



Capítulo 2

Caracterización geográfica y tecnologías locales de producción asociadas al sistema productivo papa en el departamento de Nariño

Carlos Andrés Benavides Cardona, Carlos Alberto Marcillo Paguay, Eliana Martínez Pachón, David Andrés Calvache Muñoz, Sabely Nataly Yandar Erazo, Luis Fernando Gómez Gil, Sandra del Carmen Insuasty Córdoba.

Introducción

La variabilidad en la distribución espacial de los sistemas productivos agrícolas en general ha dificultado el desarrollo de acciones institucionales, regionales y locales que permitan la gestión y la solución concreta a limitantes de cualquier orden, asociadas al desarrollo de actividades en localidades particulares (Instituto Colombiano de Desarrollo Rural [Incoder] & Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica], 2005). Esta situación, que para estos sistemas debería ser abordada desde su particularidad, ocasiona una sobredimensión en cuanto a la consideración de los recursos para emplear y disminuye, por ende, los potenciales de rentabilidad, sostenibilidad y competitividad acordes con sus reales características.

Las bases de los planes de desarrollo generados por el Gobierno Nacional durante los periodos 2014-2018 y 2018-2022 ratifican la importancia del sector agropecuario para la consolidación del capital socioeconómico del país. Con lo mencionado, y dentro de las acciones enmarcadas para el sector, se encuentran fundamentalmente: promover la transformación productiva agropecuaria a través del ordenamiento de la producción y el desarrollo de clústeres y cadenas de valor que integren la producción industrial con la de pequeños, medianos y grandes productores, como acciones que se deben desarrollar a través de la articulación entre dependencias gubernamentales e instituciones responsables de la investigación agrícola en el país. Además, adelantar procesos de planificación agropecuaria integral, zonificación por aptitud de uso del suelo con oferta tecnológica, garantía de seguridad alimentaria, abastecimiento y suministro de alimentos y productos para la demanda del mercado nacional e internacional, así como el desarrollo de una agricultura climáticamente inteligente (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2014a; 2019).

Vincular el análisis de los componentes social y económico con los resultados de la zonificación agropecuaria, además de ubicar las áreas con mayor vocación para las actividades de los sistemas productivos particulares, permite reconocer la capacidad de acceso de las comunidades a la infraestructura disponible para el impulso intersectorial. Así mismo, contribuye con la selección de componentes productivos y comerciales regionales al posibilitar la focalización de escenarios en los cuales es factible incorporar variaciones técnicas y económicas e innovaciones tecnológicas dirigidas a planes de manejo eficiente.

La información necesaria para este tipo de caracterización debe permitir, además, identificar aquellas zonas donde se logre una mayor eficiencia productiva y también se reconozca un mejor uso de los recursos de origen técnico, social y ambiental. Desde el punto de vista institucional, estas podrán disponer de información relevante para la asignación y la orientación de sus recursos humanos, físicos y económicos, ampliando así la posibilidad de aplicación de estrategias participativas para la captura de demandas tecnológicas y servicios agropecuarios (Incoder & Corpoica, 2005).

Según la Unidad de Planificación Rural y Agropecuaria (UPRA, 2014), en Colombia, para la mayoría de los sistemas agrícolas, el análisis de los problemas asociados a sus sistemas productivos y la definición de alternativas de manejo espacial, a partir de la integración de múltiples factores, han sido limitados. El énfasis se ha centrado en los aspectos edafoclimáticos, sin considerar en mayor medida los procesos ecosistémicos, sociales, culturales y políticos, fundamentales en la planificación de los sistemas productivos.

La papa (*Solanum tuberosum* L.), además de ser un sistema productivo de importancia social y económica para el país y el departamento de Nariño, también se ha catalogado, en términos de consumo, como fuente alimenticia de importancia global después del trigo y el arroz (Campos & Ortiz, 2019). Por su plasticidad fenotípica y su capacidad de adaptación a diferentes ambientes, puede localizarse en una amplia gama de contextos productivos, con comportamientos diferenciales asociados a las comunidades, ya sea por la adaptación de cultivares o por diferentes prácticas de manejo agronómico.

La papa se cultiva en 35 de los 64 municipios de Nariño (Gobernación de Nariño & Universidad Sergio Arboleda, 2018); de estos, representa especial importancia en los 21 municipios descritos como área de influencia del presente trabajo de investigación. En ellos, la presencia de un genotipo, variedad o cultivar particular se ha basado principalmente en características asociadas a la comercialización a escala regional, con menor importancia del factor técnico. Por lo tanto, indistinto de las características geográficas y ambientales de cada municipio, es común observar un manejo diferencial derivado de prácticas provenientes de otras zonas e, incluso, de otros sistemas productivos.

Basados en el anterior contexto, en este capítulo se presentarán los resultados de la delimitación y caracterización de las zonas o ambientes homogéneos en el área cultivada con papa en los 21 municipios. Se evaluaron las características asociadas a la aptitud de los materiales cultivados intra e interzonas, los materiales diferentes a aquellos comercializados tradicionalmente y las prácticas de producción que permitan generar herramientas futuras de planeación, no solo desde el punto de vista geográfico, sino también desde lo socioeconómico y lo cultural, bajo la premisa de optimizar el sistema productivo sin amenazar su sostenibilidad ambiental. Esta información se constituyó, además, en la base para evaluaciones *in situ* multiambientales (que hicieron parte del mismo proyecto) con genotipos particulares, con la intención de generar una zonificación detallada al nivel de nichos específicos para cultivares determinados.

Marco de referencia y contexto del sistema productivo papa

En el ámbito de la producción agropecuaria, se define como “evaluación de la tierra” al proceso que permite identificar y valorar los usos específicos que se adaptan a las condiciones particulares de esta. Considerando estos elementos, identificar los usos más idóneos se convierte en una herramienta importante para la planificación y la gestión; así, el objetivo primordial de evaluar las tierras agrícolas consiste en gestionar de la mejor manera posible su uso sostenible para beneficio del pueblo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO], 2007).

Rossiter (1994) afirmó que, a pesar de que los métodos de clasificación de tierras se venían practicando desde tiempo atrás, en los años setenta surgió una corriente de pensamiento en contra de las metodologías utilizadas. Argumentó que, para esa fecha, su estudio y clasificación se basaban únicamente en factores edafoclimáticos e ignoraban aspectos sociales y económicos. Tampoco consideraban sus requerimientos específicos y agrupaban clases con características muy diferentes y, finalmente, no eran aplicables fuera del área donde se desarrollaban, por lo cual su generalización implicaba errores fundamentales.

Con relación a lo anterior, la FAO (2007) recopiló información de diferentes autores y sus esquemas para la evaluación de tierras en diferentes contextos, tales como guías para usos forestales, agricultura bajo riego, requerimientos hídricos y agricultura en tierras secas, entre otras, y propuso a partir de ello un documento de discusión para orientar el enfoque futuro, en el cual se consideran criterios relacionados con elementos económicos y tradicionales y con elementos biofísicos usados para predecir el valor microeconómico de la implementación de un determinado uso de la tierra en una superficie particular. A partir de estas discusiones, se generaron una serie de metodologías adaptables a casos específicos y objetivos particulares de investigación.

Sin embargo, cuando se considera la planificación del uso de la tierra con fines productivos, se debe propender por la búsqueda de la sostenibilidad, entendiéndola como la articulación de las áreas u objetivos del desarrollo sostenible. Es decir, reconocer criterios a veces conflictivos tales como la eficiencia económica, la equidad social y la sostenibilidad ambiental, que se constituyen en un reto para procesos de planificación de tierras con fines agropecuarios (Hermanides & Nijkamp, 1998).

La evaluación socioeconómica y ambiental de tierras tiene dos enfoques. En primer lugar, debe sostenerse en la revisión de diferentes orientaciones en las cuales se haya involucrado el sistema y los objetivos propuestos, sintetizando algunos criterios e indicadores asociados; en segundo lugar, debe considerar una descripción del modelo de análisis multicriterio que se propone para el desarrollo de cada propuesta. Este proceso se debe realizar desde la perspectiva del análisis jerárquico para que así se pueda abordar cada proyecto desde un marco transdisciplinar, que haga posible la inclusión y la participación de todos los actores en los procesos pre y postplanificación (UPRA, 2014).

En Colombia, la cadena de la papa juega un rol muy importante ya que genera anualmente alrededor de 264.000 empleos, de los cuales aproximadamente 75.000 son directos y 189.000 son indirectos. La producción se encuentra distribuida en 14 departamentos, entre los cuales se destacan Boyacá, Cundinamarca, Nariño y Antioquia, con aportes mayores al 90 % de la producción nacional. Cabe mencionar que en estos departamentos la producción se basa en genotipos que corresponden a las llamadas papas guatas (*S. tuberosum* grupo *Andigenum*) (Sistema de Información de Gestión y Desempeño de las Organizaciones de Cadenas [SIOC], 2019).

La investigación relacionada con la evaluación de diferentes cultivares en diversos ambientes se ha enfocado fundamentalmente al problema de la variabilidad genética, ocasionada en parte por los procesos de domesticación e intercambio cultural alrededor de la especie, y variedades nativas o mejoradas que, de acuerdo con la zona o la región productora, han adquirido planes de manejo asociados a requerimientos edafoclimáticos, sin considerar aspectos fundamentales que las pueden diferenciar (Rodríguez, 2010).

En la *Guía ambiental para el cultivo de la papa* (Federación Colombiana de Productores de Papa [Fedepapa] & Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT], 2004) se reportan, para el sistema productivo de papa en Colombia, alrededor de 250 municipios productores, con diversas condiciones ambientales y técnicas para su manejo y diversidad asociada a aspectos culturales, económicos, agroecológicos y sociales. Además, reportan que las principales áreas de cultivo en Cundinamarca, Boyacá y Nariño se superponen significativamente sobre las áreas de páramo en cerca del 40 % de ellos, que se localizan en el 83 % de los municipios productores del país.

Por su parte, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2011) realizó un estudio de caracterización agroclimática y análisis de amenazas en la zona papera de Cundinamarca y Boyacá en el cual, a través de la recopilación de información primaria y secundaria, se analizaron diferentes variables climáticas de la región con el fin de calcular el balance hídrico y la demanda de riego. De igual manera, realizó un análisis de las variaciones espaciales y temporales de los factores analizados con el fin de determinar modelos predictivos relacionados con el sistema de producción.

La Gobernación de Antioquia (2011) encontró en su estudio de zonificación agropecuaria, piscícola y forestal que el departamento posee, dentro de las áreas con vocación agrícola, 156.161 ha con diferentes aptitudes para el cultivo de papa, de las cuales 554 ha (0,4 %) poseen aptitud alta, 43.043 (27,5 %) aptitud media y 112.564 (72,1 %) aptitud marginal.

En Nariño, la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), a través del proyecto Modelos de Adaptación y Prevención Agroclimática (MAPA), estableció en dos municipios, en el centro y el norte del departamento, parcelas experimentales que permitieron proponer escenarios de variabilidad espacial en el cultivo como respuesta a la variación climática ocasionada por los fenómenos de El Niño y La Niña. El levantamiento de la información cartográfica tuvo en cuenta tanto variables biofísicas (zonas y subzonas hidrográficas, altitud, paisaje, etc.) como climáticas (distribución de la precipitación, temperatura, brillo solar, humedad relativa y distribución de la evapotranspiración). Con estos insumos construyó una serie de recomendaciones técnicas y tecnológicas que se encuentran compiladas, en conjunto con las de muchos otros sistemas productivos, en un sistema experto del mismo nombre (AGROSAVIA, 2017).

Materiales y métodos

Consolidación de la información para la identificación y caracterización de ambientes homogéneos

Con el propósito de recopilar información que diversas instituciones gubernamentales, universitarias y de investigación han generado sobre la zona de estudio, se realizó una revisión exhaustiva de aquellos temas que contribuyeran para el objetivo propuesto, fundamentalmente en aspectos como mapas, insumos cartográficos y planes de

ordenamiento y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA). Para el efecto, se acudió al Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), la Corporación Autónoma Regional de Nariño (Corponariño), las oficinas de planeación y agricultura de los diferentes municipios en estudio, las tesis de las universidades de Nariño y otras con influencia en la región, así como proyectos particulares.

En términos de las variables climáticas, la información suministrada por el IDEAM, basada en los datos registrados en las estaciones meteorológicas instaladas en la zona (figura 7), se complementó con la información agroclimática recopilada por AGROSAVIA en el proyecto MAPA. Lo anterior permitió crear una base de datos con la información climática para el periodo 1980-2014, que incluyó datos mensuales de precipitación, temperaturas mínima, máxima y media, humedad relativa y brillo solar.

Finalmente, con el fin de establecer los rangos óptimos de aptitud para la producción de papa en la zona de estudio, la información se complementó con una revisión de literatura relacionada con los requerimientos edafoclimáticos asociados para contar así con un referente para los diferentes materiales cultivados.

