuado del suelo y los frecuentes períodos de descanso (Figura 1).

Figura 1. Zonas con alto flujo erosivo en las microcuencas de la Región Andina del Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

Ante esta realidad, la agricultura de conservación (AC), que se considera como un enfoque agroecológico práctico, es una de las opciones para generar alternativas que permitan: 1) solucionar los problemas de deterioro del suelo y aumentar su salud y los niveles de productividad; 2) intensificar la agricultura sostenible; 3) promover la productividad y la resiliencia de los sistemas de producción; y, 4) mejorar los servicios ecosistémicos de los sistemas de producción.

La AC comprende un conjunto de prácticas, entre las que sobresalen:

- El uso de zanjas de desviación de agua, como una práctica de conservación del suelo.
- La labranza mínima del suelo, como una práctica de preparación de suelo.
- La cobertura del suelo con residuos, como una práctica de cubierta vegetal permanente del suelo.
- La rotación de cultivos, como una práctica alternativa al monocultivo.

En las microcuencas anteriormente señaladas, entre los años 2023-2025, se está investigando la adaptación y viabilidad de prácticas de AC en la rotación de cultivos como papa (*Solanum tuberosum*), avena (*Avena sativa* L)-vicia (*Vicia sativa* L), cebada (*Hordeum vulgare*), haba (*Vicia faba*) y una mezcla de pastos (*Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*). Estas prácticas, que incluirán zanjas de desviación de agua, labranza reducida, y retención de residuos, mostrarán los beneficios desde varios ámbitos (Barrera *et al.*, 2020):

- Desde el ámbito del cambio climático, el disponer de suelos más saludables y con mayor humedad, permite que éstos soporten sequías más prolongadas, así como también lluvias con mayor intensidad, lo que redundará en una mejor productividad de los cultivos en rotación.
- Desde el ámbito económico, estas prácticas resultan más rentables porque reducen el número de jornales para la preparación del suelo, el control de malezas y la cobertura del suelo. Solo el ahorro en costos de mano de obra para la preparación del suelo con las prácticas de AC en comparación con las prácticas convencionales es de al menos un 35% (Barrera *et al.*, 2020).
- Desde el ámbito del recurso suelo, estas prácticas promueven la disminución de la erosión de los suelos y por lo tanto los productores pueden mantener este recurso en el sitio y con una mayor fertilidad con nutrientes como nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), para ser reciclados o devueltos al suelo en beneficio de las plantas de los cultivos en rotación (Barrera *et al.*, 2020).

El objetivo general de propiciar la investigación de las prácticas de AC es de “Promover la seguridad y soberanía alimentaria y manejo de recursos naturales en las microcuencas de la RA del Ecuador, a través de investigaciones de agricultura de conservación como mecanismo de adaptación al cambio climático”. Los objetivos específicos son: 1) Diseñar, generar e implementar investigaciones de agricultura de conservación, que promuevan la seguridad y soberanía alimentaria y manejo de recursos naturales en las provincias de Chimborazo, Cañar y Cotopaxi; y, 2) Sistematizar y difundir las experiencias y los logros alcanzados en el proyecto con los actores del sector agropecuario de la RA del Ecuador.

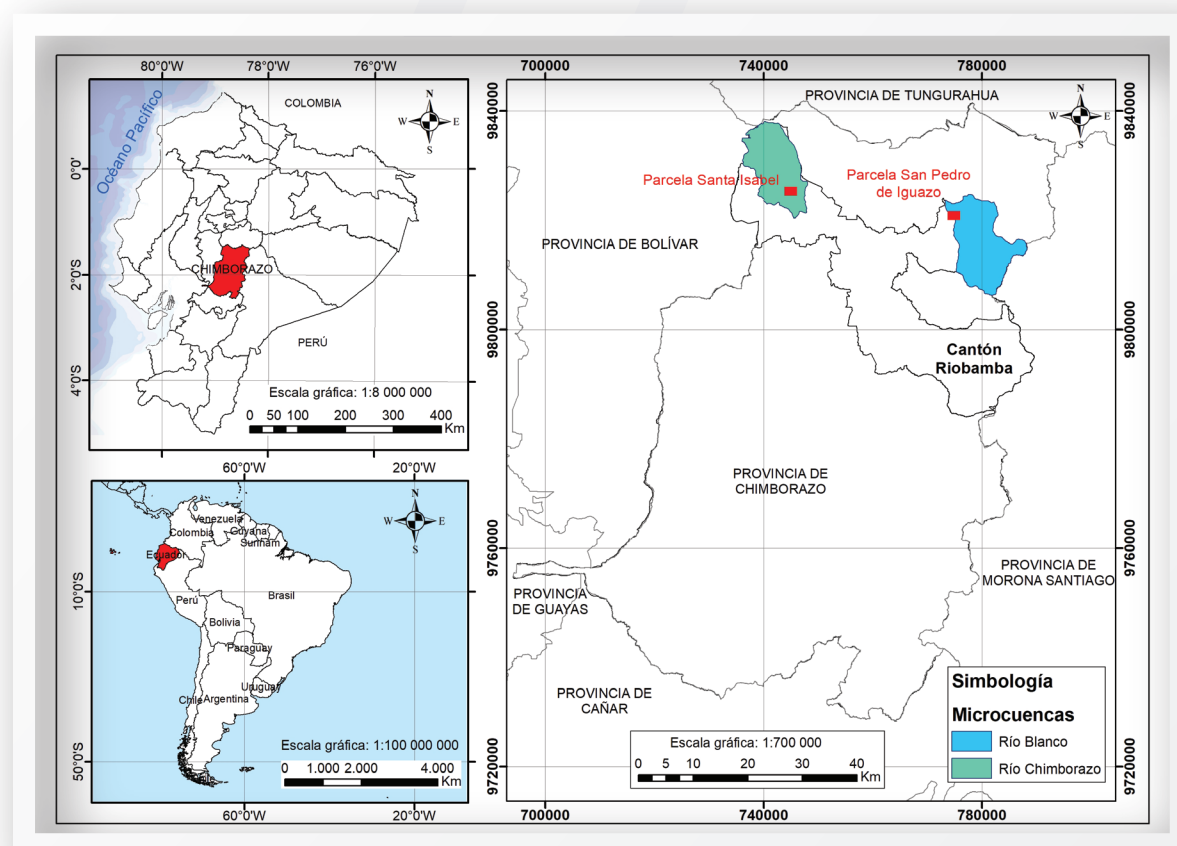
2. Sitios de la investigación

2.1 Microcuencas de la provincia de Chimborazo

La provincia de Chimborazo (Figura 2), está situada al centro sur del país, en la zona geográfica conocida como región interandina o Sierra, principalmente sobre la hoya de Chambo en el noreste y las hoyas de Chimbo y Chanchán en el suroccidente. Ocupa un territorio de 6499.72 km². Limita al norte con Tungurahua, al sur con Cañar, por el occidente con Bolívar, al suroeste con Guayas y al este con Morona Santiago (PROMAREN, 2012).

La microcuenca del río Blanco (Figura 2), se encuentra localizada en la Cordillera Oriental, región Sierra. Se ubica dentro de las siguientes coordenadas: 773265W; 9823542N y 786711E; 9806474S, dentro del Sistema de Coordenadas Proyectadas UTM, Zona 17 S. Posee una superficie de 14504.04 ha y se encuentra en un rango de altitud que va desde los 2400 hasta los 5181 m sobre el nivel del mar con fuertes pendientes mayores al 55%, su clima varía desde templado, frío y glacial y una humedad relativa de 75 a 80%. Presenta formaciones ecológicas como: Matorral seco montano, Matorral húmedo montano, Bosque siempre verde montano alto, Páramo seco y Páramo herbáceo (Sierra, 1999).

Figura 2. Localización de las investigaciones en las microcuencas de los ríos Blanco y Chimborazo. Provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

La microcuenca del río Chimborazo (**Figura 2**), se ubica entre las coordenadas: 736032W; 9838100N y 748018E; 9820412S. La zona norte se encuentra al límite de las nieves perpetuas, la zona sur se encuentra en la confluencia del río Chimborazo con el río Chibunga, en la zona occidental la comunidad San Pablo es la más lejana mientras que, en la zona oriental la comunidad más lejana es Tambo Huasha.

La comunidad de San Pedro de Iguazo, que pertenece a la microcuenca del río Blanco (**Tabla 1**), se encuentra ubicada en la parroquia Quimiag, tiene una superficie de 135.92 km² y una población de 5257 personas (INEC, 2021). En la parroquia, 1619 personas se identifican como indígenas que corresponde al 31% de la población. De acuerdo al índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), en la parroquia, el 95.6% de la población es pobre. El nivel de analfabetismo de la población es del 13%. Los hombres tienen mayor nivel educativo (**7.8 años de educación**), en relación a las mujeres (**7.3 años de educación**) (INEC, 2021). La disponibilidad de servicios básicos (agua, luz eléctrica, eliminación de excretas y recolección de basura), es baja. Las principales actividades en la zona rural de la parroquia Quimiag son la producción agropecuaria, en especial la producción ganadera que se caracteriza por ser una actividad desarrollada por pequeños y medianos productores (PDOT Quimiag, 2021).

La comunidad de Santa Isabel, que pertenece a la microcuenca del río Chimborazo (**Tabla 1**), se encuentra ubicada en la parroquia de San Juan, tiene una superficie de 221.13 km² y una población de 7370 personas, de las cuales, 6530 personas se auto identifican como indígenas y representan el 88.6% de la población (INEC, 2021). De acuerdo al índice NBI, en la parroquia de San Juan, el 84.6% de la población es pobre. El nivel de analfabetismo de la población es del 13.28%. Los hombres tienen mayor nivel educativo (**7.8 años de educación**) en relación a las mujeres (**7.3 años de educación**) (INEC, 2021). La disponibilidad de servicios básicos (agua, luz eléctrica, eliminación de excretas y recolección de basura), es baja. Las principales actividades en la zona rural de la parroquia San Juan son la producción agropecuaria, en especial la producción ganadera que se caracteriza por ser una actividad desarrollada por pequeños y medianos productores (PDOT San Juan, 2021).

Tabla 1. Descripción de algunas de las características de las microcuencas de los ríos Blanco y Chimborazo. Provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.

Condiciones agro-ecológicas	Principales actividades productivas
Microcuenca del río Blanco:	
- Región: Páramo y meseta andina. - Zona de vida: Matorral seco montano, Matorral húmedo montano, Bosque siempre verde montano alto, Páramo seco y Páramo herbáceo. - Temperatura promedio °C.: 11 – 12. - Altitud m.s.n.m.: 2400 – 5181. - Nubosidad: Baja – Media. - Precipitación anual mm.: 500 – 1300. - Régimen de temperatura: Isomésico. - Régimen de humedad: Ústico.	- Agricultura: papa, maíz, fréjol, alfalfa, cebada, ocas, mellocos, avena, haba, zanahoria, cilantro, col y pastos. - Producción agropecuaria -bovinos, cerdos, cuyes, ovejas. - Turismo de montaña, producción artesanal y comercio en pequeña escala -mercado de quesos- y elaboración de artesanías.