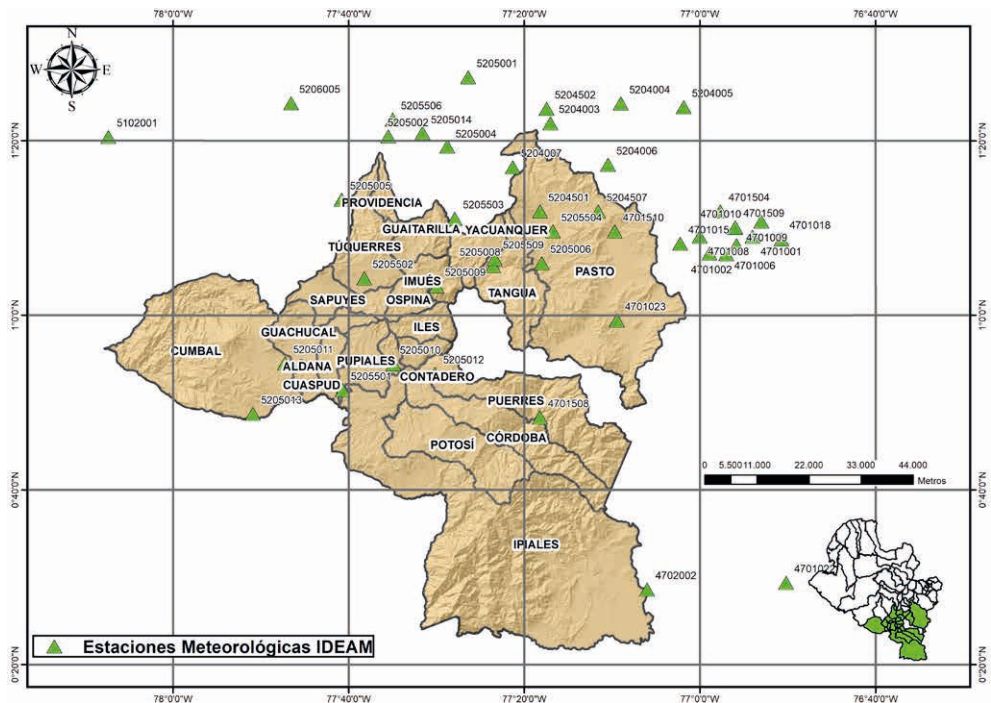


Figura 7. Estaciones meteorológicas oficiales seleccionadas para el análisis climático de la zona de estudio. Fuente: Elaboración propia

Obtención de la información primaria

La información primaria considerada para la caracterización biofísica de las zonas de influencia del proyecto tuvo en cuenta la encuesta a productores descrita en el anexo 1 del presente texto. Además de información relevante para todo el proyecto, generó datos como la georreferenciación de las fincas productoras y los topónimos o sitios de interés particular, prácticas agronómicas, insumos empleados, aspectos fitosanitarios limitantes y cultivares nativos y comerciales prevalentes en las zonas productoras que permitieron, a través del análisis descriptivo, cruzar la cartografía básica del estudio con aspectos diferenciales sobre las tecnologías locales de producción, es decir, con la información obtenida directamente con los productores de papa de los 21 municipios.

Con la utilización de parámetros estadísticos de tendencia central, se determinaron las variedades de papa preponderantes en la zona de estudio y su presencia en los ambientes homogéneos definidos, que es una información fundamental para la evaluación de estos materiales en experimentos de respuesta multiambiental (resultados no presentados en el libro).

Obtención de ambientes biofísicamente homogéneos

Inicialmente, con base en la información primaria y secundaria, se construyó una tabla de aptitud para los cultivares de papa comúnmente comercializados; para ello, se utilizó información del comportamiento agronómico y requerimientos edafoclimáticos, así como la recolectada con asistentes técnicos, profesionales, académicos y la obtenida en talleres participativos con productores.

Con la tabla generada y la información consolidada se construyeron capas cartográficas temáticas y de aptitud a escala gráfica 1:25.000 y niveles de información multiescala de 1:25.000 a 1:100.000 con base en la disponibilidad y la calidad de la información compilada. Posteriormente, luego de descartar áreas no aptas dentro de la zona de estudio para la producción del cultivo, ya sea por condiciones edafoclimáticas o por restricción de tipo legal, se asignó un valor categórico a cada zona obtenida, en donde aquella con mayor aptitud se calificó con un valor máximo de cuatro mientras que la zona no apta obtuvo un valor de uno.

Con base en estas premisas, y luego de una ponderación porcentual, se realizó una interpolación de capas con una asignación, también porcentual, en orden descendente, que se calificó con base en su importancia para el cultivo. Así, con la intersección de zonas y capas se obtuvo, como producto final, la cartografía y su ponderación por variables edafoclimáticas. Finalmente, se asignaron simbologías para diferenciar los ambientes y exportarlos en un formato de imagen. Es importante mencionar que al interior de las cuatro zonas homogéneas para la producción de papa es posible encontrar subzonas con diferentes niveles de aptitud. Así, la evaluación multiambiental *in situ* de los cultivares prevalentes en las zonas de estudio permitirá precisar nichos específicos para los diferentes genotipos.

Los productos cartográficos y los metadatos requeridos para el proyecto se generaron teniendo en cuenta los lineamientos de la Norma Técnica Colombiana 4611 de datos geográficos (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec], 2000), la cual define el esquema requerido para describir información geográfica análoga y digital y proporciona información acerca de la identificación, la extensión, la calidad, el esquema espacial y temporal y la distribución para un conjunto de datos geográficos.



Resultados y discusión

Ambientes biofísicamente homogéneos

Tomando como base lo anterior y las metodologías propuestas por la FAO (1997) y la UPRA (2014; 2016), se hizo la respectiva clasificación por aptitud. Para ello, se consideraron las capas de altitud, pendiente, precipitación, temperatura, textura y pH del suelo, que quedaron definidas así: A1 (aptitud alta), A2 (aptitud media), A3 (aptitud baja) y N1 (no apto) (tabla 4 y figura 8a-f).



Tabla 4. Parámetros edafoclimáticos de aptitud para la producción del cultivo de papa

Componente	Parámetro	Unidad	Variedad	Adaptación		Aptitud						
				Mínimo	Máximo	N1	A3	A2	A1	A2	A3	N1
Clima	Altitud	m s.n.m.	Capiro	1800	3200	<2000	2100-2399	2400-2499	2500-2700	2701-2900	2901-3100	>3101
			Parda	2200	3200	<2000	2300-2399	2500-2599	2600-2800	2801-3000	3000-3100	>3101
			Criolla	1800	3000	<2000	2300-2399	2500-2699	2700-3000	2901-3099	3100-3200	>3201
	Temperatura	°C	Capiro	13	20	<10	10-12	13-13,9	14-16	17-17,9	18	>18
			Parda	10	20	<10	10	10-12	13-16	17	18	>18
			Criolla	10	20	<10	10	11	12-15	16	17	>18
	Precipitación ciclo productivo	mm/ciclo	Capiro	500	1200	<400	400-500	500-600	600-800	800-1000	1000-1200	>1200
			Parda	500	500	<400	400-500	500-600	600-800	800-1000	1000-1200	>1200
			Criolla	500	1200	<400	400-500	500-600	600-800	800-1000	1000-1200	>1200
Precipitación media anual	mm/año	Capiro	1000	2400	<800	800-1000	1000-1200	1200-1600	1600-2000	2000-2400	>2400	
		Parda	1000	1000	<800	800-1000	1000-1200	1200-1600	1600-2000	2000-2400	>2400	
		Criolla	1000	2400	<800	800-1000	1000-1200	1200-1600	1600-2000	2000-2400	>2400	
Suelo	Acidez	pH	Capiro	5	5,5	<4,5	4,5-5,0	5,0-5,2	5,2-5,4	5,5	5,6	>5,6
			Parda	5	5,5	<4,6	4,5-5,1	5,0-5,3	5,2-5,5	5,5	5,6	>5,7
			Criolla	5,2	5,9	<4,7	4,5-5,2	5,0-5,4	5,2-5,6	5,5	5,6	>5,8
	Pendiente	%	Capiro	10	30	N/A	0-10	10-15	15-25	25-30	30-40	>40
			Parda	10	30	N/A	0-10	10-15	15-25	25-30	30-40	>40
			Criolla	10	30	N/A	0-10	10-15	15-25	25-30	30-40	>40
Textura	Cualitativa	Capiro	Franco	Arc	F-Arc	F-Ar	Fr-L	F-Ar	F-Arc	Arc	>1200	
		Parda	Franco	Arc	F-Arc	F-Ar	Fr-L	F-Ar	F-Arc	Arc	>1200	
		Criolla	Franco	Arc	F-Arc	F-Ar	Fr-L	F-Ar	F-Arc	Arc	>1200	

Fuente: Elaboración propia con base en la información primaria y secundaria recolectada en el proyecto Mejoramiento Tecnológico y Productivo del Sistema Papa en el Departamento de Nariño

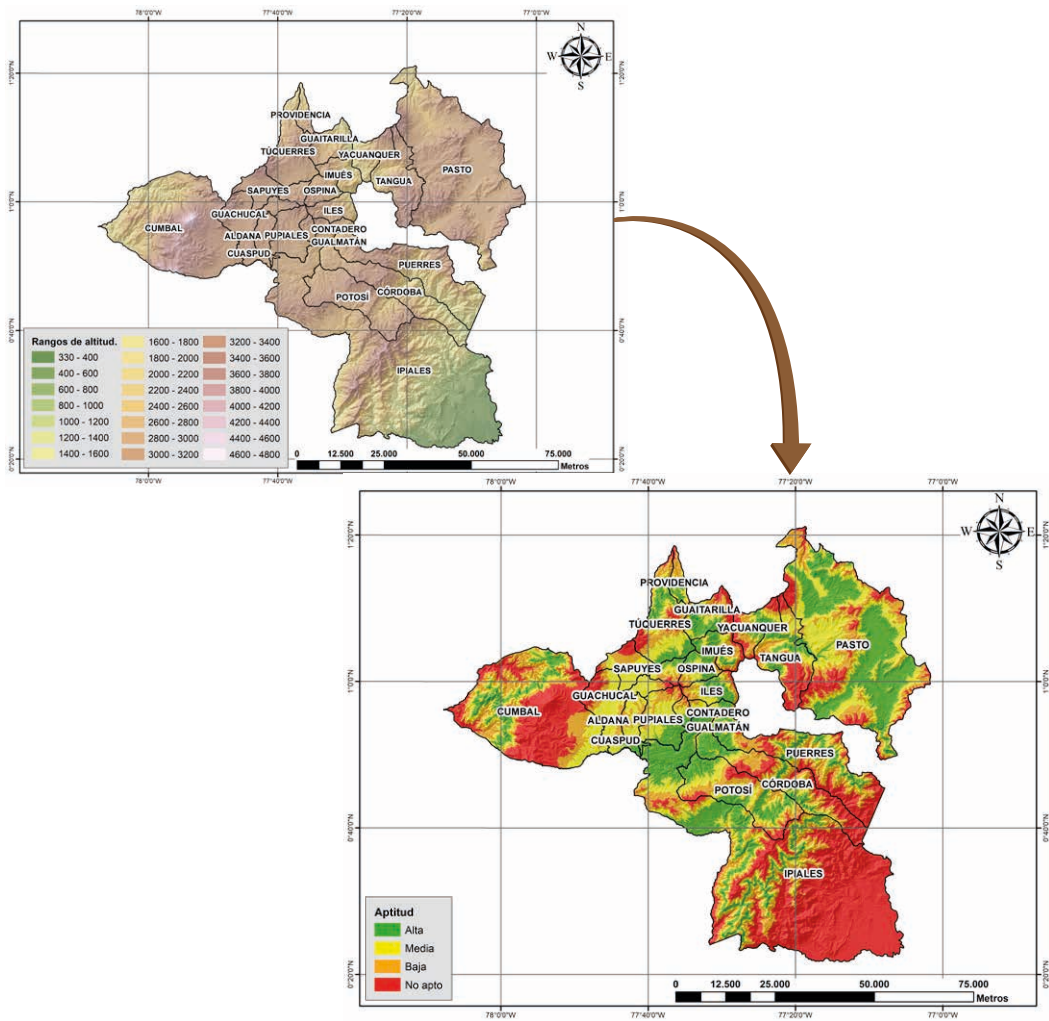


Figura 8a. Capas cartográficas de aptitud generadas en la zona de estudio: Altitud.