Condiciones agro-ecológicas

Principales actividades productivas

Microcuenca del río Chimborazo:

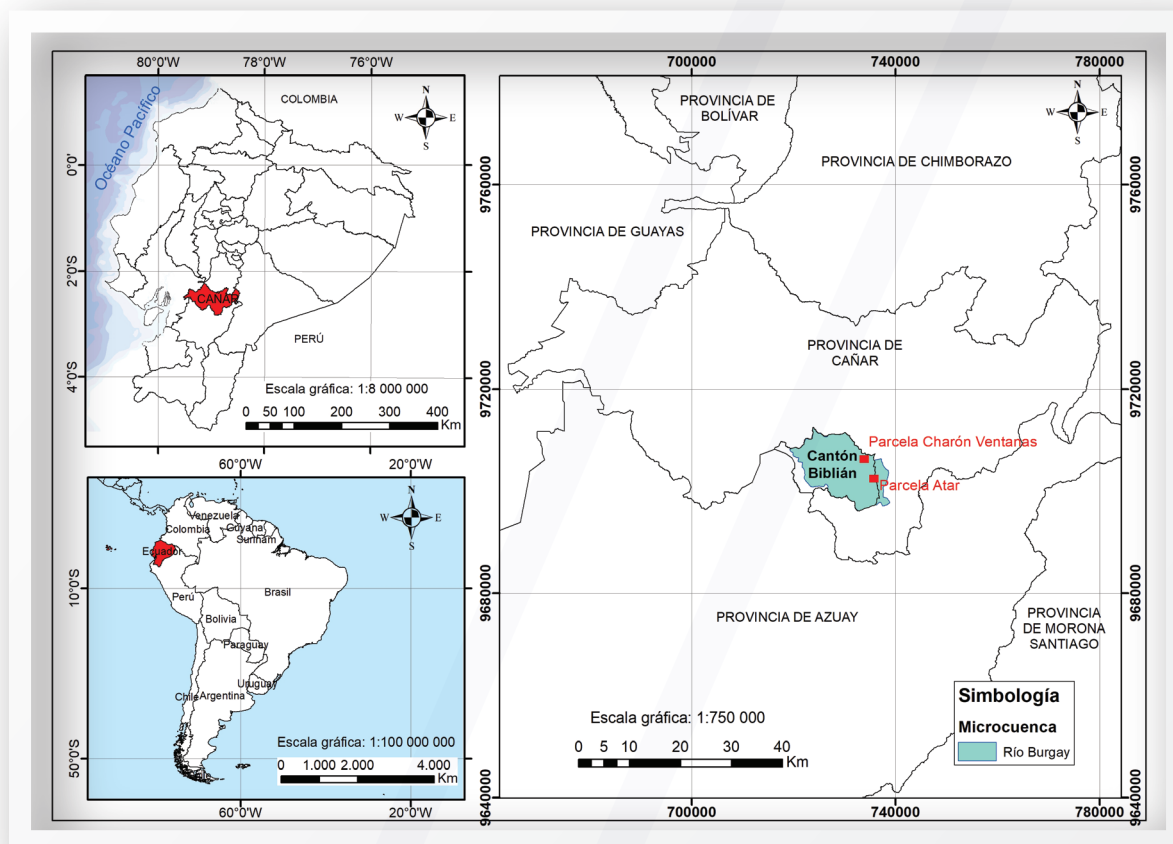
- Región: Páramo de Arenal. Páramo de Pajonal, Páramo de Almohadilla.
- Zona de vida: Bosque húmedo montano y Subalpino.
- Temperatura promedio °C.: 8 – 9.
- Altitud m.s.n.m.: 3200 – 3800.
- Nubosidad: Baja.
- Precipitación anual mm.: 500 – 1000.
- Régimen de temperatura: Isofrígido.
- Régimen de humedad: Ústico.
- Agricultura: papa, haba, cebada acompañado en menor escala de zanahoria, cebolla, ajo, melloco y ocas.
- Producción ganadería de leche, crianza cerdos, cuyes, conejos, borregos y aves de corral.
- Turismo de montaña, comercio en pequeña escala y elaboración de artesanías.

Fuente: INIAP, 2024.

2.2. Microcuenca de la provincia de Cañar

Hidrográficamente la zona de intervención se ubica en la parte alta de la microcuenca del río Burgay (**Figura 3**), que pertenece a la subcuenca del río Upano y a la cuenca del río Santiago. Se ubica en las coordenadas: 719289W; 9712438N y 738845E; 9696130S. La provincia del Cañar está situada al sur del país, en la zona geográfica conocida como región interandina o Sierra, principalmente sobre la hoya de Cañar, su capital es la ciudad de Azogues. La urbe más grande y poblada es La Troncal. Ocupa un territorio de unos 3232.18 km², siendo la provincia del país más pequeña por extensión. Limita al norte con Chimborazo, al sur con Azuay, por el occidente con Guayas y al este con Morona Santiago. La zona de intervención se encuentra en la parroquia y cantón Biblián, que comprende territorio de la comunidad de Charón Ventanas de la Asociación Agrícola 3 de mayo y en la Comunidad de Atar con la Asociación de Comuneros de Atar. La población allí asentada se reconoce como mestiza, con lengua materna el castellano; en el territorio habitan alrededor de 1500 habitantes. Su principal medio de vida es la ganadería bovina de leche.

Figura 3. Localización de las investigaciones en la microcuenca del río Burgay. Provincia de Cañar-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

Los cursos hídricos de la zona de intervención están compuestos por riachuelos que tiene su origen en ecosistemas de herbazal de páramo y Bosque siempre-verde montano alto (MAE, 2014).

La comunidad de Charón Ventanas (Tabla 2), se encuentra ubicada en la parroquia de Biblián que tiene una superficie de 60.27 km² y una población de 13705 personas, de las cuales 7461 personas se autoidentifican como mestizas, que representa el 93% de la población. De acuerdo al índice NBI, en la parroquia de Biblián, el 84.6% de la población es pobre. El nivel de analfabetismo es del 6.79%, de los cuales el 0.6% se insertó en programas de alfabetización, el 39.34% tiene instrucción primaria, el 15.91% tiene instrucción secundaria y solamente el 9.22% de la población tiene educación superior. Los hombres tienen mayor nivel educativo (5 años de educación) en relación a las mujeres (4.7 años de educación) (INEC, 2021). La disponibilidad de servicios básicos (agua, luz eléctrica, eliminación de excretas y recolección de basura) es baja. Su principal actividad en la actualidad es pecuaria. Tiene una gran producción que no solamente abastece al Austro sino a gran parte del Ecuador (PDOT Biblián, 2015).

La comunidad de Atar (**Tabla 2**), se encuentra ubicada en la parroquia de Biblián. Tiene una larga historia que se remonta a la época prehispánica. Los Ataríes eran una de las tribus más importantes de la región y se destacaron por su habilidad en la elaboración de cerámica y textilería. Durante la época colonial, la comunidad fue evangelizada por los misioneros franciscanos y, posteriormente, se convirtió en una importante productora de cebada y trigo. En la actualidad, la comunidad de Atar sigue siendo un importante centro agrícola y cultural de la región, y sus habitantes se dedican, principalmente, a la agricultura y la artesanía (PDOT Biblián, 2015).

Tabla 2. Descripción de algunas de las características de las comunidades de Charón Ventanas y Atar. Provincia de Cañar-Ecuador, 2024.

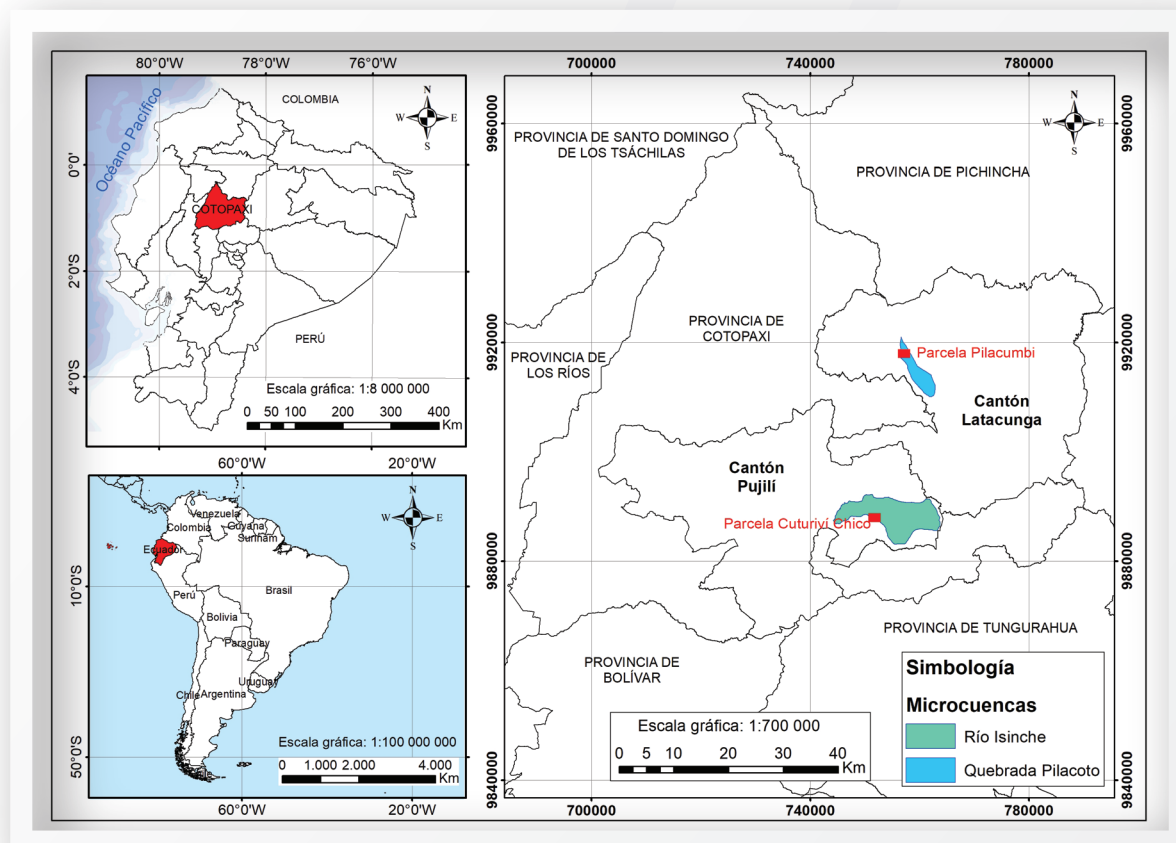
Condiciones agro-ecológicas	Principales actividades productivas
Comunidad Charón Ventanas: • Cantón: Biblián. • Temperatura promedio °C.: 11 – 12. • Altitud m.s.n.m.: 3069. • Nubosidad: Media – Alta. • Precipitación anual mm.: 800 – 900. • Régimen de temperatura: Isomésico. • Régimen de humedad: Ústico.	• Agricultura: papa, cebada, trigo, avena, maíz con fréjol, arvejas, mellocos, avena, haba y pastos. • Producción agropecuaria -bovinos, cerdos, cuyes, ovejas. • Producción artesanal y comercio en pequeña escala -mercado de leche y quesos.
Comunidad de Atar: • Cantón: Biblián. • Temperatura promedio °C.: 12 – 13. • Altitud m.s.n.m.: 3000. • Nubosidad: Media - Baja. • Precipitación anual mm.: 650 – 700. • Régimen de temperatura: Isomésico. • Régimen de humedad: Ústico.	• Agricultura: papa, maíz, fréjol, haba, cebada acompañado en menor escala de frutales. • Producción ganadería de leche, crianza cerdos, cuyes, conejos y ovejas. • Comercio en pequeña escala y elaboración de cerámicas y tejidos a mano.

Fuente: INIAP, 2024.

2.3. Microcuencas de la provincia de Cotopaxi

La provincia de Cotopaxi (Figura 4), está localizada en la región Sierra, al centro norte del país, su capital es Latacunga. Se encuentra en la hoya central oriental del Patate, limita al norte con el nudo de Tiopullo y las montañas de Casaguala al suroeste. Su superficie es de unos 6185 km². Limita al norte con Pichincha, al sur con Tungurahua y Bolívar, al este con Napo y al oeste con Pichincha y Los Ríos (EcuRed, 2016).

Figura 4. Localización de las investigaciones en las microcuencas del río Isinche y Quebrada Pilacoto. Provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

Hidrográficamente la parcela experimental de la comunidad de Cuturiví Chico se ubica en la microcuenca del río Isinche (Figura 4), que pertenece a la subcuenca del río Patate y a la cuenca del río Pastaza. Se ubica en las coordenadas: 744235W; 9892232N y 763754E; 9883112S.

La comunidad de Cuturiví Chico (Tabla 3), se encuentra ubicada en la parroquia Pujilí con una superficie de 294.98 km². Tiene una población de 33430 personas (INEC, 2021), en su mayoría indígena, que aportan saberes, formas de organización y producción. De acuerdo al NBI, en la parroquia de Pujilí, el 77.9% de la población es pobre, con un ingreso familiar per cápita menor a USD 84.71 mensuales (INEC, 2021). El nivel de analfabetismo es mayor al 15% y alrededor del 80% de la población cuenta con educación primaria, que comprende la educación recibida de primero a sexto grado; los hombres tienen mayor nivel educativo (4.9 años de educación) en relación a las mujeres (4.1 años de educación) (PDOT Pujilí, 2021). La disponibilidad de servicios básicos (agua, luz eléctrica, eliminación de excretas y recolección de basura), es baja.