Fuente: Elaboración propia

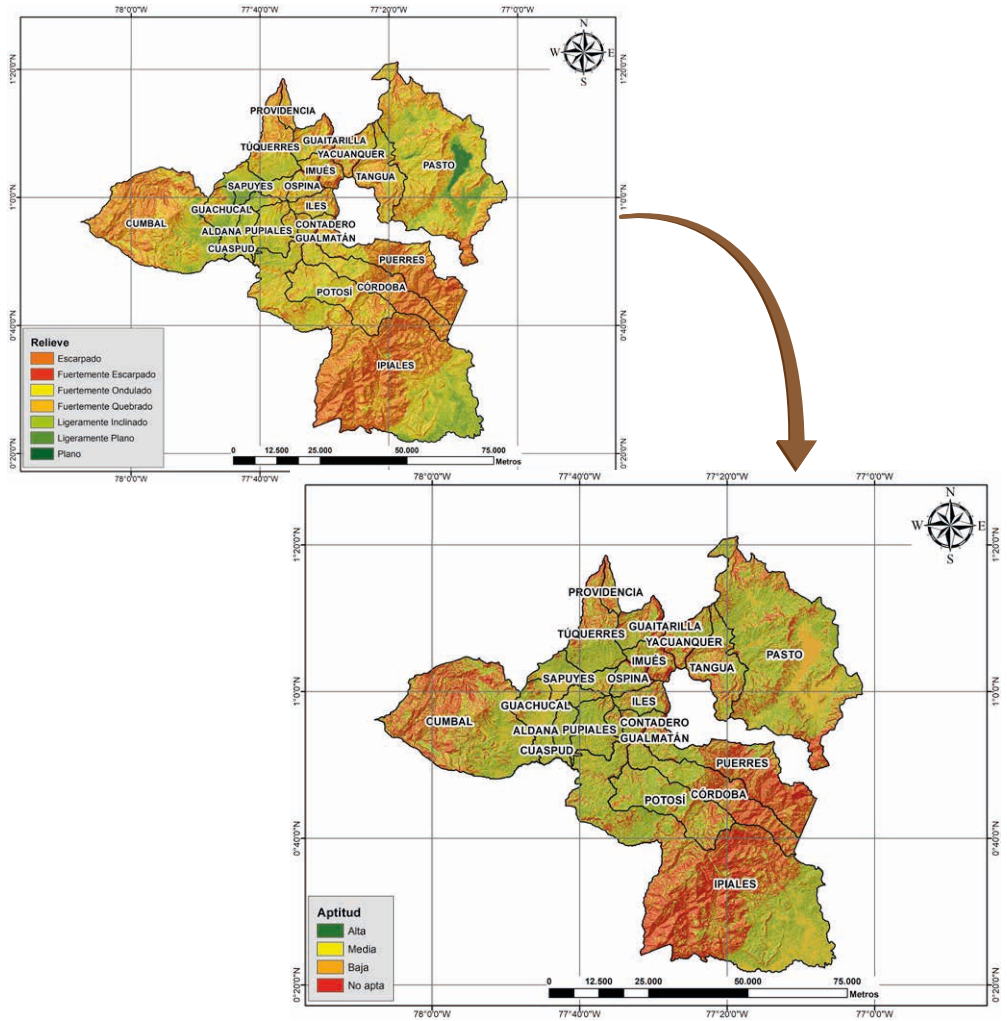


Figura 8b. Capas cartográficas de aptitud generadas en la zona de estudio: Pendiente.
Fuente: Elaboración propia

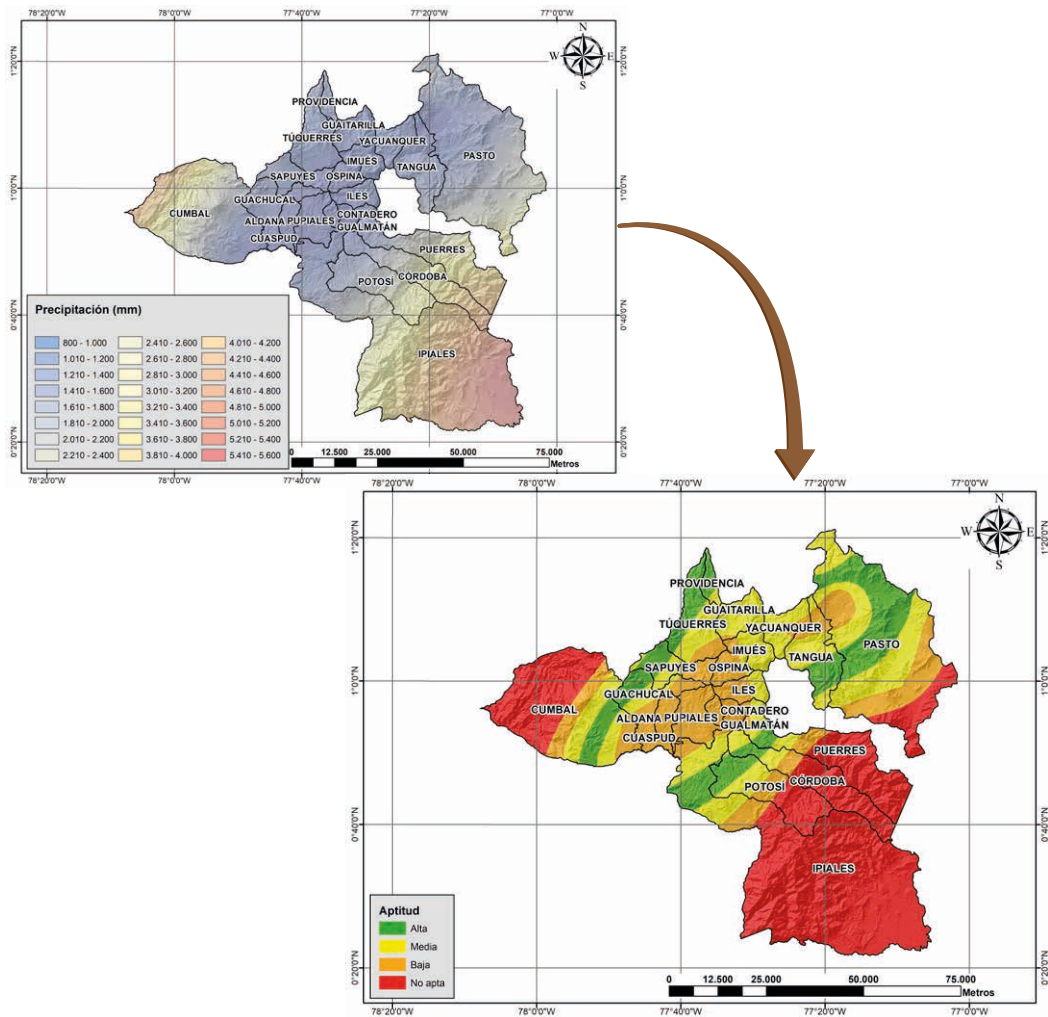


Figura 8c. Capas cartográficas de aptitud generadas en la zona de estudio: Precipitación.
Fuente: Elaboración propia

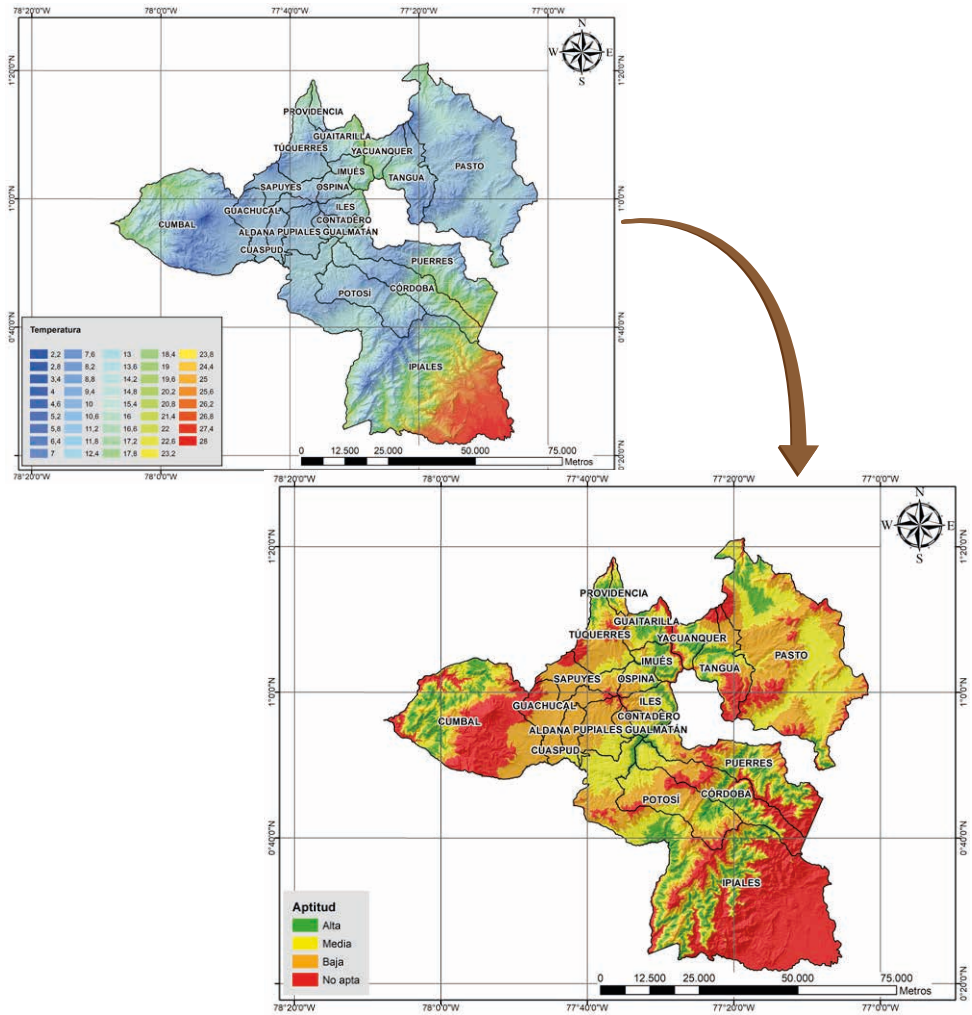


Figura 8d. Capas cartográficas de aptitud generadas en la zona de estudio: Temperatura.

Fuente: Elaboración propia

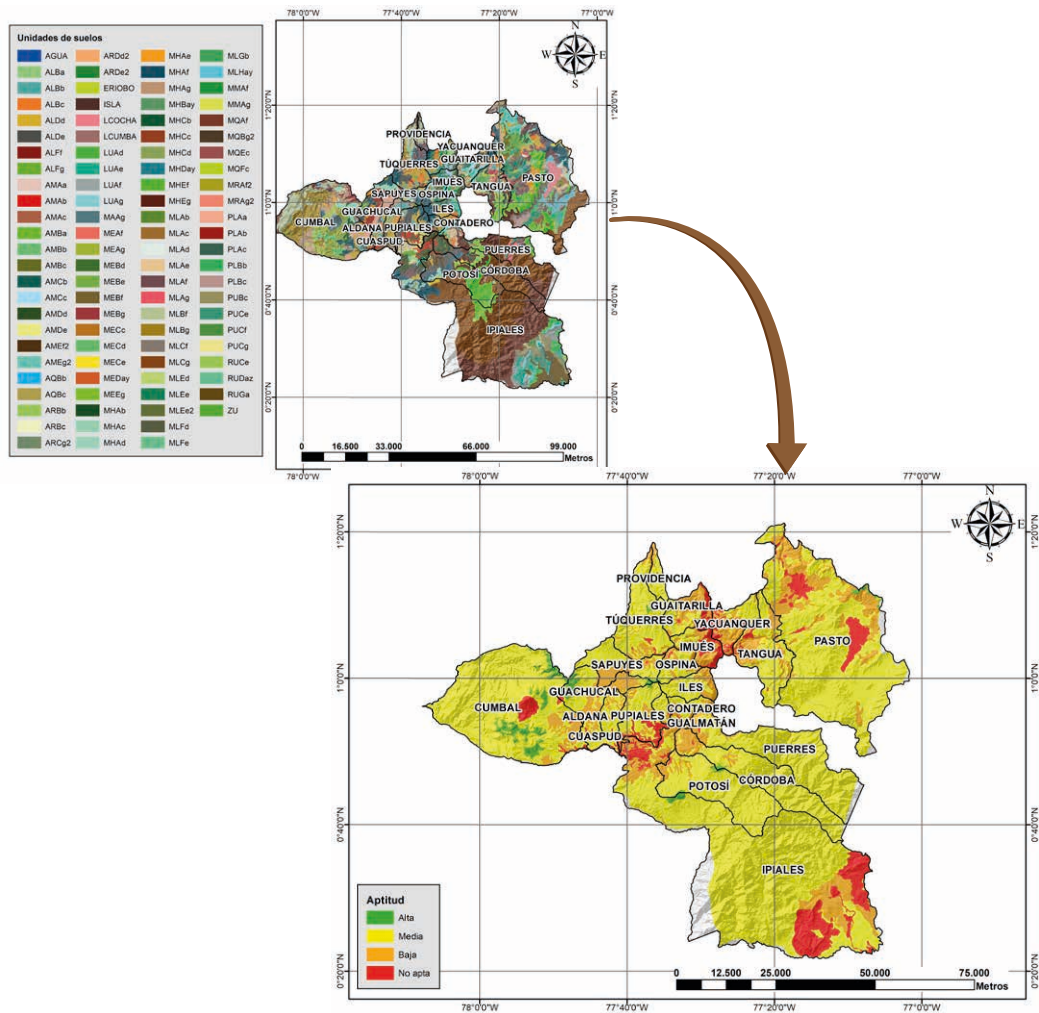


Figura 8e. Capas cartográficas de aptitud generadas en la zona de estudio: Textura del suelo.