Tabla 3. Descripción de algunas de las características de las comunidades de Cuturuví Chico y Pilacumbi. Provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.

Condiciones agro-ecológicas	Principales actividades productivas
Comunidad Cuturuví Chico:	
• Cantón: Pujilí. • Temperatura promedio °C.: 7 – 8. • Altitud m.s.n.m.: 3639. • Nubosidad: Media – Alta. • Precipitación anual mm.: 700 – 800. • Régimen de temperatura: Isofrío. • Régimen de humedad: Ústico.	• Agricultura: papa, cebada, trigo, ocas, mellocos, avena, haba y pastos. • Producción agropecuaria -bovinos, cerdos, cuyes, ovejas. • Producción artesanal y comercio en pequeña escala -mercado de quesos- y elaboración de artesanías.
Comunidad de Pilacumbi:	
• Cantón: Latacunga. • Temperatura promedio °C.: 10 – 11. • Altitud m.s.n.m.: 3167. • Nubosidad: Baja. • Precipitación anual mm.: 700 – 800. • Régimen de temperatura: Isomésico. • Régimen de humedad: Ústico.	• Agricultura: papa, haba, cebada acompañado en menor escala de zanahoria, cebolla, ajo, melloco y ocas. • Producción ganadería de leche, crianza cerdos, cuyes, conejos y aves de corral. • Comercio en pequeña escala y elaboración de artesanías.

Fuente: INIAP, 2024.

Hidrográficamente la parcela experimental de la comunidad de Pilacumbi se ubica en la microcuenca de la quebrada Pilacoto (**Figura 4**), que pertenece a la subcuenca del río Patate y a la cuenca del río Pastaza. Se ubica en las coordenadas: 756136W; 9920959N y 762854E; 9810105S.

La comunidad de Pilacumbi (**Tabla 3**) se encuentra ubicada en la parroquia de Toacaso, que tiene una superficie de 213.05 km², con una población de 7685 personas, con 35% de población indígena, y que, de acuerdo al índice de NBI, el 93% de la población es pobre (**INEC, 2021**). El nivel de analfabetismo de la población es del 12.32%, de los cuales el 0.49% se insertó en programas de alfabetización, el 33.35% tiene instrucción primaria, el 23.05% aprobó hasta el décimo año de educación básica, el 19.25% terminó el Bachillerato y solamente el 2.26% de la población tiene educación superior (**PDOT Toacaso, 2020**). Los hombres tienen mayor nivel educativo (**6.8 años de educación**) en relación a las mujeres (**6.1 años de educación**) (**INEC, 2021**). La disponibilidad de servicios básicos (**agua, luz eléctrica, eliminación de excretas y recolección de basura**) es baja. Tiene una economía definida de producción agrícola y pecuaria para el auto-consumo y también para el mercado provincial y nacional.

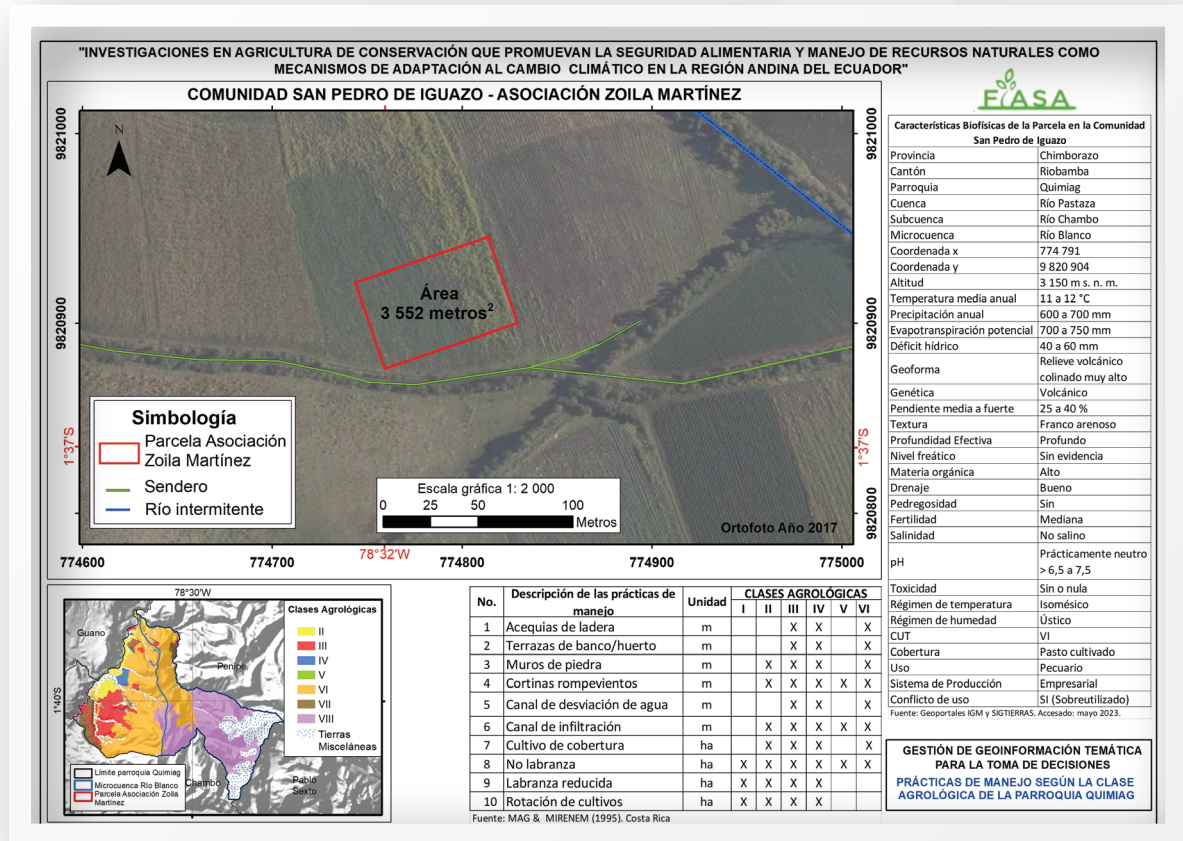
3. Metodología de la investigación

3.1. Selección de los sitios experimentales

Se seleccionaron 126 parcelas experimentales, 27 en las comunidades de San Pedro de Iguazo (**Figura 5**), Charón Ventanas (**Figura 6**) y Cuturiví Chico (**Figura 7**), respectivamente, y 15 en las comunidades de Santa Isabel (**Figura 8**), Atar (**Figura 9**) y Pilacumbi (**Figura 10**), respectivamente.

La comunidad de San Pedro de Iguazo (**Figura 5**), se encuentra al noreste de la parroquia de Quimiag, cercana al poblado de San Pedro de Iguazo. Las parcelas experimentales tienen una superficie de 3552 m². Climáticamente, las parcelas poseen una temperatura media anual de 11 a 12 °C, precipitación anual de 600 a 700 mm, con una pérdida de agua del suelo por evaporación y transpiración de 700 a 750 mm, y un déficit hídrico de 40 a 60 mm.

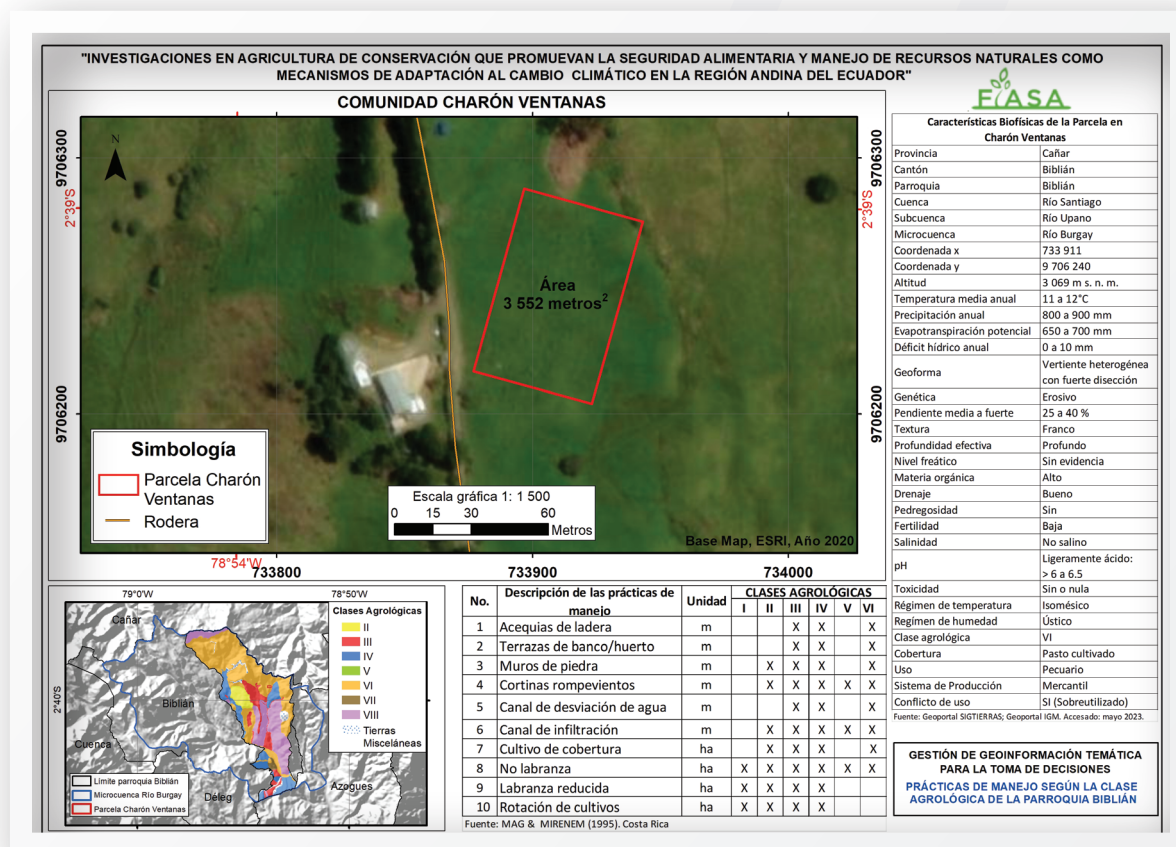
Figura 5. Sitio experimental en la comunidad de San Pedro de Iguaço. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

La comunidad de Charón Ventanas (**Figura 6**), se encuentra al nor-este de la parroquia de Biblián, cercana al poblado Ventanas. Las parcelas tienen una superficie de 3552 m². Climáticamente, las parcelas poseen una temperatura media anual de 11 a 12 °C, precipitación anual de 800 a 900 mm, con una pérdida de agua del suelo por evaporación y transpiración de 650 a 700 mm, y con déficit hídrico de 0 a 10 mm.