Fuente: Elaboración propia

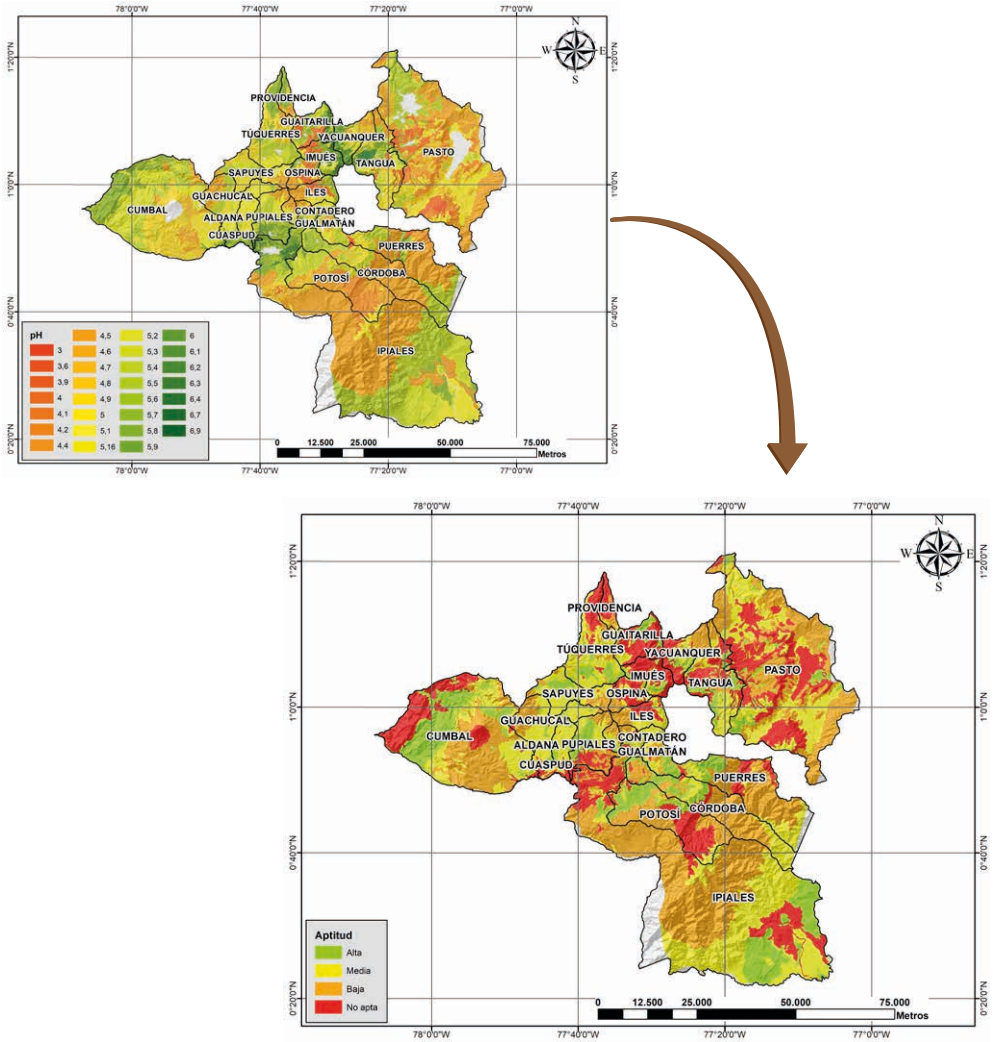


Figura 8f. Capas cartográficas de aptitud generadas en la zona de estudio: pH del suelo.
Fuente: Elaboración propia

Con las capas generadas y los parámetros de ponderación definidos, se concluyó que en el cultivo las variables determinantes de la producción son: la altitud (40 %), seguida, en su orden, por la temperatura (20 %), la precipitación (20 %), la textura (10 %) y el pH (10 %). El orden se estableció teniendo en cuenta la dificultad de intervención de cada factor (tabla 5). Luego de descartar las zonas no aptas (técnica o legalmente) para la producción de papa, se asignaron valores categóricos a cada una de ellas: zona 1 = 0-1; zona 2 = 1,1-2; zona 3 = 2,1-3 y zona 4 = 3,1-4. La interpolación y superposición con las capas de aptitud (figura 8) dio origen a la imagen cartográfica que delimita los cuatro ambientes homogéneos (figura 9).

Tabla 5. Ponderación de variables edafoclimáticas por zona de aptitud

Clasificación por aptitud	Altitud (40 %)	Temperatura (20 %)	Precipitación (20 %)	Textura (10 %)	pH (10 %)
	40 0,4	20 0,2	20 0,2	10 0,1	10 0,1
A1	1,6	0,8	0,8	0,4	0,4
A2	1,2	0,6	0,6	0,3	0,3
A3	0,8	0,4	0,4	0,2	0,2
N1	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1

Fuente: Elaboración propia



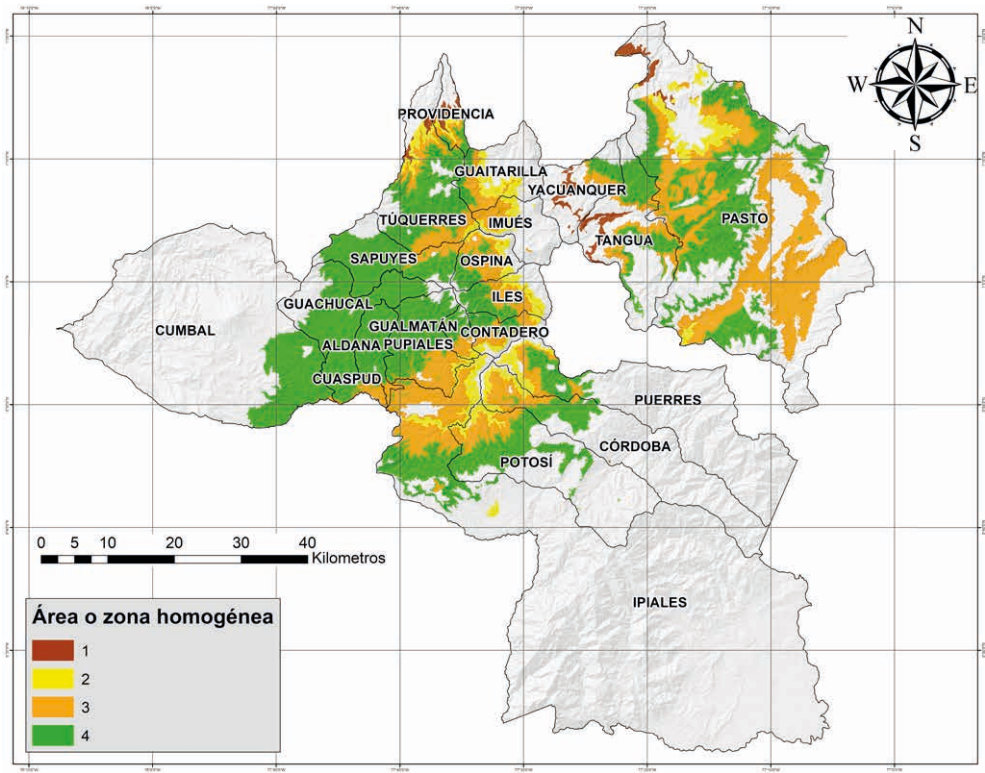


Figura 9. Áreas o zonas homogéneas consolidadas derivadas del análisis de parámetros biofísicos de la zona de estudio.

Fuente: Elaboración propia

Con la definición de cada ambiente o zona homogénea, se establecieron los parámetros biofísicos correspondientes en términos de pH, precipitación, temperatura y altitud. Por tanto, la zona homogénea 1 corresponde a áreas entre 2.200 y 2.600 m s. n. m. con pendientes del 5 al 12 %. Para la zona 2, la pendiente presenta un rango entre el 12 al 25 % y una altitud entre 2.600 y 2.800 m s. n. m.; las zonas entre los 2.800 y 3.400 m s. n. m. con pendientes pronunciadas corresponden a la zona 3 y, por último, se encuentra la zona 4 que corresponde a topografías muy pendientes y altitudes por encima de los 3.000 hasta los 3.400 m s. n. m. los datos que complementan la información se presentan en la tabla 6.

Tabla 6. Variables biofísicas determinantes de las zonas homogéneas

Zona	pH	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Altitud (m s. n. m.)	Pendiente (%)
Z1	3,9 - 5,9	800 - 3.000	14,2 - 17,2	2.200 - 2.600	5 - 12
Z2	3,9 - 6,7	800 - 2.800	13,0 - 14,8	2.600 - 2.800	12 - 25
Z3	3,6 - 6,9	800 - 3.000	9,4 - 13,6	2.800 - 3.400	25 - 50
Z4	3,0 - 6,9	800 - 2.800	9,4 - 12,4	3.000 - 3.400	50 - 75

Fuente: Elaboración propia

En Colombia, aunque el sistema productivo papa se encuentra ampliamente distribuido en regiones geográficas que oscilan entre los 2.000 y los 3.500 m s. n. m., su importancia económica es preponderante cuando se cultiva entre los 2.500 y 2.800 m s. n. m. (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2017). En Nariño, históricamente el cultivo se asocia a regiones altas, donde se han centrado los esfuerzos tanto de investigación como de inversión.

Herrera et al. (2000) encontraron que en Túquerres, Pupiales, Aldana y Pasto se cultiva papa en alturas comprendidas entre los 2.700 y los 2.800 m s. n. m., con topografía plana o suavemente ondulada. También se cultiva en zonas entre los 2.700 y los 3.400 m s. n. m., en áreas onduladas y de pendientes medias de Túquerres, Pupiales, Ipiales, Aldana, Pasto, Sapuyes, Cumbal, Guachucal, Contadero y Gualmatán. Además, en algunas áreas de los municipios de Potosí, Puerres, Guachucal y Pasto, sector de río Bobo, con altitudes por encima de 3.000 m s. n. m., pendientes complejas y consideradas desde el punto de vista agroecológico como “relativamente marginales”.

Documentos base para la planificación de políticas de inversión e investigación en el sector papero de Nariño incluyen, igualmente, estos municipios y áreas geográficas superiores a 2.500 m s. n. m. El Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación (PEDCTI) de Nariño, publicado por la Gobernación de Nariño, Colciencias y la Cámara de Comercio de Pasto en el año 2012, reportó que la papa se cultiva, principalmente, en Pasto, Tangua, Aldana, Contadero, Córdoba, Cuaspud, Guachucal, Gualmatán, Ipiales, Ospina, Potosí, Puerres, Pupiales, Sapuyes y Túquerres. Esta información coincidió con las regiones priorizadas por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA, 2015), que elaboró una zonificación de aptitud del cultivo en la que vinculó a Ipiales, Túquerres, Iles, Gualmatán, Pupiales, Guachucal, Pasto, Ospina y Sapuyes, seleccionados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) para este propósito.

Si bien los modelos obtenidos se pueden extrapolar ambientalmente, la información no considera la realidad agroecológica, económica y social actual del sistema, la cual será resultado del presente proyecto y se retroalimentará también con información sobre la variabilidad genética asociada a la especie y su capacidad de resiliencia ante fenómenos climáticos actuales y futuros para los nuevos nichos de producción que se deriven del estudio, los cuales requerirán no solo prácticas agronómicas particulares, sino un entorno socioeconómico también particular (Schafleitner et al., 2011).

Los resultados del presente trabajo de investigación arrojaron información acerca de la ampliación de la frontera agrícola no solo hacia áreas de conservación de páramos, sino también hacia zonas marginales bajas donde los rangos aptitudinales son subóptimos.

Por otra parte, en la obtención de las zonas homogéneas se incluyeron, además de las características biofísicas mencionadas, las áreas políticas y administrativas que las regulan. Estas, junto con la información cualitativa y geográfica restante (puntos de encuestas, puntos de interés y lotes de producción de los cultivadores, entre otras), posibilitarán el análisis desde el ámbito de las demás acciones del proyecto, en especial la delimitación de las áreas o nichos agroecológicos donde se establezcan, en el futuro, ensayos de tipo multiambiental que permitan evaluar el comportamiento agronómico y fisiológico de los genotipos asociados a cada zona, con el fin de generar recomendaciones técnicas particulares (tablas 7, 8, 9 y 10).

Tabla 7. Áreas geográficas correspondientes a la zona homogénea 1

Zona	Municipio	Áreas geográficas
Zona 1	Contadero	Aldea María, Providencia
	Córdoba	Mirador, Palmar, Salado, San Juan Chico
	Guaitarilla	Ales, Girardot
	Iles	El Rosario, Tablón Bajo
	Imués	Bella Vista, Camuestrés, Centro Poblado, Chirristes, Cuarchud, Raio, San Isidro, San Pedro, Santa Rosa
	Ipiales	La Cofradía, San Juan, Tola de las Lajas
	Ospina	Manzano las Nieves
	Pasto	El Encano, Genoy, La Caldera, Mapachico, Morasurco, Santa Bárbara
	Potosí	Cuatro Esquinas
	Providencia	Betania, El Placer, El Salado, Guanamá, La Floresta, Ranchería, Tandayan, Villa María
	Puerres	Tescual Bajo
	Tangua	Birmanía, Buena Esperanza, Chávez, Cocha Verde, El Tablón, Guayabal, La Cocha, Nazcan, Paramillo, Providencia, San Francisco, San Pedro, San Rafael, San Vicente, Siquitan, Tapialquer Alto, Tapialquer Bajo, Tarialquer Medio, Vergel
	Túquerres	Arrayan de Yascual, Buenavista, Cuasamira, El Pescadillo, Guanguézán, Guasí, La Acequia, La Ensellada, La Laguna, Quebrada Oscura, San Antonio, Taíndéz, Villanueva
Yacuanquer	Arguello, Chapacual, Inantas, La Cocha, La Estancia, La Guaca, Minda, Mohechiza, Tacuaya, Taindala, Tasnaque, Zaragoza	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Áreas geográficas correspondientes a la zona homogénea 2