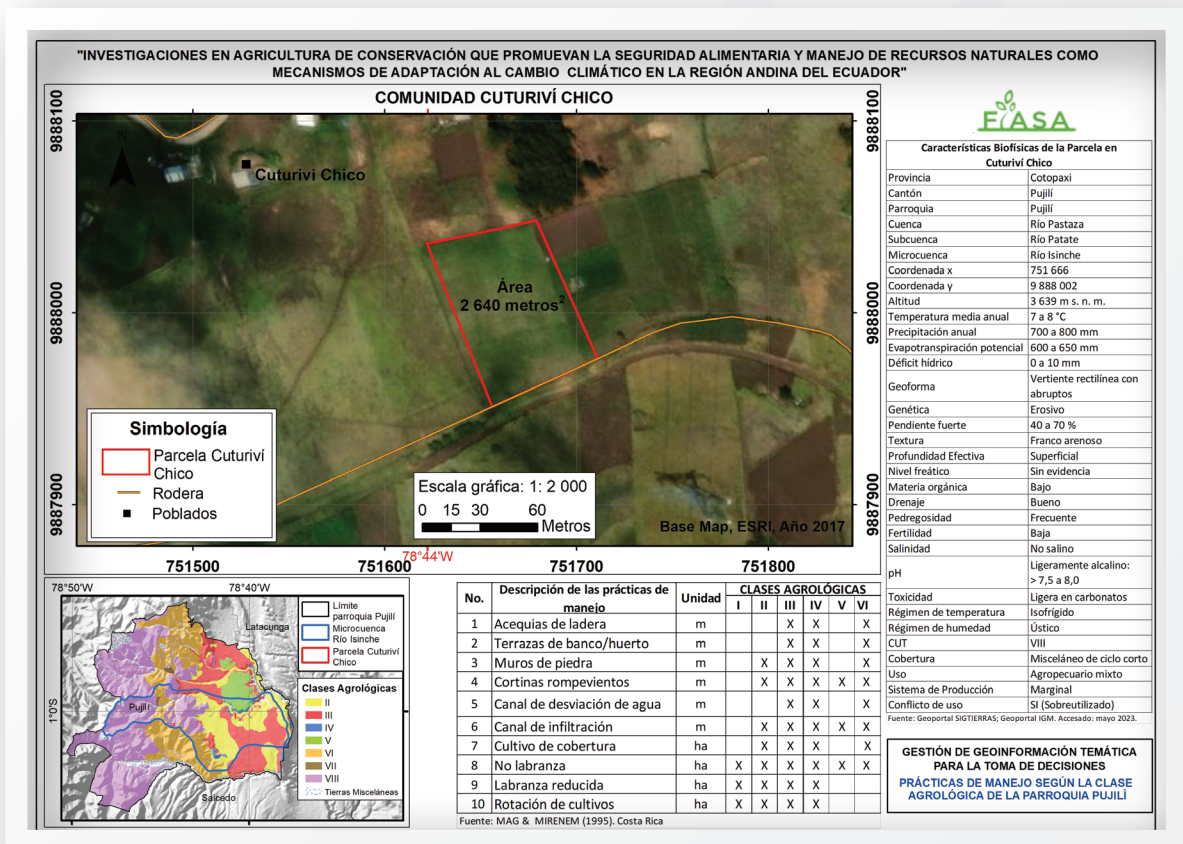
Figura 6. Sitio experimental en la comunidad de Charón Ventanas. Microcuenca del río Burgay, provincia de Cañar-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

La Comunidad de Cuturiví Chico (Figura 7), se encuentra al sur-oeste de la parroquia de Pujilí, cercana al poblado Juiguapungo. Las parcelas experimentales tienen una superficie de 2640 m². Climáticamente, las parcelas poseen una temperatura media anual de 7 a 8 °C, precipitación anual de 700 a 800 mm, con una pérdida de agua del suelo por evaporación y transpiración de 600 a 650 mm, y un déficit hídrico de 0 a 10 mm.

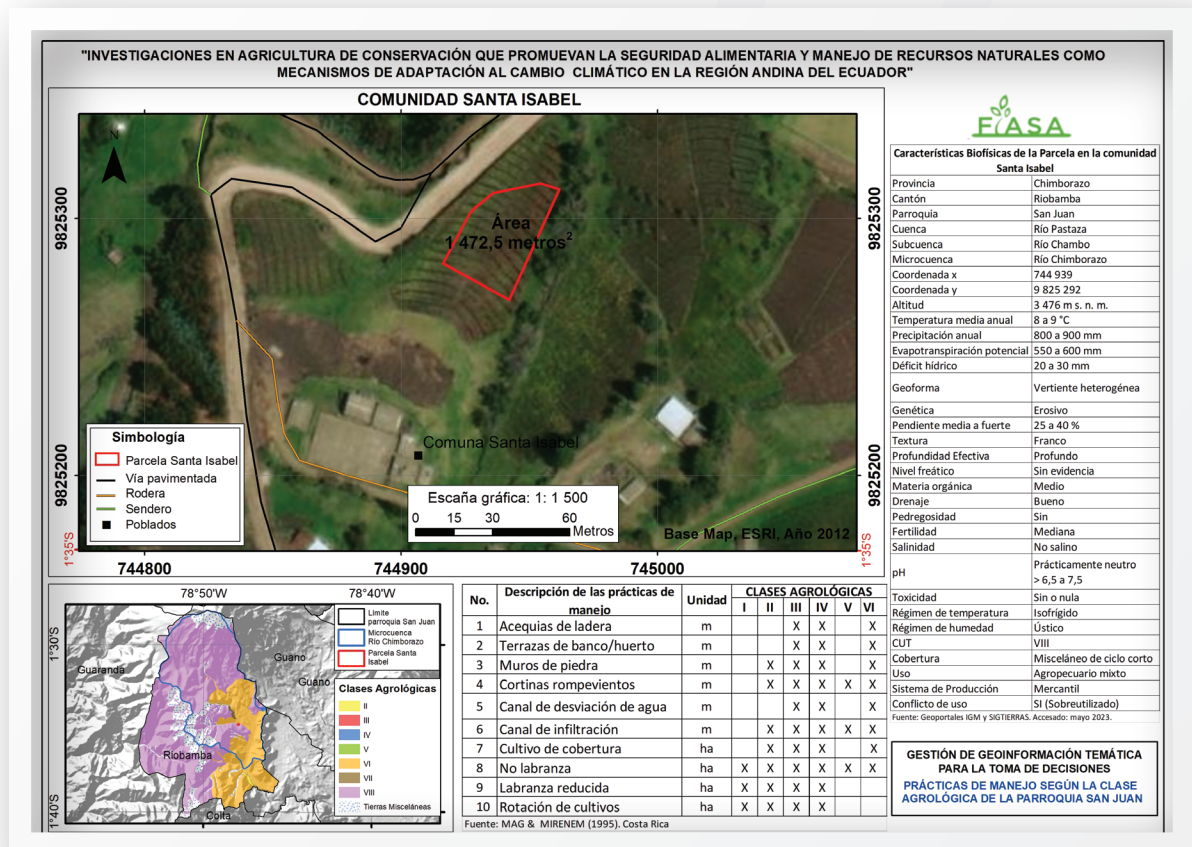
Figura 7. Sitio experimental en la comunidad de Cuturiví Chico. Microcuenca del río Isinche, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

La comunidad de Santa Isabel (Figura 8), se encuentra al sur-este de la parroquia de San Juan, cercana a la comuna Santa Isabel. Las parcelas experimentales tienen una superficie de 1472.50 m². Climáticamente, las parcelas poseen una temperatura media anual de 8 a 9 °C, precipitación anual de 800 a 900 mm, con una pérdida de agua del suelo por evaporación y transpiración de 550 a 600 mm, y con déficit hídrico de 20 a 30 mm.

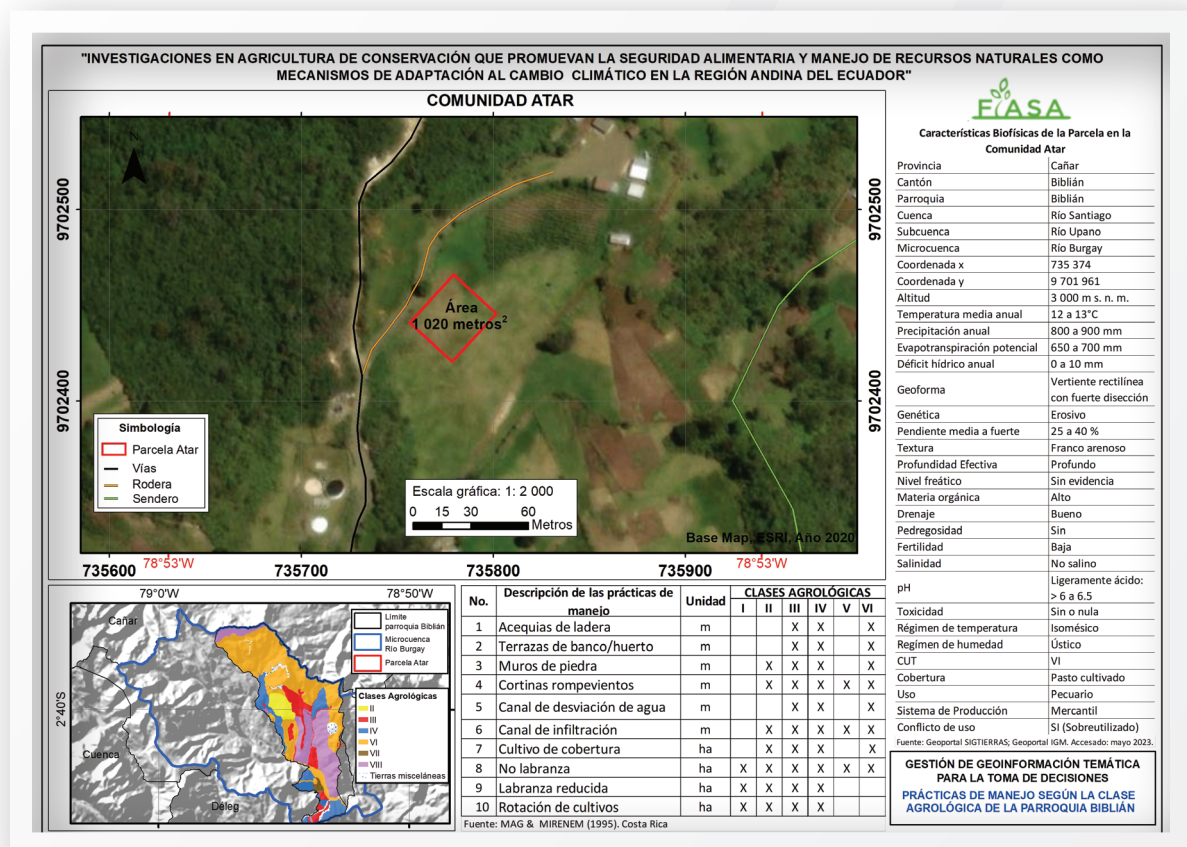
Figura 8. Sitio experimental en la comunidad de Santa Isabel. Microcuenca del río Chimborazo, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

La comunidad Atar (Figura 9) se encuentra al sur-este de la parroquia de Biblián, cercana al poblado Ataryagrín. Las parcelas experimentales tienen una superficie de 1020 m². Climáticamente, las parcelas poseen una temperatura media anual de 12 a 13 °C, precipitación anual de 800 a 900 mm, con una pérdida de agua del suelo por evaporación y transpiración de 650 a 700 mm, y con déficit hídrico de 0 a 10 mm.

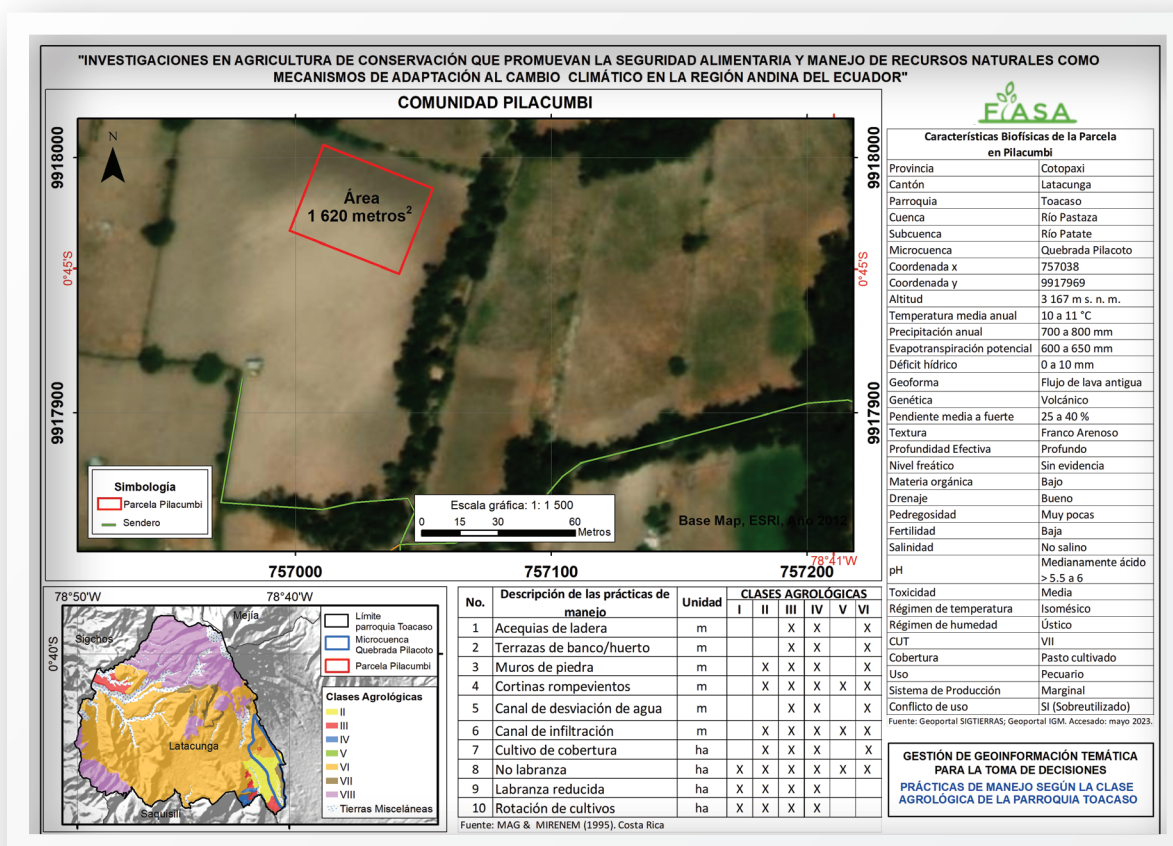
Figura 9. Sitio experimental en la comunidad de Atar. Microcuenca del río Burgay, provincia de Cañar-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

La comunidad de Pilacumbi (Figura 10), se encuentra al sur-este de la parroquia de Toacaso, cercana al poblado Yusigche Alto. Las parcelas experimentales tienen una superficie de 1620 m². Climáticamente, las parcelas poseen una temperatura media anual de 10 a 11 °C, precipitación anual de 700 a 800 mm, con una pérdida de agua del suelo por evaporación y transpiración de 600 a 650 mm, y un déficit hídrico de 0 a 10 mm.