Zona	Municipio	Áreas geográficas
Zona 2	Contadero	Aldea de María, El Culantro, El Juncal, El Manzano, El Rosal de San Francisco, La Josefina, La Paz, Las Cuevas, Loma de Yáez, Ospina Pérez, Providencia, San Francisco, San José de Quisnamuez, Santa Isabel, Santo Domingo, Tamburán
	Córdoba	Chair, El Placer, El Quemado, Guacas, Guitungal, La Ensellada, La Florida, Mirador, Muesmuerán Alto, Pueblo Bajo, Pulís, Salado, San Francisco de Payán, San Juan Chicho, San Pablo de Payán, Santander, Tequí, Volteadero, Yungachalá
	Guaitarilla	Ahumada, Ales, Camuestrés, Cumay, El Cabuyo, El Cid, El Motilón, Girardot, La Ciénaga, La Esperanza, San Alejandro, San Antonio, San Francisco, San German, San José
	Gualmatán	Cofradía, Cuatís, La Esperanza, La Floresta, La Paz, San Antonio, San Francisco, Santa Lucía
	Iles	El Manzano, El Rosario, La Esperanza, Loma Alta, San Antonio, San Francisco, San Javier, San José de Quisnamuez, San Vicente, Tablón Alto, Tablón Bajo, Tamburán, Urbano, Villa Nueva
	Imués	Bella Vista, Campo Alegre, Camuestrés, Chirristes, Cuarchud, El Atisal, El Carmen, El Tablón, Pescadillo, Raio, San Isidro, San Pedro, Santa Ana
	Ipiales	Calpután, Chacuas, Chaguaipe, Chiranquer, Cuatequer Bajo, Doce de Octubre, El Cangal, El Placer, El Rosal, El Rosario, El Telíz, Guacán, Inagán, Inchuchala, La Cofradía, La Soledad, La Victoria, Laguna de Baca, Las Cruces, Loma de Zuras, Los Camellones, Miraflores, Puente Nuevo, San Antonio, San Juan, Santa Lucía, Santafé, Teques, Tola de las Lajas, Villa Flor, Yanalá Alto, Yanalá Centro, Yaramal
	Ospina	Cunchila, El Rosario, Manzano las Nieves, Nariño, San Antonio, San José, San Miguel, San Vicente
	Pasto	Buesaquillo, Cabrera, Casco Urbano, Catambuco, El Encano, Genoy, Jamondino, Jongovito, La Caldera, La Laguna, Mapachico, Mocondino, Morasurco, Obonuco, San Fernando, Santa Bárbara
	Potosí	Cuatro Esquinas, La Loma Alta, San Pedro, Sinaí, Yamuesquer
	Providencia	Betania, El Placer, El Salado, Guanamá, Ranchería, Tandayán, Villa María
	Puerres	Chitamar Bajo, El Llano, El Páramo, Escritorio, La Chorrera, La Hacienda, La Laguna, Loma Larga, Loma Redonda, Los Arrayanes, Maicira, Quebrada Blanca, San Mateo, Tescual Bajo, Tres Cruces, Yanalé
	Pupiales	Calpután, Inchuchalá, Miraflores, San Francisco, Santa Lucía, Santa Martha
	Sapuyes	La Laguna
	Tangua	Buena Esperanza, Chávez, Siquitán, Tapialquer Alto
Túquerres	Arrayán de Yascual, Campo Alegre, Centro Poblado, Chalachalá, Cuasamira, El Pescadillo, El Placer, Guanguézán, Guasí, La Asequia, La Ensellada, La Laguna, Los Arrayanes, Polachayán, Quebrada Oscura, Rancho Grande, San Antonio, San Sebastián, Santa Cecilia, Taindez, Villanueva	
Yacuanquer	Centro Poblado, Chapacual, El Rosario, La Guaca	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Áreas geográficas correspondientes a la zona homogénea 3

Zona	Municipio	Áreas geográficas
Zona 3	Aldana	Chapuesmal, Pambarrosa, San Luis, Santa Bárbara
	Contadero	Aldea de María, Alto del Rey, Chorrera Negra, Contaderito, El Capulí, El Culantro, El Manzano, El Rosal de San Francisco, Iscuasán, La Paz, Las Cuevas, Loma de Yáez, Ospina Pérez, San Andrés, San José de Quisnamuez, Santa Isabel, Santo Domingo, Simón Bolívar, Tamburán, Urbano, Yarquí
	Córdoba	Cordillera (Páramo), El Placer, El Quemado, Guacas, Guitungal, La Cumbre, La En-sillada, La Florida, Muesmuerán Alto, Muesmuerán Bajo, Pueblo Alto, Pueblo Bajo, Pulís, Salado, San Francisco de Payán, San Pablo de Payán, Santa Brigada, Santander, Tандаud, Tequí, Volteadero, Yungachala
	Cuaspuđ	Carchi, Cuaspuđ, Macas, San Francisco
	Cumbal	Carchi, Panam
	Guachucal	El Consuelo
	Guaitarilla	Ahumada, Cumay, El Cid, El Motilón, Girardot, La Ciénaga, La Esperanza, San Francisco, San German, San José
	Gualmatán	Cofradía, Cuatis, Dos caminos, El Arrayán, El Carmelo, El Líbano, El Recuerdo, La Esperanza, La Floresta, La Paz, Loma del Medio, Parecelo, San Antonio, San Francisco, San Lorenzo, San Marcos, Santa Isabel
	Iles	Alto del Rey, Bolívar, Centro Poblado, El Carmen, El Manzano, El Mirador, El Rosario, Iscuasán, La Florida, Loma Alta, Loma de Argotes, Rosario Occidente, San Andrés, San Antonio, San Francisco, San Javier, Tablón Alto, Tamburan, Urbano, Villa Nueva, Yarquí
	Imués	Almag, Campo Alegre, Camuestrés, Cuarchud, El Atisal, Pescadillo, Pilcuán, Potachuelo, Raio, San Isidro, San José, San Pedro, Santa Ana, Silamag
	Ipiales	Calpután, Chacuas, Chaguaipe, Chiranquer, Cuatequer Bajo, Cuatuquer Alto, Doce de Octubre, El Cangal, El Mirador, El Placer, El Rosario, El Salado Espino Sur, Guacan, Inagan, La Cofradía, La Concordia, La Floresta, La Orejuela, Laguna de Baca, Las Ánimas, Las Cruces, Loma de Zuras, Los Camellones, Los Marcos, Miraflores, Puente Nuevo, San Juan Chiquito, Santafé, Teques, Tola de las Lajas, Tusandalá, Urambud, Yanalá Alto, Yapueta, Yaramal
	Ospina	Cuadquiran, Cunchila, Gavilanes, La Florida, Manzano las nieves, Mercedes, Nariño, San Antonio, San Isidro, San José, San Miguel, San Vicente, Villa del Sur
	Potosí	Cuaspuđ Núcleo, Cuatro Esquinas, La Loma Alta, Mueses, San Pedro, Sinaí, Sinaí Alto, Villa Nueva, Yamuesquer
	Pasto	Buesaquillo, Cabrera, Catambuco, El Encano, El Socorro, Genoy, Gualmatan, Jamondino, Jongovito, La Laguna, Las Palmas, Mapachico, Mocondino, Morasurco, Obonuco, San Fernando, Santa Barbara
	Providencia	El Placer, El Salado, Guanamá, La Florida, Ranchería, Villa María
Puerres	Chitamar Alto, El Páramo, El Rosal, Escritorio, La Chorrera, La Esperanza, La Laguna, Loma Larga, Loma Redonda, Los Arrayanes, Maicira, Quebrada Blanca, San Mateo, Tescual Alto, Tescual Bajo, Tres Cruces, Yanalé	

(Continúa)

(Continuación tabla 9)

Zona	Municipio	Áreas geográficas
Zona 3	Puerres	Chitamar Alto, El Páramo, El Rosal, Escritorio, La Chorrera, La Esperanza, La Laguna, Loma Larga, Loma Redonda, Los Arrayanes, Maicura, Quebrada Blanca, San Mateo, Tescual Alto, Tescual Bajo, Tres Cruces, Yanalé
	Pupiales	Arena Blanca, Calpután, Centro Poblado, Centro Poblado (Pupiales), Chires Sur, Cuas, Egido San Antonio, Espino Sur, Fuelamuesquer, Guachá, Inchuchalá, La Concordia, Miraflores, Pusialquer, San Francisco, San Juan Chiquito, San Marcos, Santa Lucia, Santa Martha, Tres Esquinas
	Sapuyes	Chungel, La Flor, La Florida, La Jardinera, La laguna, Malaver, San José, Tutachag Bajo
	Tangua	Birmanía, Chávez, Concepción, EL Cebadal, El Páramo, El Tambor, El Tamborcillo, Guayabal, La Cocha, La Palizada, Las Palmas, Las Piedras, Los Ajos, Nazcan, Paramillo, Paramo El Tauso, Providencia, San Francisco, San Luis Alto, San Rafael, Santa Rosa Alta, Santander, Siquitan, Tapialquer Alto
	Túquerres	Albán, Arrayan de Yascual, Campo Alegre, Centro Poblado, Centro Poblado (Ciudad), Chalitalá, Chanarro Bajo, Dos Quebradas, El Chungel, El Escritorio, El Pescadillo, El Placer, El Salado, Esnambud, Guanamá, Guanguезan, Guaramuez, Guasí, Hueco de Moras, Iguá, La Asequia, La Ensilada, La Flor, La Floresta, La Florida, La Jardinera, La Laguna, Las Delicias, Libertad, Los Arrayanes, Manzano Bajo, Muerchag, Nueva Granada, Olaya, Payacas, Pinzón, Polachayan, Puente Alto, Quebrada Oscura, Rancho Grande, San Antonio, San José, San Sebastián, Santander, Taindez, Tutachag Bajo, Villanueva
	Yacuanquer	Centro Poblado, Chapacual, El Rosario, La Aguada, Mejía, Mohechiza, San Felipe, San José de Córdoba

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Áreas geográficas correspondientes a la zona homogénea 4

Zona	Municipio	Áreas geográficas
Zona 4	Aldana	Caupuerán, Chapuesmal, Chaquilulo, Chitaira, Chorrillo, El Rosal, Guespud, La Laguna, Mueses, Pambarrosa, San Luis, Santa Bárbara
	Contadero	Aldea de María, Chorrera Negra, Contaderito, El Capuli, El Culantro, Iscuasan, Las Cuevas, Ospina Pérez, San Andrés, San José de Quisnamuez, Santa Isabel, Santo Domingo, Simón Bolívar, Yarquí
	Córdoba	El Quemado, La Cumbre, La Florida, Pueblo Alto, San Fco. de Payan, San Pablo de Payan, Santa Brigada, Tандаud
	Cuaspuд	Carchi, Chavisnán, Cuaspuд, Macas, San Francisco
	Cumbal	Bellavista, Caracolí, Carchi, Chavisnan, Chiles, Cuetial, Cumbal, El Sancio, El Tigre, Guanguisan, Las Casitas, Macas, NA, Panam, San Ignacio
	Guachucal	Arvela, Caracolí, Caupueran, Chapud, Chimangual, Colimba, Común de las Juntas, Cristo Alto, Cualapud Alto, Cualapud Bajo, El Consuelo, El Corso, El Mayo, El Molino, Guachucal Centro, Guán, Ipialpuд Alto, Ipialpuд Bajo, Ipialpuд San José, La Victoria, Loma del Socorro, Macas, NA, Puente Alto, Quetambu, Riveras, San Diego de Muellamue, San José de Chillanquer, San Ramón, Simancas, Villanueva

(Continúa)

(Continuación tabla 10)

Zona	Municipio	Áreas geográficas
Zona 4	Guaitarilla	Ahumada, Cumay, La Esperanza, San Francisco, San German, San José
	Gualmatán	Dos Caminos, El Carmelo, La Esperanza, Loma del Medio, Loma del Medio Alta, Parecelo, San Francisco, San Lorenzo, San Marcos
	Iles	Alto del Rey, Bolívar, Centro Poblado, El Carmen, El Común, El Mirador, Iscuasan, Iscuazan, La Florida, Loma Alta, Loma de Argotes, Rosario Occidente, San Andrés, San Antonio, San Francisco, Santo Domingo, Tamburan, Villa Nueva, Yarqui
	Imués	Campo Alegre, El Atisal
	Ípiales	Cuatequer Bajo, Cuatuquer Alto, El Arrayán, El Cultún, El Mirador, El Rosario, El Salado, El Teliz, La Floresta, La Orejuela, La Palma, Llano Grande, Pénjamo, San Antonio, Teques, Urambud, Villa Moreno, Yapueta, Yaramal
	Ospina	Cuadquirán, Cunchila, Gavilanes, La Florida, Manzano las Nieves, Mercedes, Nariño, San Isidro, San Miguel, San Vicente, Villa del Sur
	Pasto	Buesaquillo, Cabrera, Catambuco, El Encano, El Socorro, Genoy, Gualmatán, Jամոndino, La Laguna, La Palizada, Mapachico, Mocondino, Morasurco, Obonuco, San Fernando, Santa Bárbara
	Potosí	Cuaspuđ Núcleo, Cuatro Esquinas, La Loma Alta, Mueses, Sinaí, Sinaí Alto, Villa Nueva, Yamuesquer
	Providencia	Guanamá, La Florida, Ranchería, San Francisco, Villa María
	Puerres	Chitamar Alto, El Páramo, El Rosal, Escritorio, La Chorrera, La Esperanza, Loma Larga, Loma Redonda, Los Arrayanes, Maicira, Quebrada Blanca, San Mateo, Tes-cual Alto, Tres Cruces, Yanalé
	Pupiales	Arena Blanca, Casa Fría, Centro Poblado, Centro Poblado (Pupiales), Chires Centro, Chires Mirador, Chires Sur, Cuas, Egido San Antonio, El Común, El Espino, El Gual-te, Espino Sur, Fuelamuesquer, Imbula Chico, Imbula Grande, Piacún, Pusialquer, Quitaquez, San Francisco, San Marcos, Santa Martha, Tepud, Tres Esquinas
	Sapuyes	Arvela, Centro Poblado, Chapud, Chimangual, Chungel, Común de las Juntas, El Corso, Malaver, Nazaret, San José, San Ramón, Villanueva
	Tangua	Birmania, Catambuco, Chávez, Concepción, El Páramo, El Tambor, El Tamborcillo, Guayabal, La Cocha, La Palizada, Las Palmas, Las Piedras, Los Ajos, Marqueza Alta, Marqueza Baja, Paramillo, Paramo El Tauso, San Francisco, San Luis Alto, San Ra-fael, Santa Rosa Alta, Santander, Siquitan, Tapialquer Alto
	Túquerres	Albán, Alban Potrerillos, Centro Poblado (Ciudad), Cerro Quitasol, Chanarro Alto, Chanarro bajo, Cofradía, Cuatro Esquinas, Dos Quebradas, El Chungel, El Escritorio, El Obrero, El Placer, El Salado, El Socorro, Esnambud, Guanamá, Guaramuez, Guasí, Guayaquila, Hueco de Moras, Igua, La Asequia, La Ciénaga, La Ensellada, La Flor, La Floresta, La Florida, La Jardinera, La Laguna, Las Delicias, Libertad, Loma Larga, Manzano Alto, Manzano Bajo, Muerchag, Nangán, Nueva Granada, Olaya, Payacas, Pescadillo, Pinzón, Polachayan, Puente Alto, Quebrada Oscura, Rancho Grande, San Antonio, San Carlos, Cuatro Esquinas, San Gabriel, San José, San José de Alpán, San Roque Alto, San Roque Bajo, Santa Isabel, Santa Rosa, Santander, Tain-dez, Tutachag Alto, Tutachag Bajo, Villanueva
Yacuanquer	El Rosario, La Aguada, La Pradera, Mejía, San Felipe, San José de Córdoba	

Fuente: Elaboración propia

Sistemas locales de producción

Con base en la información suministrada por los productores, y una vez definidas las zonas, se configuraron grupos, tendencias o características diferenciales asociadas a la producción y sus prácticas agronómicas. En esta fase previa del proyecto, se identificaron algunas zonas que en principio pueden definir parámetros de competitividad y sostenibilidad técnica y económica, basados principalmente en el acceso y el uso de los recursos disponibles. De igual manera, en las evaluaciones *in situ* que se adelantaron en el proyecto se espera ratificar y consolidar dicha información.

De acuerdo con Fedepapa y el MAVDT (2004), el sistema productivo de papa utiliza diversos modelos de negociación que dependen de la propiedad o tenencia del suelo que se va a cultivar, lo cual está sujeto a la región, las prácticas de manejo (tradicional y tecnificado) y las áreas que se van a sembrar (grandes, medianos y pequeños productores).

Con respecto a la tenencia de la tierra, esta difiere entre las zonas identificadas. La zona 2 presentó mayor tenencia propia (más del 90 %), seguida por las restantes zonas con valores entre el 60 y 70 %. Para el caso de tierras alquiladas, las zonas 1, 3 y 4 presentaron valores entre el 16 y el 20 % de los casos, mientras en la zona 2 se alquila la tierra en un bajo porcentaje (3,8 %). En cuanto a tierras prestadas, hubo mayor variabilidad entre las zonas, con valores entre el 2 y el 20 % (figura 10a). Por otro lado, la figura 10b, que identifica la realización o no de convenios, muestra que para las zonas 1 y 3 existen semejanzas en este aspecto, con cerca del 40 % de los productores que sí realizan convenios y los restantes no lo hacen; en la zona 2 hay mayor preferencia por la no realización de convenios (71,2 %), mientras que en la zona 4 la tendencia indica que un poco más de la mitad de los cultivadores no hacen convenios (51,9 %).

En cuanto al tipo de convenios utilizados, generalmente se direccionan hacia la división de responsabilidades, como el caso en que el productor se hace cargo de la semilla y los insumos principalmente; en otros casos se comparte la mano de obra y en algunos el propietario del predio pone el lote a disposición del cultivador, y este, a su vez, proporciona una parte de la cosecha como pago; en este caso, el dueño del lote no realiza ninguna labor del cultivo, lo cual se considera como arrendamiento pagado en especie.

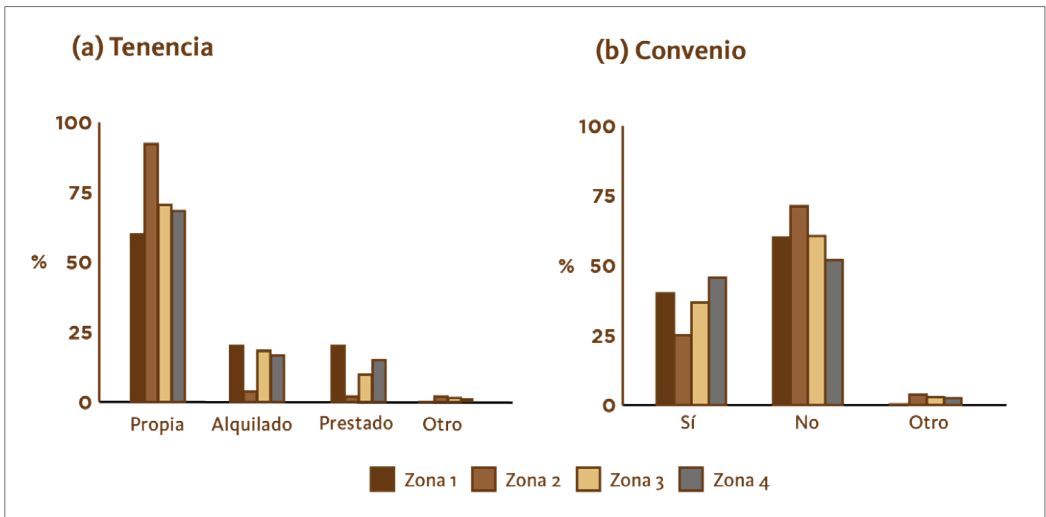


Figura 10. Tenencia y mecanismo de siembra de predios dedicados al cultivo de la papa en las zonas biofísicamente homogéneas.
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el *Documento Conpes 3811* del Departamento Nacional de Planeación, los elevados costos de producción en general para sistemas productivos del departamento, debidos fundamentalmente al transporte y la mano de obra, al uso inadecuado de insumos de protección y nutrición de los cultivos y a la carencia de adecuación de tierras con distritos de riego y drenaje óptimos, causan problemas de productividad y deficiente uso de los suelos que afectan la competitividad del sector agropecuario en el departamento de Nariño (DNP, 2014b). Con los resultados se infiere que el sistema productivo papa no es ajeno a estos inconvenientes y que, aunque se evidencien tendencias favorables en las zonas delimitadas, las problemáticas son comunes en mayor o menor grado, dependiendo posiblemente de aspectos culturales y de tradición alrededor del sistema productivo.

En cuanto a las prácticas tradicionales en el manejo del cultivo, sobresale que el uso de herbicidas es común en todas las zonas identificadas, tanto para la preparación del lote como para las labores de deshierbe. Se destaca la zona 1 donde los encuestados, en su totalidad, manifestaron el uso generalizado de herbicidas debido, posiblemente, a características de mayor temperatura que causa mayor agresividad de plantas competidoras o arvenses; algunos productores manifestaron ser nuevos en el sistema de producción de papa, por lo que consideran que el uso de herbicidas es una práctica arraigada a la cultura; contrario a lo anterior, las demás zonas, por experiencia, no los emplean en ciertos casos (figura 11).

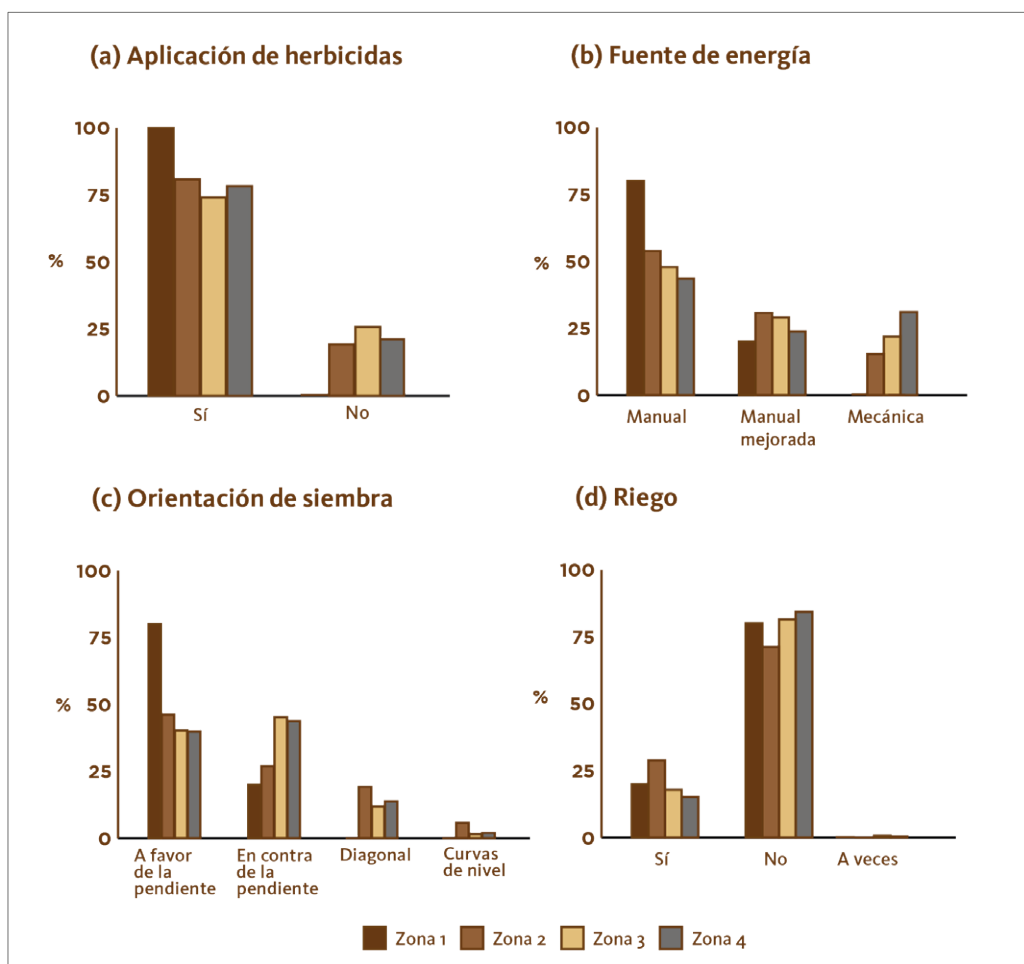


Figura 11. Prácticas tradicionales de manejo del cultivo de papa en los predios en zonas biofísicamente homogéneas: a. Aplicación de herbicidas; b. Fuente de energía; c. Orientación de la siembra; d. Riego. Fuente: Elaboración propia

Sobresale para las cuatro zonas, con respecto a la fuente de energía utilizada para el desarrollo de las labores agrícolas, las fuentes manuales con herramientas sencillas, seguidas por labores manual-mejoradas. En tercer lugar, se encontró que el uso de maquinaria como fuente de trabajo es bajo, con un porcentaje de casi cero para la zona 1 (figura 11b). Una práctica muy arraigada, fundamentalmente para la zona 1, es la siembra en el sentido de la pendiente. Para lograr esta orientación, los productores, en su mayoría, usan la técnica tradicional conocida como guachado (80%). Para las zonas 2, 3 y 4, esta práctica alcanza un valor aproximado del 40% para cada una. Se destaca que para las zonas 3 y 4 se presenta un elevado porcentaje de preferencia de siembra en contra de la pendiente, práctica calificada como conservacionista a pesar de las elevadas

pendientes en todas las zonas estudiadas (figura 11c). Las siembras en diagonal, curvas a nivel y otras prácticas de siembra tienen menor incidencia. Finalmente, independiente de la zona, la mayoría de los predios no cuentan con sistemas de riego, razón por la cual realizan siembras tipo calendario. Además, el porcentaje de utilización de sistemas de riego en las cuatro zonas es bajo y un reporte máximo se encontró en el 25 % en agricultores en la zona 2 (figura 11d). En general, si se observa el uso de algún tipo de sistema de riego en cualquiera de las zonas, este no es exclusivo para el sistema papa.

Otro aspecto clave para la tecnificación de los cultivos es el análisis de suelos. En este sentido, la mayoría de los productores no lo hacen en ninguna de las cuatro zonas (figura 12a), sin embargo, la mitad de los agricultores pertenecientes a las zonas 2, 3 y 4 hacen aplicaciones de enmiendas (figura 12b), situación explicada más por un arraigo cultural que como respuesta a un análisis juicioso de suelos. La figura 12c muestra también que, por cada ciclo de cultivo, se realizan dos momentos de fertilización, comportamiento muy común en las cuatro zonas definidas e independiente de la variedad utilizada.