Figura 10. Sitio experimental en la comunidad de Pilacumbi. Microcuenca de la Quebrada Pilacoto, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

3.2. Prácticas de Agricultura de Conservación

Las prácticas de AC que se están investigando son el resultado de discusiones con las comunidades y se eligió una rotación que incluye cultivos producidos en el área (**papa-avena vicia-cebada-haba-pasto**). Esta rotación se combina con opciones de conservación del suelo (con y sin zanjas de desviación de agua) (Figura 11), labranza (convencional y reducida) (Figura 12) y cobertura del suelo (sin y con residuo) (Figura 13).

Figura 11. Zanjas de desviación de agua establecidas en las investigaciones de agricultura de conservación.



Fuente: INIAP, 2024.

Figura 12. Siembra con labranza reducida en las investigaciones de agricultura de conservación.



Fuente: INIAP, 2024.

Figura 13. Cultivo de avena-vicia como cobertura de suelos en investigaciones de agricultura de conservación.



Fuente: INIAP, 2024.

Las investigaciones propuestas en las dos localidades de estudio de las provincias de Chimborazo, Cañar y Cotopaxi, respectivamente, involucran las diferentes prácticas de AC tales como: las zanjas de desviación de agua, labranza reducida, cobertura de suelos y los cultivos en rotación, priorizando la tecnología de manejo integrado del cultivo (MIC) de INIAP, en cada cultivo.

3.3. Factores en estudio

Para el caso de las comunidades de San Pedro de Iguazo, Charón Ventanas y Cututiví Chico, los factores en estudio son la conservación de suelos, los tipos de labranza y la cobertura del suelo, tal como se muestra a continuación:

Factor A: Conservación de suelos: (A_1 = Con zanjas de desviación de agua; A_2 = Sin zanjas de desviación de agua).

Factor B: Tipos de labranza: (B_1 = Labranza convencional; B_2 = Labranza reducida).

Factor C: Cobertura del suelo: (C_1 = Sin residuos; C_2 = Con residuos).

Para el caso de las comunidades de Santa Isabel, Atar y Pilacumbi, los factores en estudio son los tipos de labranza y la cobertura del suelo, tal como se muestra a continuación:

Factor A: Tipos de labranza: (A_1 = Labranza convencional; A_2 = Labranza reducida).

Factor B: Cobertura del suelo: (B_1 = Sin residuos; B_2 = Con residuos).

3.4. Unidad experimental

La unidad experimental está compuesta por cada una de las parcelas experimentales establecidas en campo de los productores seleccionados por las comunidades que son partícipes del proyecto en las provincias seleccionadas para la investigación.

Comunidad San Pedro de Iguazo:

- 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 48 m: 3552 m²

Comunidad Charón Ventanas:

- Número de repeticiones: 3
- Número de tratamientos: 9
- Número de unidades experimentales (parcelas): 27
- Área total por parcela: 6 m x 10 m: 60 m²
- Área total del experimento: 60 m² x 27 parcelas: 1620 m²
- Área total del ensayo incluidos caminos: 74 m x 42 m: 3108 m²

Comunidad Cuturiví Chico:

- Número de repeticiones: 3
- Número de tratamientos: 9
- Número de unidades experimentales (parcelas): 27
- Área total por parcela: 5 m x 12 m: 60 m²
- Área total del experimento: 60 m² x 27 parcelas: 1620 m²
- Área total del ensayo incluidos caminos: 55 m x 48 m: 2640 m²

Comunidad Santa Isabel:

- Número de repeticiones: 3
- Número de tratamientos: 5
- Número de unidades experimentales (parcelas): 15
- Área total por parcela: 10 m x 5 m: 50 m²
- Área total del experimento: 50 m² x 15 parcelas: 750 m²
- Área total del ensayo incluidos caminos: 31 m x 47,5 m: 1472,5 m²

Comunidad Atar:

- Número de repeticiones: 3
- Número de tratamientos: 5
- Número de unidades experimentales (parcelas): 15
- Área total por parcela: 5 m x 8.5 m: 42.5 m²
- Área total del experimento: 42.5 m² x 15 parcelas: 637.50 m²
- Área total del ensayo incluidos caminos: 34 m x 30 m: 1020 m²

Comunidad Pilacumbi:

- Número de repeticiones: 3
- Número de tratamientos: 5
- Número de unidades experimentales (parcelas): 15
- Área total por parcela: 6 m x 12 m: 72 m²
- Área total del experimento: 72 m² x 15 parcelas: 1080 m²
- Área total del ensayo incluidos caminos: 46 m x 36 m: 1656 m²

3.5. Tratamientos

Los tratamientos en estudio constan en las Tablas 4 y 5. Para las comunidades San Pedro de Iguazo, Charón Ventanas y Cuturiví Chico, los tratamientos T₁ a T₈ son propuestas de AC, priorizando la tecnología de MIC de INIAP en cada cultivo, y el tratamiento T₉, es la práctica convencional de los productores; en cambio, para las comunidades Santa Isabel, Atar y Pilacumbi, los tratamientos T₁ y T₄ son propuestas de AC, también priorizando la tecnología de MIC de INIAP en cada cultivo, y el tratamiento T₅, es la práctica convencional de los productores.

Tabla 4. Tratamientos en estudio y ciclos de evaluación en las comunidades de San Pedro de Iguazo, Charón Ventanas y Cuturiví Chico. Provincias de Chimborazo, Cañar y Cotopaxi, Ecuador, 2024.

Tratamientos en estudio	Ciclos de evaluación				
	1ero	2do	3ro	4to	5to
T ₁ = Con zanjás, labranza convencional, sin residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₂ = Con zanjás, labranza convencional, con residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₃ = Con zanjás, labranza reducida, sin residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₄ = Con zanjás, labranza reducida, con residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₅ = Sin zanjás, labranza convencional, sin residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₆ = Sin zanjás, labranza convencional, con residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₇ = Sin zanjás, labranza reducida, sin residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₈ = Sin zanjás, labranza reducida, con residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₉ = Testigo (manejo del agricultor)	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto

Fuente: INIAP, 2024.

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

Tabla 5. Tratamientos en estudio y ciclos de evaluación en las comunidades de Santa Isabel, Atar y Pilacumbi. Provincias de Chimborazo, Cañar y Cotopaxi, Ecuador, 2024.

Tratamientos en estudio	Ciclos de evaluación				
	1ero	2do	3ro	4to	5to
T ₁ = Labranza convencional, sin residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₂ = Labranza convencional, con residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₃ = Labranza reducida, sin residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₄ = Labranza reducida, con residuo	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto
T ₅ = Testigo (manejo del agricultor)	Papa	Avena-vicia	Cebada	Haba	Pasto

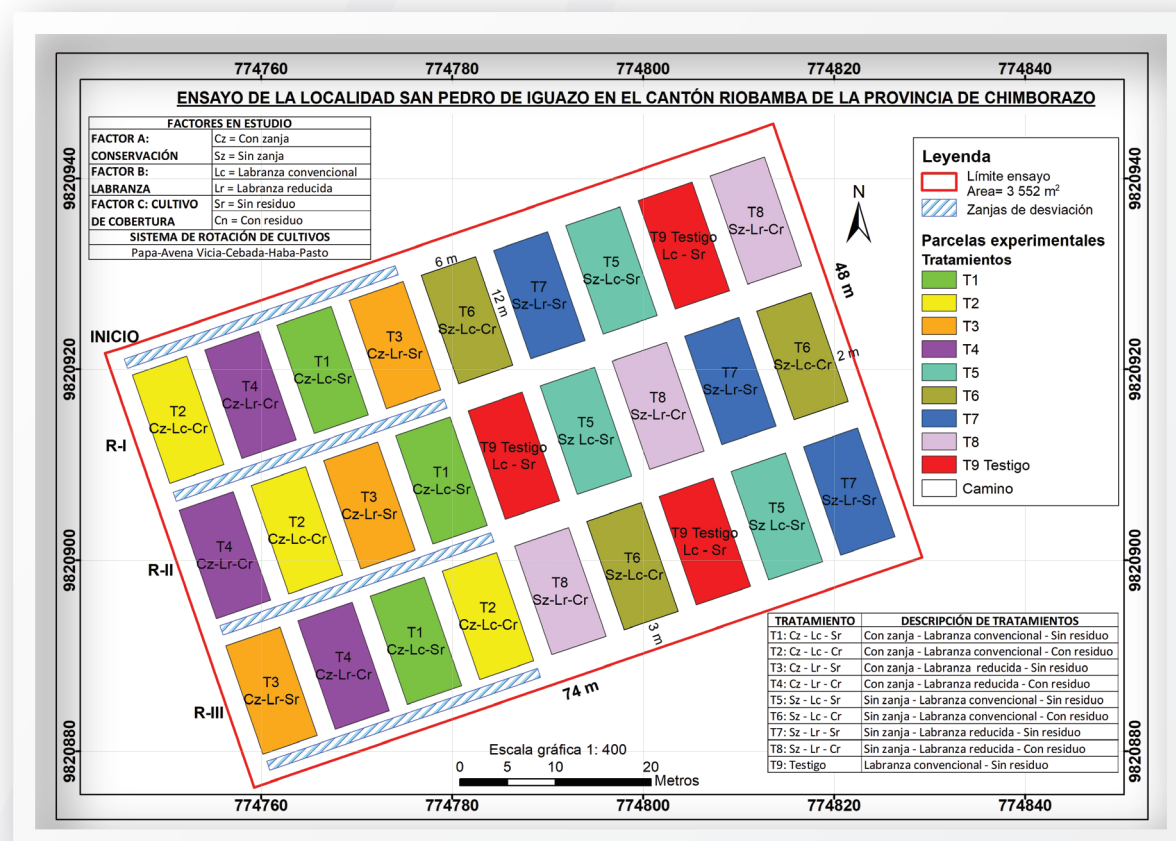
Fuente: INIAP, 2024.

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

3.6. Diseño experimental

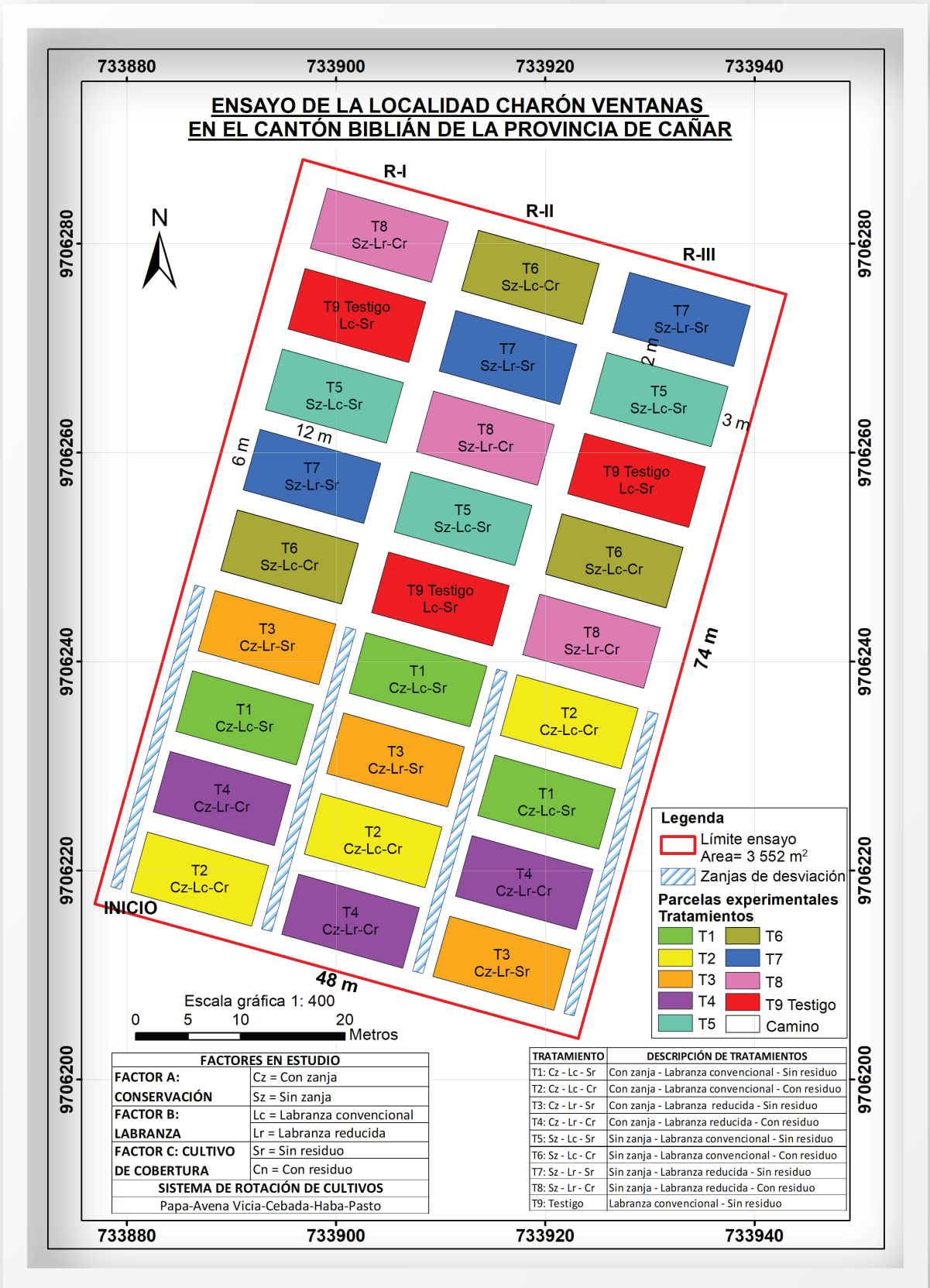
En las investigaciones localizadas en las comunidades de San Pedro de Iguazo (Figura 14), Charón Ventanas (Figura 15) y Cuturiví Chico (Figura 16), se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar “DBCA” en arreglo de Parcela Dividida, en donde el factor A corresponde a la parcela principal y los factores B y C como parcela dividida sobre el factor A, con tres repeticiones por tratamiento, más un testigo para comparar con el resto de tratamientos.

Figura 14. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de San Pedro de Iguazo. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.



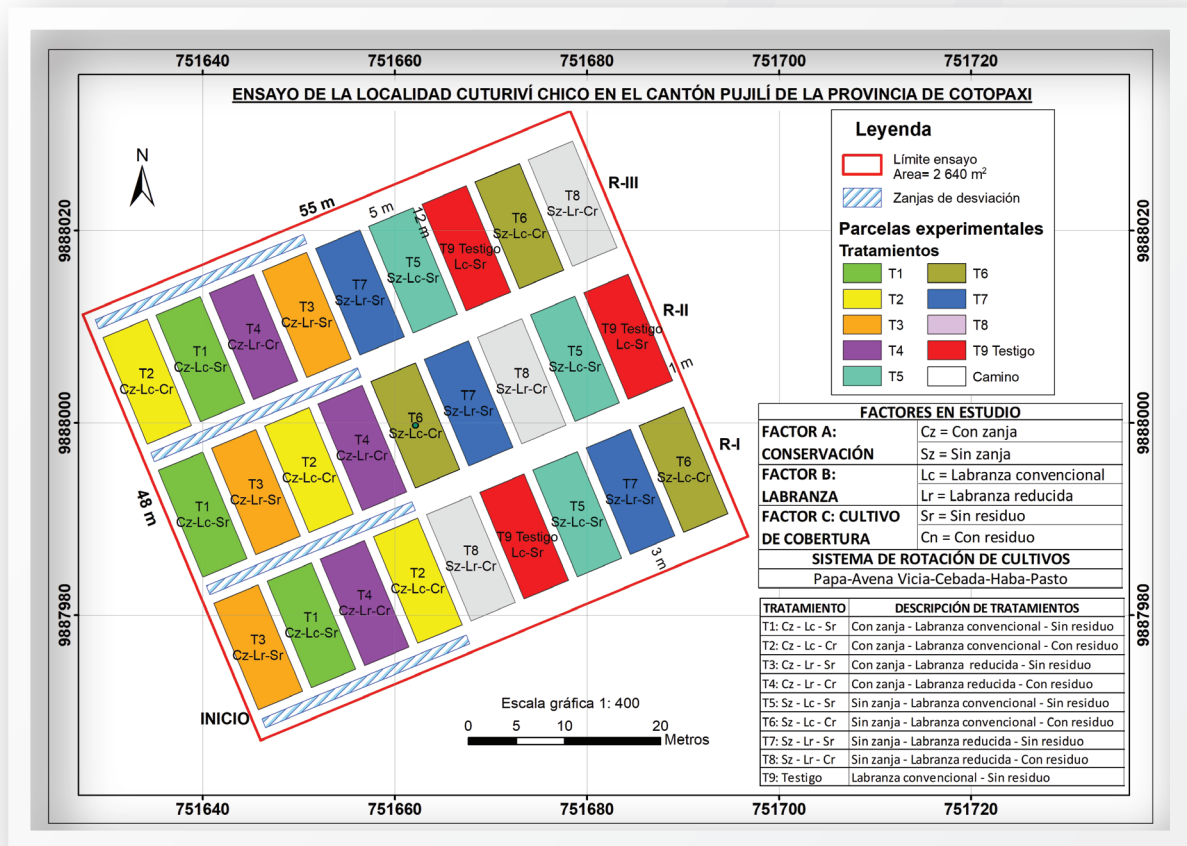
Fuente: INIAP, 2024.

Figura 15. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de San Pedro de Iguazo. Microcuenca del río Blanco, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

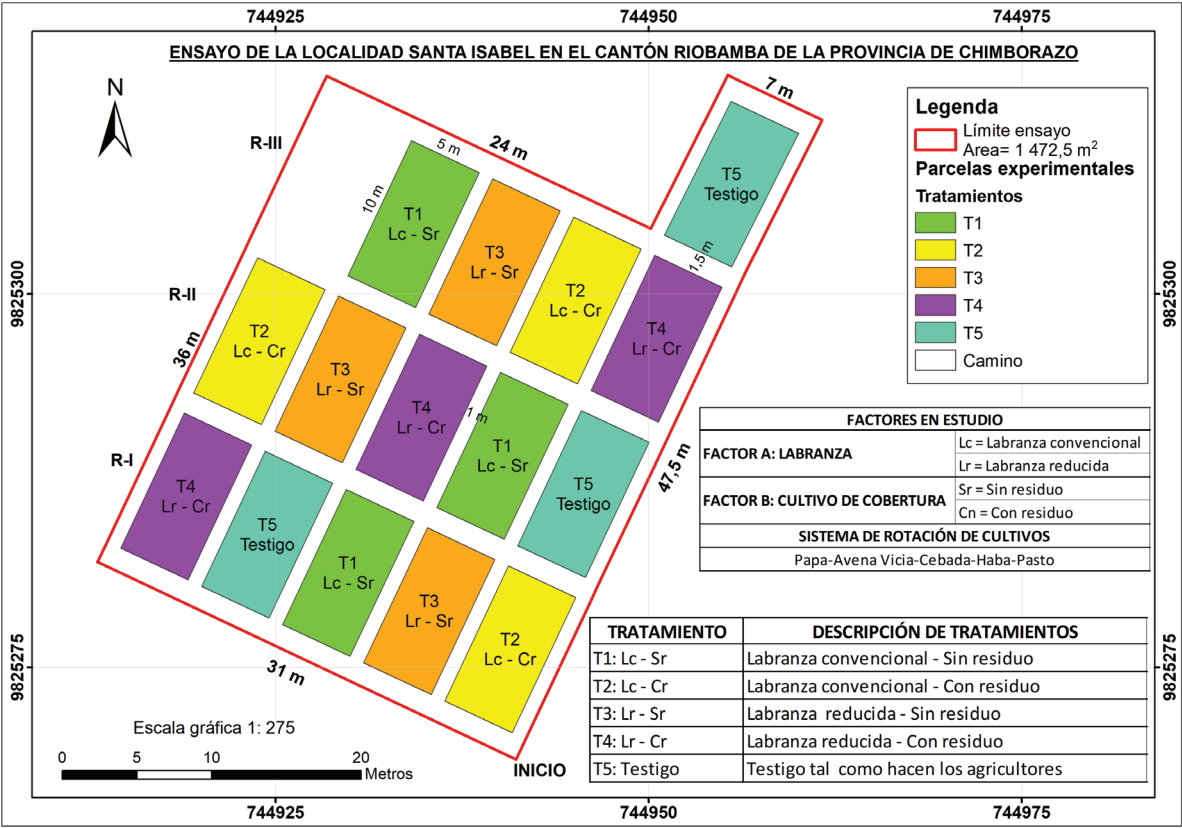
Figura 16. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de Cuturiví Chico. Microcuenca del río Isinche, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

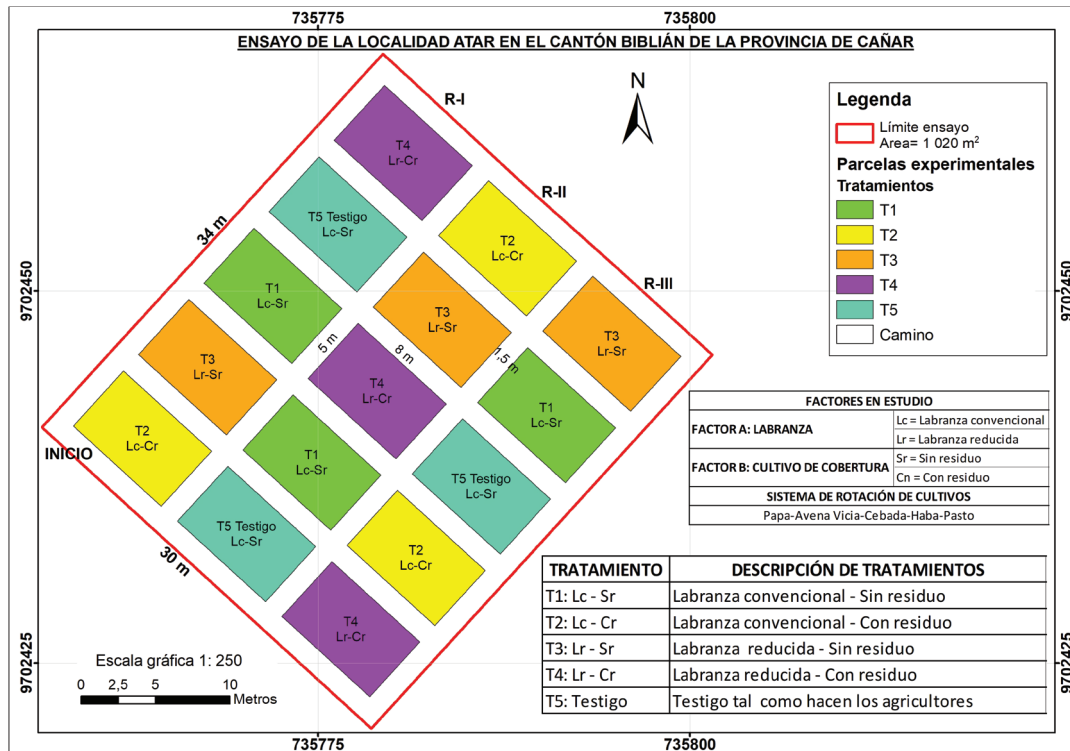
En las investigaciones localizadas en las comunidades de Santa Isabel (Figura 17), Atar (Figura 18) y Pilacumbi (Figura 19), se utilizó el diseño de Bloques Completamente al Azar "DBCA" en un arreglo factorial A x B, con tres repeticiones por tratamiento, más un testigo para comparar con el resto de tratamientos.