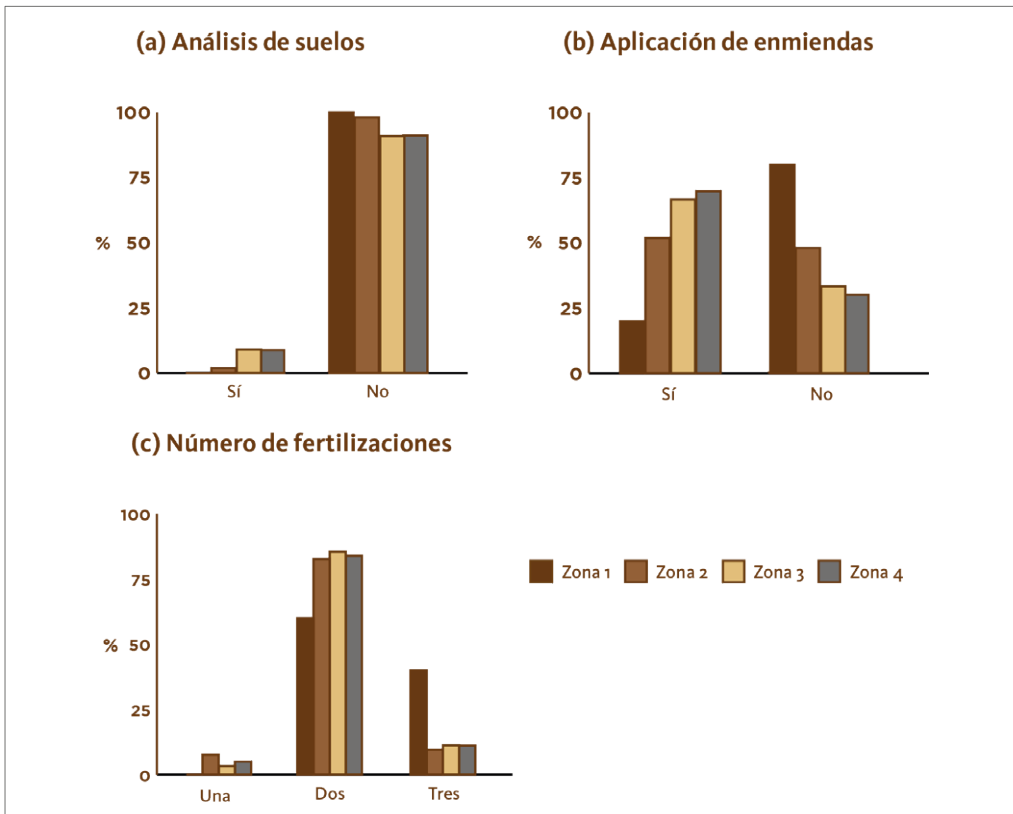


Figura 12. Prácticas alusivas al manejo nutricional del sistema productivo papa en las zonas biofísicamente homogéneas.

Fuente: Elaboración propia

Las figuras 13a y 13b muestran un panorama general relacionado con el uso y la presión de insumos de fitoprotección y su adquisición nacional o en el extranjero debido a que, por tratarse de una zona fronteriza, es común encontrar productos foráneos en mercados informales. La zona 1 presentó una menor presión de uso de estos productos, catalogada como *baja* (hasta 10 aplicaciones en el ciclo de producción), pero, a su vez, con mayor uso de insumos de origen extranjero debido a que históricamente los municipios que pertenecen a esta zona los han utilizado también en sistemas de producción tradicionales como los frutales. En las otras zonas se presentó una presión de aplicación de media a alta, entre 10 a 15 y más de 15 aplicaciones respectivamente, y emplean en su mayoría productos nacionales, basados en aspectos de confianza y acompañamiento por parte de técnicos de las casas comerciales que los provisionan.

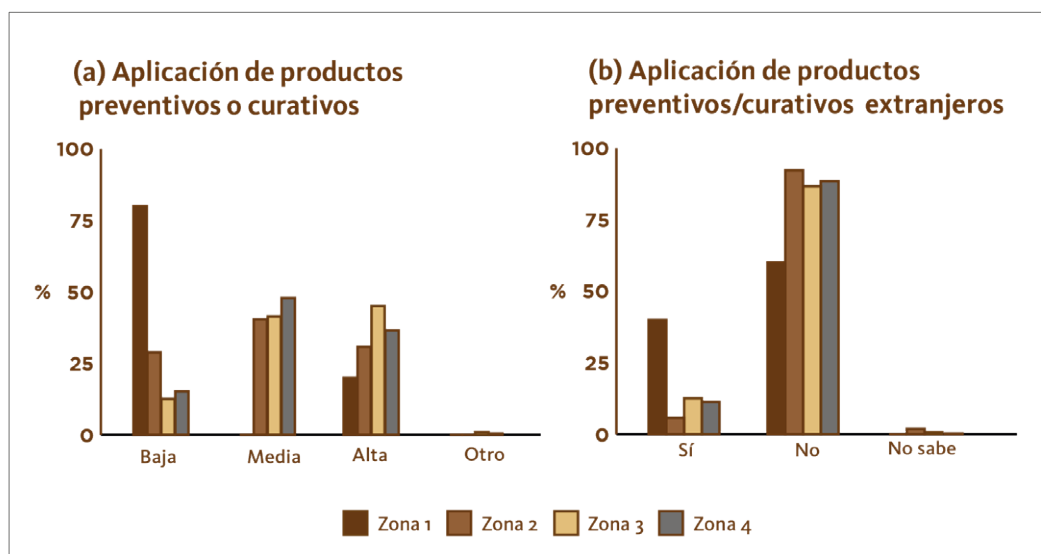


Figura 13. Aplicación de productos preventivos o curativos y uso de insumos extranjeros en las zonas biofísicamente homogéneas.

Fuente: Elaboración propia

La figura 14 muestra la percepción de los agricultores sobre las plagas y enfermedades relevantes en cada zona. La enfermedad foliar que más reconocen y manejan es la gota *Phytophthora infestans* (Mont.) para las cuatro zonas. En la zona 1, por presentar un ambiente de menor humedad y temperaturas elevadas, la cenicilla es la enfermedad más reconocida (figura 14a); en las zonas 1 y 2, el 20 % reconoce a *Alternaria solani* (Cooke) como un problema, mientras que para cerca del 40 % es reconocida en las zonas 3 y 4 (figura 14a). En cuanto a las enfermedades radiculares (figura 14b), *Rosellinia* sp. es reconocida en las zonas 2, 3 y 4 (40 %), a diferencia de la zona 1 (0 %). La enfermedad

denominada pata negra (*Pectobacterium atrosepticum* [van Hall]) es más importante para la zona 1 (40%). El hongo *Rhizoctonia solani* (Kühn) está presente en porcentajes superiores al 20% en las cuatro zonas. Menos del 50% de los encuestados reconocen la diferencia de estos problemas sanitarios en suelo y es muy bajo el conocimiento de su manejo. En cuanto a plagas foliares y radicales, los problemas que más reconocen y manejan en las cuatro zonas son minador *Lyriomyza quadrata* (Malloch) (figura 14c) y polilla guatemalteca *Tecia solanivora* (Povolný) (figura 14d), que son dos problemas sanitarios de difícil control que ocasionan grandes pérdidas en los cultivos.

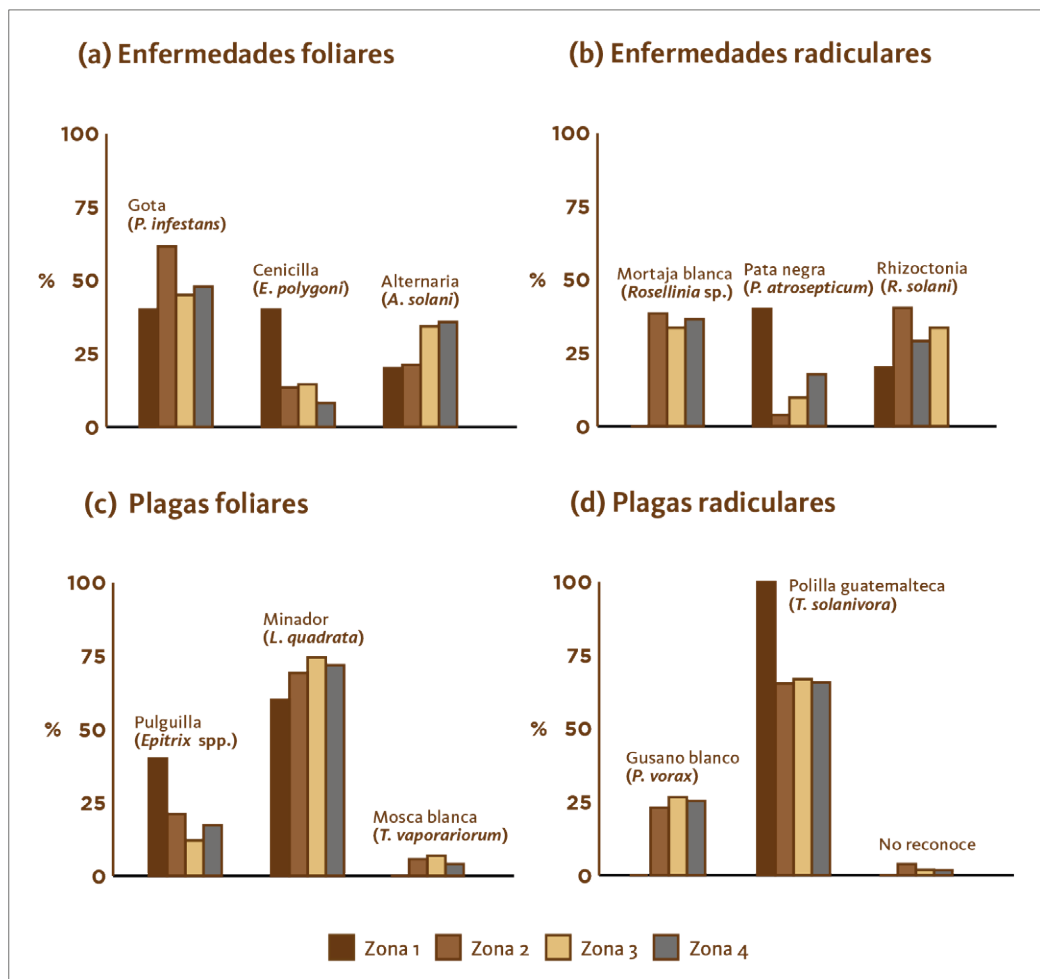


Figura 14. Percepción de los agricultores sobre las plagas y enfermedades relevantes en las cuatro zonas homogéneas definidas en el área productora de papa en el departamento de Nariño: a. Enfermedades foliares; b. Enfermedades radicales; c. Plagas foliares; d. Plagas radicales.

Fuente: Elaboración propia



Diversidad de materiales de siembra

A partir de la encuesta a los productores se obtuvieron, en total, 1.545 registros de variedades. Es importante anotar que el reporte de las variedades sembradas por un productor, al momento de la encuesta, se realizaba para cada lote sembrado, diferenciando así uno o varios lotes según la variedad, fecha de siembra, ubicación geográfica y tenencia del cultivo durante el año 2015.

Los resultados mostraron que la variedad Diacol Capiro (o R12) fue la de mayor presencia durante los semestres A y B, con un 38 % del total de los datos obtenidos (figura 15). Como es de conocimiento general, esta es la variedad utilizada por excelencia para consumo en fresco y por la industria como materia prima para su explotación, por lo cual se considera como la variedad de mayor importancia en el país (Fedepapa, 2019). Lo anterior reafirma que uno de los principales elementos que afecta la productividad de la industria del procesamiento de la papa es la inexistencia y disponibilidad de variedades que tengan los requisitos fisicoquímicos, de tamaño y forma exigidos, a excepción de la variedad Diacol Capiro que presenta un eficiente procesamiento industrial. Por tal razón las empresas transformadoras, tanto regionales como nacionales e internacionales, están incentivando la siembra de este genotipo a través de convenios de producción, donde se favorece al productor con el precio y con el acompañamiento en el manejo agronómico y productivo y a la industria con la calidad requerida.

Le siguen, en su orden, las variedades Pastusa Suprema, ICA Única y Criolla Colombia, con el 20 %, 16 % y 8 % respectivamente (figura 15). Lo anterior coincide, en parte, con lo reportado en el Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación de Nariño (PEDCTI) publicado en 2012, donde se menciona que Nariño ocupa el tercer lugar en área sembrada del tubérculo, principalmente con las variedades Parda Pastusa, Diacol Capiro, ICA Nariño, Criolla y otras.

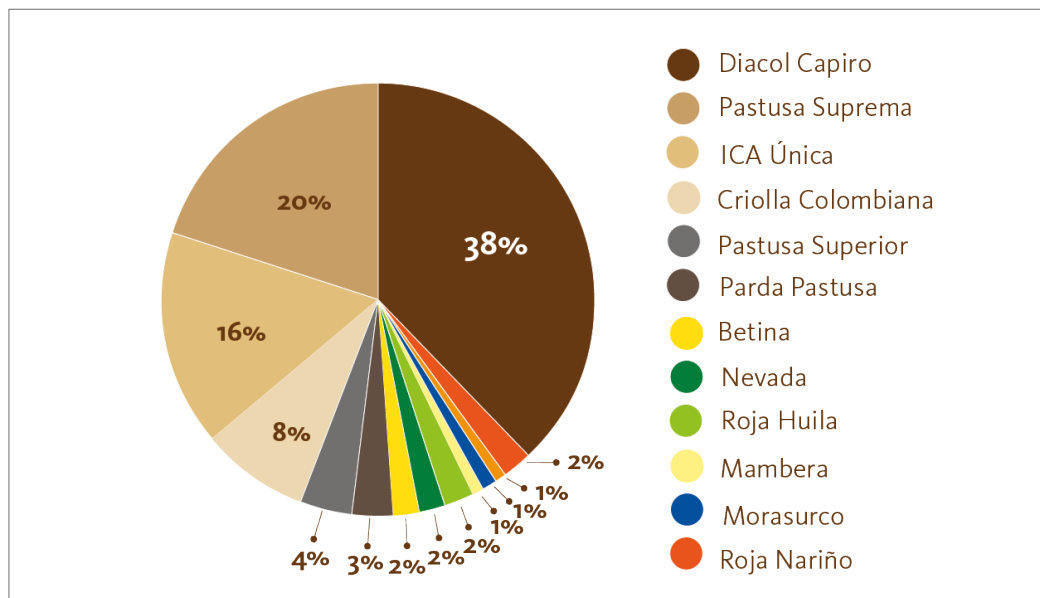


Figura 15. Registro de variedades y genotipos sembrados y de mayor uso en el departamento de Nariño durante 2015.

Fuente: Elaboración propia

Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y el Acuerdo de competitividad de la cadena productiva de la papa en Colombia (2010), en los últimos años han ingresado al mercado nuevas variedades registradas o han surgido otras como la variedad ICA Única, con elevadas posibilidades comerciales por sus altos rendimientos, que se ha posicionado como de gran importancia, fundamentalmente en el altiplano cundiboyacense. Se destaca que la obtención de nuevos materiales es fruto del esfuerzo de convenios entre entidades del orden público (el Instituto Colombiano Agropecuario [ICA] y la Universidad Nacional de Colombia) y privado (Fedepapa). En Nariño, esta variedad ha tenido gran acogida, entre otras, por la alta demanda de Ecuador, donde, según Monteros y Reinoso (2011), ya se encontraba en el tercer lugar del ranking debido a su demanda por la industria. Así mismo, ha tenido gran acogida por los agricultores debido a su alta comercialización y calidad de semilla para sus siembras (cuarto puesto a nivel nacional, con un 7 % del total de material sembrado) y además por la obtención de elevados rendimientos de hasta $25,2 \text{ t ha}^{-1}$ en las provincias del Carchi y Tungurahua, donde se introdujo en el año 2006. Fue tal su acogida que el Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador llegó a considerar dentro de sus proyectos incluir esta variedad, junto con otras registradas en ese país, para su multiplicación y entrega como semilla a sus productores (Flores et al., 2012).

Actualmente, sin embargo, se conoce la presencia de esta y otras variedades colombianas, sobre todo en la provincia del Carchi, pero por tratarse de variedades foráneas no hay registro oficial. Igualmente, en Colombia no hay un registro claro de variedades ecuatorianas en la región limítrofe, donde su siembra e implementación es evidente.

La variedad Criolla Colombia se ubica en el cuarto lugar de las variedades más comunes según los agricultores encuestados. Esta es preferida, según ellos, debido a que su ciclo vegetativo requiere un período que oscila entre cuatro y cinco meses, dependiendo de la altitud de siembra, lo cual hace que el retorno del capital invertido sea más rápido; adicional a ello, requiere niveles de fertilización menores a los demás genotipos comerciales. Rozo y Ramírez (2011) afirman que en todos los niveles socioeconómicos (NSE) se consume la variedad Criolla, que ocupa el quinto lugar de preferencia en cuanto a consumo promedio con respecto a otros genotipos de papa en el país.

Si bien en el mercado existe un número considerable de clones de variedad Criolla registrados como variedades comerciales, los agricultores en general tienden a confundirlos con la variedad Criolla Colombia, que fue una de las primeras que se ofreció en el país con dominios de recomendación para todas las zonas productoras. Al respecto, es importante anotar que posiblemente en la fase de recolección de la información los agricultores identificaron algunas de las otras variedades como Criolla Colombia; para efectos de la información colectada se consideró válida, pero a futuro es importante estimar el impacto y el alcance que han tenido otras variedades no reconocidas de las cuales se tiene información limitada.

Otros genotipos identificados en menor proporción fueron: Pastusa Superior (4 %), Parda Pastusa (3 %), Betina (2 %), ICA Nevada (2 %), Roja Huila (2 %), Morasurco (1 %), Mambera (1 %) y Roja Nariño (1 %) (figura 15).

Si bien hoy la proporcionalidad de los genotipos sembrados en Nariño con respecto al período de obtención de la información (2015) puede variar, la identidad prevalece, especialmente en los de mayor preferencia. En este sentido, Fedepapa reportó que para el año 2017 las variedades de mayor comercialización fueron Criolla, Diacol Capiro, Parda Pastusa, Pastusa Suprema y Morasurco; para el año 2018, fueron Criolla, Diacol Capiro, ICA Única, Betina, Parda Pastusa, Pastusa Suprema y Pastusa Superior, y, finalmente, para el año 2019 fueron Criolla, Diacol Capiro, ICA Única, Parda Pastusa, Pastusa Suprema y Pastusa Superior (Fedepapa, 2017; 2018; 2019).

Conclusiones

Se estableció que las áreas o zonas definidas como homogéneas para la producción de papa en el departamento de Nariño son influenciadas por formaciones geográficas de relieve y factores edafoclimáticos determinantes caracterizados por el cañón del río Guáitara, que atraviesa la mayoría de los municipios donde se adelantó el estudio. Además, se observó que, al interior de cada ambiente o zona homogénea, existen diferenciales de aptitud relacionados con características biofísicas que hacen que la zona productora de papa en el departamento de Nariño sea diversa y que pueda, por ende, albergar no solamente una amplia gama de variedades, sino que también permite explorar alternativas que busquen mejorar las condiciones del sistema productivo.

La producción de papa en el departamento de Nariño se basa principalmente en variedades comerciales que, indistintamente del ambiente en donde se establezcan, son consideradas por los agricultores como sus principales opciones. La elección del genotipo o cultivar se hace independientemente de la zona y se basa, principalmente, en el precio del momento en los diferentes centros de comercialización. Finalmente, los productores realizan acciones diferenciales basadas en la experiencia y el conocimiento no solo del sistema papa, sino también por la incidencia de otros cultivos predominantes en las regiones productoras. Los genotipos de menor comercialización se conservan en el departamento como parte de la seguridad alimentaria familiar.

Referencias

- Campos, H. & Ortiz, O. (Eds.). (2019). *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind*. Springer Nature. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. (2017). Sistema Experto MAPA. <http://www.corpoica.org.co:8086/NetCorpoicaMVC/SEMapa>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2017). El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) y un estudio de caso de los costos de producción de papa Pastusa Suprema. *Boletín mensual Insumos y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria*, 55, 1-5.
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2014a). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: Todos por un Nuevo País*. DNP. <https://www.minagricultura.gov.co/planeacion-control-gestion/Gestin/Plan%20de%20Acci%C3%B3n/PLAN%20NACIONAL%20DE%20DESARROLLO%202014%20-%202018%20TODOS%20POR%20UN%20NUEVO%20PAIS.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2014b). *Documento Conpes 3811*. DNP. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3811.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación [DNP]. (2019). *Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: Pacto por Colombia, Pacto por la equidad*. Tomo I. DNP
- Federación Colombiana de Productores de Papa [Fedepapa]. (2017). *Boletín Mensual Regional n° 3, 1(1)*. <https://fedepapa.com/Boletines/REGIONALES/BOLETINREGIONALNARI%C3%91O3.pdf>
- Federación Colombiana de Productores de Papa [Fedepapa]. (2018). *Boletín Mensual Regional n° 3, 2(3)*. <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2017/01/NARI%C3%91O-2018.pdf>

- Federación Colombiana de Productores de Papa [Fedepapa]. (2019). *Boletín Mensual Regional* n° 3, 3(3). <https://fedepapa.com/wp-content/uploads/2020/01/BOL-ETIN-REGIONAL-NARI%C3%91O-2019.pdf>
- Federación Colombiana de Productores de Papa [Fedepapa] y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial [MAVDT]. (2004). *Guía ambiental para el cultivo de la papa*. Fedepapa; MAVDT. <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guia-ambiental-para-el-cultivo-de-la-papa.pdf>
- Flores, R., Naranjo, H., Galarraga, J., Sánchez, M. P., & Viteri, S. (2012). *Estudio de la demanda de semilla de papa de calidad en Ecuador. Fortalecimiento de la Innovación Agrícola pro Pobre para la Seguridad Alimentaria en la Región Andina (IssAndes)*. [Documento de trabajo n° 1]. Ofiagro; Centro Internacional de la Papa.
- Gobernación de Antioquia. (2011). *Zonificación agropecuaria, piscícola y forestal del departamento de Antioquia*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Gobernación de Antioquia. <http://bdigital.eafit.edu.co:8080/bdng/query/single.xsp?idregistro=2505435>
- Gobernación de Nariño & Universidad Sergio Arboleda. (2018). Consolidado Agropecuario de Nariño 2018. Documento de consulta. Gobernación de Nariño.
- Gobernación de Nariño, Colciencias & Cámara de Comercio de Pasto (2012). Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación de Nariño. <https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/pedcti-narino.pdf>
- Hermanides, G. & Nijkamp, P. (1998). Multicriteria evaluation of sustainable agricultural land use: a case study of Lesvos. En E. Beinat y P. Nijkamp (eds.), *Multicriteria Analysis for Land-Use Management* (pp. 61-78). Springer Science & Business Media. https://doi.org/10.1007/978-94-015-9058-7_5
- Herrera, C., Fierro, L. & Moreno, J. (2000). *Manejo integrado del cultivo de la papa*. Corpoica.
- Instituto Colombiano de Desarrollo Rural [Incode] & Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [Corpoica]. (2005). *Zonificación agroecológica, evaluación económica y organización socioempresarial de sistemas de producción prioritarios en el área de desarrollo rural zona costanera de Córdoba*. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13771>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [Icontec]. (2000). Norma Técnica Colombiana NTC 4611. Información geográfica. Metadatos.

- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2011). *Caracterización agroclimática de Cundinamarca y Boyacá y análisis de amenazas en la zona papera*. IDEAM.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2010). *Acuerdo de competitividad de la cadena agroalimentaria de la papa en Colombia*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://sioc.minagricultura.gov.co/DocumentosContexto/P008-NUEVO%20ACUERDO%20DE%20COMPETITIVIDAD%20PAPA.pdf#search=Acuerdo%20de%20competitividad%20de%20la%20cadena%20agroalimentaria%20de%20la%20papa%20>
- Monteros, C. & Reinoso, I. (2011). *Informe final del Proyecto FTG-353/05 "Innovaciones Tecnológicas y Mercados Diferenciados para Productores de Papas Nativas"*. Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria, INIAP.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (1997). *Zonificación agroecológica: guía general*. Boletín de suelos de la FAO, n° 73. FAO. <http://www.fao.org/docrep/W2962S/W2962S00.htm>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2007). *Land evaluation. Towards a revised framework*. FAO Land and Water Discussion Paper n° 6. FAO. <http://www.fao.org/3/a-a1080e.pdf>
- Rodríguez, L. (2010). Origen y evolución de la papa cultivada. Una revisión. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 9-17. <https://www.redalyc.org/pdf/1803/180315651001.pdf>
- Rossiter, D. (1994). *Lecture notes: "Land evaluation"*. SCAS Teaching Series T94-1, Department of Soil, Crop & Atmospheric Sciences, Cornell University.
- Rozo, D. & Ramírez, L. (2011). La agroindustria de la papa criolla en Colombia: situación actual y retos para su desarrollo. *Gestión y Sociedad*, 4(2), 17-30. https://www.researchgate.net/profile/Leila_Ramirez/publication/255948704_La_agroindustria_de_la_papa_criolla_en_Colombia_Situacion_actual_y_retos_para_su_desarrollo/links/00463520e3e249037b000000.pdf
- Schafleitner, R., Ramirez, J., Jarvis, A., Evers, D., Gutierrez, R., & Scurrah, M. (2011). Adaptation of the potato crop to changing climates. In: S. Yadav, R. J. Redden, J. L. Hatfield, H. Lotze-Campen & A. E. Hall (eds.), *Crop adaptation to climate change* (pp. 287-297). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9780470960929.ch20>
- Sistema de Información de Gestión y Desempeño de las Organizaciones de Cadenas [SIOC]. (2019). *Cadena de la Papa. Indicadores e instrumentos, marzo de 2019*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Papa/Documentos/2019-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf>

- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2014). *Metodología para evaluación de tierra con fines agropecuarios a escala semidetallada (1:25.000)*. https://www.upra.gov.co/documents/10184/104284/Metodologia_eval_tierras_1_25_000
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2015). *UPRA trabaja por la competitividad del sector papero*. https://somosupra.upra.gov.co/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/GEKyUuxHYSXZ/content/upra-trabaja-por-la-competitividad-del-sector-papero
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. (2016). *Cultivo comercial de papa: identificación de zonas aptas en Colombia a escala 1:100.000*. https://www.upra.gov.co/documents/10184/13821/Zonificaci%C3%B3n_papa