Figura 17. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de Santa Isabel. Microcuenca del río Chimborazo, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.



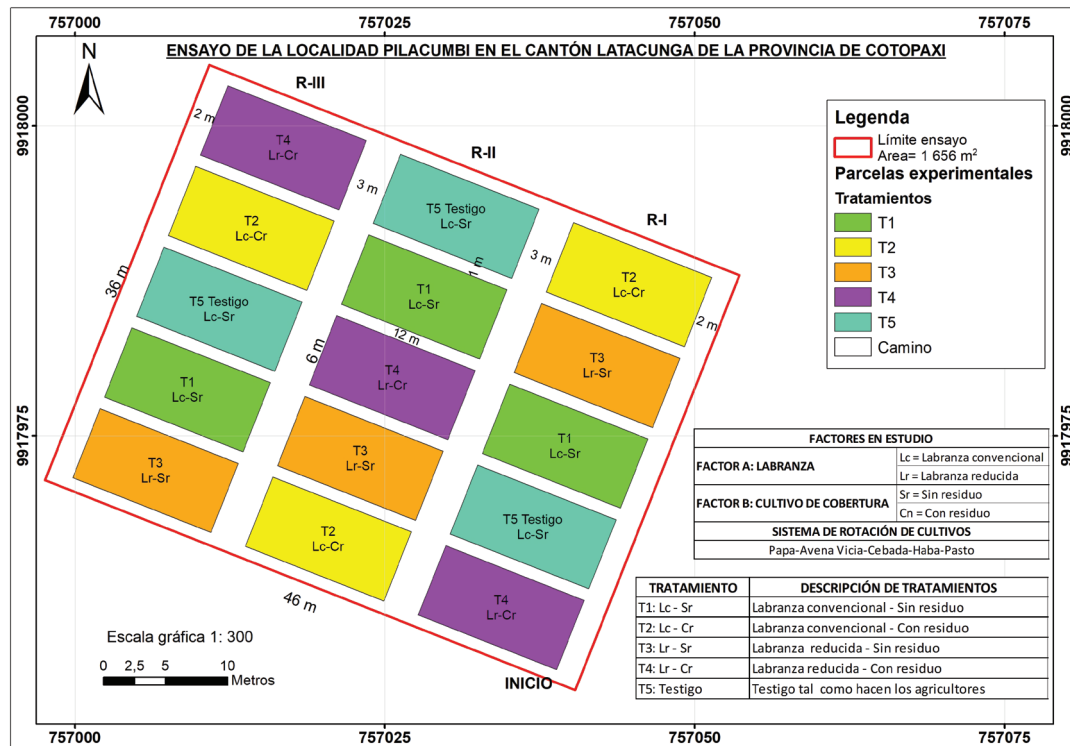
Fuente: INIAP, 2024.

Figura 18. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de Atar. Microcuenca del río Burgay, provincia de Cañar-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

Figura 19. Parcelas experimentales establecidas en la comunidad de Pilacumbi. Microcuenca de la Quebrada Pilacoto, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.



Fuente: INIAP, 2024.

4. Manejo agronómico de los cultivos

El manejo agronómico de las prácticas de AC que se están implementando en cada uno de los cultivos de rotación, sugeridos para las microcuencas en estudio, corresponde a 5 ciclos de evaluación y que de manera secuencial son los cultivos de papa, avena-vicia, cebada, haba y pastos, los cuales pueden ser utilizados en otras áreas de la RA del Ecuador que tengan el sistema papa-pasto, con validaciones de tecnología de acuerdo a cada área agroecológica y socioeconómica.

Respecto a la conservación de suelos, se deben realizar zanjas de desviación de agua, separadas cada 10 m en pendientes pronunciadas y de acuerdo a la superficie que disponga el terreno a una profundidad de 0.50 m. El trazado se debe realizar con la ayuda de un nivel en A, con una pendiente del 1%.

En las parcelas de labranza reducida, en todos los cultivos, se debe aplicar Glifosato en dosis de 2000 cc por 160 litros de agua (12.50 cc l⁻¹ de agua) por hectárea, 15 días antes de la siembra, para controlar las malezas; en las parcelas de labranza convencional este control debe ser manual con azadón. Para la preparación del suelo, tanto para la labranza convencional y reducida se debe utilizar azadón.

Con relación a la labranza, en el cultivo de papa, no se debe preparar el suelo y solo se tiene que virar el suelo y pasto (**chamba**), y la distancia de siembra debe ser de 0.40 m entre plantas y 1 m entre surcos. Para el cultivo de avena-vicia y cebada, no se debe remover el suelo y se siembra la semilla al voleo; en ambos casos se debe tapar la semilla con una capa superficial de suelo. En el cultivo de haba, se debe utilizar un espeque para realizar el hoyo y poner dos semillas por sitio a una distancia de 0.40 m entre plantas y de 0.80 m entre surcos. Para el cultivo de pasto, no se debe preparar el suelo para la siembra y se debe sembrar al voleo.

Para la fertilización, en el cultivo de papa, a la siembra, se debe aplicar el fertilizante a chorro continuo al fondo del surco, luego taparlo con una ligera capa de tierra para que no esté en contacto con la semilla; al rascadillo, aplicar el fertilizante en corona alrededor de la planta. En la cebada y avena-vicia, a la siembra y a los 50 días después de la siembra, se debe aplicar el fertilizante al voleo, luego tapar el fertilizante con una ligera capa de tierra. Para la pastura, el fertilizante se debe aplicar al voleo, 3 a 5 días después del primer corte.

La cobertura del suelo con residuos, consiste en cosechar el producto y dejar los residuos de las plantas sobre el suelo, de la siguiente manera: para el cultivo de papa, luego de cosecharla, se debe dejar toda la planta en el suelo; en el cultivo de avena-vicia, se debe cortar el forraje y dejarlo en el suelo; en el cultivo de cebada, se debe cortar toda la planta y trillarla y el residuo devolverlo al suelo; en el cultivo de haba, se debe cosechar el producto, cortar la planta y dejarla en el suelo; y, para el caso del pasto, se debe cortar el forraje y retirarlo para la alimentación de animales bovinos, principalmente.

Para el control fitosanitario se debe promover el manejo integrado de plagas y enfermedades (**MIPE**). Además, dependiendo de la plaga o enfermedad presente en el cultivo, se debe utilizar productos de baja toxicidad; para plagas: Cypermethrin, Abamectina, Fipronil, Acephate, Clorpirifos y Thiamethoxam, y para gusano blanco, trampas; para enfermedades: Cymoxanil, Dimetomorf, Azufre, Benomyl y Carbendazim.

Hasta la fecha, se han establecido los cultivos de papa y avena-vicia, implementados con prácticas de manejo integrado de cultivo (**MIC**) del INIAP, así como con las prácticas de manejo del agricultor prevalentes en las microcuencas, tal como se describe en las Tablas 6, 7 y 8.

Tabla 6. Agronomía de los cultivos de papa y avena-vicia utilizados en las investigaciones realizadas en las microcuencas de los ríos Blanco y Chimborazo, provincia de Chimborazo-Ecuador, 2024.

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Variedad del cultivo	Superchola	Avena variedad INIAP 82 Vicia variedad común

Prácticas con manejo integrado del cultivo (MIC) – INIAP

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Densidad de siembra	1125 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹ (100 kg de avena más 30 kg de vicia)
Fertilización inicial	80-180-96 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	35-100-50 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
Fertilización de complemento	120-120-64 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O a los 60 días después de la siembra	23 kg ha ⁻¹ de N a los 45 días después de la siembra
Manejo de plagas y enfermedades	Para controlar las malezas, en la preparación del suelo, en todos los cultivos se aplicó glifosato en dosis de 12.5 cc l ⁻¹ de agua 15 días antes de la siembra. Dependiendo de la plaga o enfermedad presente en el cultivo, se utilizaron productos de baja toxicidad; para plagas: thiamethoxam, abamectina y acephate, en el caso de gusano blanco se utilizó trampas; y para enfermedades: cymoxanil, azufre, cimoxanil, fosetil aluminio, encantia y propineb, en dosis de 2 g l ⁻¹ de agua.	
	Para controlar las malezas, en la preparación del suelo, en los tratamientos AC se aplicó glifosato en dosis de 12.5 cc l ⁻¹ de agua 15 días antes de la siembra. No se realizó controles fitosanitarios.	

Prácticas con el manejo del agricultor

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Densidad de siembra	1350 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹ (100 kg de avena más 30 kg de vicia)
Fertilización inicial	40-90-48 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	00-00-00 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
Fertilización de complemento	60-60-32 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O a los 60 días después de la siembra	23 kg ha ⁻¹ de N a los 45 días después de la siembra



Prácticas con el manejo del agricultor

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Método de control fitosanitario	El manejo de malezas típicamente incluía el uso del control manual con azadón. El control de plagas y enfermedades se basó en el conocimiento de los expendedores de pesticidas que tradicionalmente recomiendan productos de alta toxicidad; para plagas: cypermethrin, profenophos y clorpirifos; y para enfermedades: cymoxanil, benomyl y carbendazim en mayores dosis en relación con las prácticas de AC.	Para controlar las malezas, en la preparación del suelo, se realizó manualmente con la utilización de un azadón 15 días antes de la siembra. No se realizaron controles fitosanitarios

Fuente: INIAP, 2024.

Tabla 7. Agronomía de los cultivos de papa y avena-vicia utilizados en las investigaciones realizadas en la microcuenca del río Burgay, provincia de Cañar-Ecuador, 2024.

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Variedad del cultivo	Superchola	Avena variedad INIAP 82 Vicia variedad común

Prácticas con manejo integrado del cultivo (MIC) – INIAP

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Densidad de siembra	1125 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹ (100 kg de avena más 30 kg de vicia)
Fertilización inicial	80-180-60 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	50-100-50 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
Fertilización de complemento	120-120-40 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O a los 60 días después de la siembra	0-0-0 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
Manejo de plagas y enfermedades	Para controlar las malezas, en la preparación del suelo, en los cultivos se aplicó glifosato en dosis de 2000 cc ha ⁻¹ (160 litros de agua por 12.5 cc l ⁻¹ de agua), 15 días antes de la siembra. Dependiendo de la plaga o enfermedad presente en el cultivo, se utilizaron productos de baja toxicidad; para plagas: acephate y thiamethoxam, en el caso de gusano blanco se utilizó trampas; y para enfermedades: cymoxanil, azufre, fosetyl aluminio, mancozeb, benomyl y carbendazim.	
	Para controlar las malezas, en la preparación del suelo, en los cultivos se aplicó glifosato en dosis de 2000 cc ha ⁻¹ (160 litros de agua por 12.5 cc l ⁻¹ de agua), 15 días antes de la siembra. No se realizó controles fitosanitarios ya que el fin del cultivo fue forraje para la alimentación de animales o venta.	

Prácticas con el manejo del agricultor

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Densidad de siembra	1125 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹ (100 kg de avena más 30 kg de vicia)
Fertilización inicial	40-90-30 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	25-50-25 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
Fertilización de complemento	60-60-20 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O a los 60 días después de la siembra	00-00-00 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O

Prácticas con el manejo del agricultor

Componentes agrícolas

Papa 2023

Avena-vicia 2023-2024

Método de control fitosanitario

El manejo de malezas típicamente incluía el uso del control manual con azadón. El control de plagas y enfermedades se basó en el conocimiento de los expendedores de pesticidas que tradicionalmente recomiendan productos de alta toxicidad; para plagas: cypermethrin, profenophos y clorpirifos; y para enfermedades: cymoxanil, benomyl y carbendazim en mayores dosis en relación con las prácticas de AC.

Para controlar las malezas, en la preparación del suelo, se realizó manualmente con la utilización de un azadón, 15 días antes de la siembra. No se realizaron controles fitosanitarios.

Fuente: INIAP, 2024.

Tabla 8. Agronomía de los cultivos de papa y avena-vicia utilizados en las investigaciones realizadas en las microcuencas de los ríos Isinche y Quebrada Pilacoto, provincia de Cotopaxi-Ecuador, 2024.

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Variedad del cultivo	Superchola	Avena variedad INIAP 82 Vicia variedad común

Prácticas con manejo integrado del cultivo (MIC) – INIAP

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Densidad de siembra	1125 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹ (100 kg de avena más 30 kg de vicia)
Fertilización inicial	80-180-60 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	52-90-30 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
Fertilización de complemento	120-120-40 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O a los 60 días después de la siembra	23-0-0 kg ha ⁻¹ de N a los 45 días después de la siembra
Manejo de plagas y enfermedades	Para controlar las malezas, en la preparación del suelo, en todos los cultivos se aplicó glifosato en dosis de 12.5 cc l ⁻¹ de agua 15 días antes de la siembra. Dependiendo de la plaga o enfermedad presente en el cultivo, se utilizaron productos de baja toxicidad; para plagas: acephate, thiamethoxam y abamectina, en el caso de gusano blanco se utilizó trampas; y para enfermedades: cymoxanil, azufre, dimetomorf y propineb.	

Prácticas con el manejo del agricultor

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Densidad de siembra	1125 kg ha ⁻¹	130 kg ha ⁻¹ (100 kg de avena más 30 kg de vicia)
Fertilización inicial	40-90-30 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O	35-45-15 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O
Fertilización de complemento	60-60-20 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O a los 60 días después de la siembra	0-0-0 kg ha ⁻¹ de N-P ₂ O ₅ -K ₂ O

Prácticas con el manejo del agricultor

Componentes agrícolas	Papa 2023	Avena-vicia 2023-2024
Método de control fitosanitario	El manejo de malezas típicamente incluía el uso del control manual con azadón. El control de plagas y enfermedades se basó en el conocimiento de los expendedores de pesticidas que tradicionalmente recomiendan productos de alta toxicidad; para plagas: cypermethrin, profenophos y clorpirifos; y para enfermedades: cymoxanil, benomyl y carbendazim en mayores dosis en relación con las prácticas de AC.	Para controlar las malezas, en la preparación del suelo, se realizó manualmente con la utilización de un azadón 15 días antes de la siembra. No se realizaron controles fitosanitarios

Fuente: INIAP, 2024.

5. Las prácticas de agricultura de conservación promueven

5.1. El rendimiento de los cultivos

La adición constante de carbono orgánico al suelo a través de los procesos de mineralización de los residuos vegetales de los cultivos y de la avena-vicia en la superficie del suelo, proporcionará mejores rendimientos en los cultivos en rotación, preservará y fomentará el equilibrio de la materia orgánica en el suelo, y mejorará las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (**Barrera et al., 2021**). La cobertura con residuos resultará ser una práctica de AC que produce beneficios agronómicos positivos, mejorando la productividad de los cultivos, el reciclaje de macro y micro nutrientes, el estado del suelo, y la eliminación de malezas y plagas (**Delgado et al., 2019**); por lo tanto, en lugar de explotarlos para la alimentación animal sería importante reciclarlos para mantener la fertilidad y productividad de los suelos andinos.

Se esperaría que los productores y sus familias adopten las prácticas como la labranza reducida y mantener un suelo cubierto con residuo de cosecha y con un cultivo de cobertura como avena-vicia, debido a que estos contribuirán a incrementar los rendimientos de papa, avena-vicia, cebada, haba y pasto, en comparación con aquellas prácticas en donde se hace labranza convencional, y no se mantiene una cobertura del suelo con residuo.

5.2. Mejores beneficios y disminución en los costos

Los mejores beneficios bruto y neto en USD ha⁻¹ por ciclos de cultivo en rotación se espera conseguir al realizar la labranza reducida y mantener el suelo con residuos. La labranza reducida y la cobertura con residuos, permitirán disminuir los costos totales en USD ha⁻¹ en comparación al uso de la labranza convencional y cobertura sin residuos, mismos que estarán influenciados por la menor utilización de mano de obra al transcurrir los años de rotación de cultivos. Si bien el costo total en USD ha⁻¹ se incrementará por el uso de la tecnología INIAP para el manejo de los cultivos, este se verá recompensado con los mejores beneficio bruto y beneficio neto en USD ha⁻¹, alcanzados cuando los cultivos produzcan más y, por consiguiente, producirán mayores ganancias (**Barrera et al., 2021**).

5.3. El mejoramiento de nutrientes del suelo

La retención de residuos de cosecha y los residuos de cultivos de cobertura como avena-vicia 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 (**Barrera et al., 2021**). Se debe reconocer que es difícil señalar la contribución exacta que la retención de residuos y los cultivos de cobertura inciden en la productividad de los cultivos, pero ciertamente mejora la disponibilidad de nutrientes, la humedad del suelo y la eliminación de malezas y otras plagas.

6. Consideraciones sobre las prácticas de agricultura de conservación

La investigación sobre “La agricultura de conservación promueve la seguridad y soberanía alimentaria y el manejo de recursos naturales en las microcuencas de la Región Andina del Ecuador”, que se va a desarrollar durante un período de al menos tres años, mostrará un beneficio positivo en los rendimientos en $t\ ha^{-1}$ de los cultivos en rotación (**papa, avena-vicia, cebada, haba y pasto**), en el beneficio neto en USD ha^{-1} y los contenidos de nutrientes en el suelo.

El uso de la labranza reducida y retención de residuos en el suelo, en donde se incluye el cultivo de cobertura avena-vicia, mejorarán en gran medida el contenido y el reciclaje de nutrientes, mismo que se verá reflejado en el incremento del rendimiento de los cultivos, en comparación con la práctica convencional del agricultor. Estas prácticas protegerán a los suelos de una erosión eminente, bajo las condiciones de los suelos de estas microcuencas, considerados de alta vulnerabilidad.

Los beneficios en el reciclaje de nutrientes que los productores pueden obtener cuando dejen en la superficie del suelo los residuos de cosecha y cultivos de cobertura como la avena-vicia serán notorios, sin embargo, esto representará un sacrificio en términos económicos debido a que no van a disponer de forraje para los animales. Será importante, que los productores vayan dedicando poco a poco un porcentaje de estos residuos y cultivos de cobertura para reciclarlos en el suelo, caso contrario en el mediano plazo, los nutrientes de esos suelos se verán disminuidos ostensiblemente y menos productivos. Si finalmente, no remueven los residuos de los cultivos y utilizan las prácticas de labranza reducida, contribuirán a mejorar los rendimientos, reducir la erosión de los suelos y mantener su productividad y mejorar la capacidad para adaptarse al cambio climático.

Aunque los productores son conscientes de los beneficios ambientales de las prácticas de AC, las consideraciones económicas serán los principales motores para adoptar estas prácticas o no; por lo que, el incremento en el beneficio bruto y neto, y disminución en el costo de producción que representan las prácticas de AC en comparación con las prácticas convencionales del agricultor, van a ser motivadores para su adopción. Estas innovaciones en AC mejorarán la sostenibilidad de los sistemas de cultivos y también generarán beneficios fuera de los sistemas de producción en forma de reducción de la erosión y por ende mejorará la calidad del agua de las microcuencas.

Las prácticas de AC que se están investigando serán alternativas que los productores de las microcuencas en estudio podrán usar para incrementar sus ingresos económicos, la productividad de sus cultivos y la sostenibilidad de sus sistemas. Con adaptaciones limitadas, estas prácticas podrán beneficiar a casi 200000 sistemas de producción ubicados en esta Región o entornos similares, al ayudar a los productores a adaptarse a un clima cambiante y ayudando a garantizar la seguridad alimentaria futura en la región con la implementación de prácticas de gestión más sostenibles y económicamente viables.

7. Bibliografía citada

- 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
- Barrera, V.; Delgado, J.; Alwang, J.; Escudero, L.; Arévalo, J.; Cartagena, Y. 2020. Prácticas de agricultura de conservación que promueven la productividad y sostenibilidad del sistema de producción papa-pastos en la microcuenca del río Illangama, Ecuador. *Boletín Divulgativo No. 448*. Editorial ARCOIRIS Producción Gráfica. Quito, Ecuador. 38 pp.
- Barrera, V.; Escudero, L.; Alwang, J.; Andrade, R. 2012. Integrated management of natural resources in Ecuador Highlands. *Agricultural Sciences*, 3(5), 768-779.
- Barrowclough, M.; Stehouwer, R.; Alwang, J.; Gallagher, R.; Barrera, V.; Domínguez, J. 2016. Conservation agriculture on steep slopes in the Andes: Promise and obstacles. *Journal of Soil and Water Conservation*, 71, 91-102.
- Chela, E. 2008. Evaluación de la pérdida del suelo por erosión hídrica en tres sistemas de producción en la microcuenca de la quebrada chilcapamba cantón Chillanes, provincia de Bolívar. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Universidad Estatal de Bolívar.
- Delgado, J.; Barrera, V.; Alwang, J.; Villacís, A.; Cartagena, Y.; Neera, D.; Monar, C.; Escudero, L. 2020. Potential use of cover crops for soil and water conservation, nutrient management, and climate change adaptation across the tropics. *Advances in Agronomy # 2020 Elsevier Inc.* ISSN 0065-2113 All rights reserved. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2020.09.003>
- 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.
- ECURED. 2016. Provincia de Cotopaxi. https://www.ecured.cu/Provincia_de_Cotopaxi. (Consulta el 15 de junio de 2024). Quito. Ecuador.
- 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*, 179, 130-140.
- Henry, A.; Mabit, L.; Jarramillo, R.; Cartagena, Y.; Linch, J. 2013. Land use effects on erosion and carbon storage of the río Chimbo watershed, Ecuador. *Plant and Soil*, 367, 477-491.
- INEC. 2024. Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2023. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-superficie-y-produccion-agropecuaria-continua-2023/>
- INEC. 2021. Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo ENEMDU. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/POBREZA/2021/Junio2021/202106_PobrezayDesigualdad.pdf (Consulta el 10 de junio de 2024). Quito. Ecuador.
- INIAP. 2024. Boletines Divulgativos para las provincias de Cotopaxi, Chimborazo y Cañar. Estación Experimental Santa Catalina, Unidad de Economía Agrícola y Cambio Climático. Quito, Ecuador.

- MAE. 2014. Mapa de Vegetación de Ecuador Continental. Ministerio del Ambiente de Ecuador. Quito, Ecuador.
- PDOT San Juan. 2021. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia de San Juan. Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial de San Juan. Administración 2019 – 2023. Disponible en: <https://gad-sanjuanchimborazo.gob.ec/pdot> (Consulta el 19 de junio de 2024). Chimborazo. Ecuador.
- 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.
- PDOT Biblián. 2015. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Biblián. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal. Disponible en: <https://gadbiblian.gob.ec/wp-content/uploads/2020/02/Plan-de-ordenamiento-1.pdf> (Consulta el 23 de junio de 2024). Cañar. Ecuador.
- PDOT Pujilí. 2021. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Pujilí. Gobierno Autónomo Descentralizado cantonal de Pujilí. Administración 2019 – 2023. Disponible en: <https://gadpujilicotopaxi.gob.ec/pdot> (Consulta el 19 de mayo de 2023). Cotopaxi, Ecuador.
- PDOT Pilacumbi. 2021. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia de Pilacumbi. Gobierno Autónomo Descentralizado parroquial de Pilacumbi. Administración 2019 – 2023. Disponible en: <https://gadpilacumbicotopaxi.gob.ec/pdot> (Consulta el 19 de mayo de 2023). Cotopaxi, Ecuador.
- PDOT Toacaso. 2020. Plan de Desarrollo y de Ordenamiento Territorial de la Junta Parroquial de Toacaso (2020).
- PROMAREN. 2012. Plan De Manejo y Cogestión Para El Territorio de la Microcuenca Del Río Chimborazo. Código Del Proceso: Lcc-Gadpch-003- 2012. San Juan – Riobamba Chimborazo – Ecuador.
- Sierra, R. 1999. Propuesta de clasificación de vegetación para el Ecuador Continental. Quito – Ecuador.



EL NUEVO
ECUADOR 

**Instituto Nacional de
Investigaciones Agropecuarias**

FASA



@iniapec



@iniapecuador



@iniapecuador

www.iniap.gob.ec