

Artículo de investigación científica y tecnológica

## Tipología de fincas productoras de arveja (*Pisum sativum* L.) en la subregión Sur de Nariño, Colombia

### Typology of pea-producing farms (*Pisum sativum* L.) in the southern subregion of Nariño, Colombia

David Eduardo Álvarez-Sánchez,<sup>1</sup> Eyder Daniel Gómez-López,<sup>2\*</sup> Héctor Ramiro Ordóñez-Jurado

<sup>1</sup> Estudiante PhD., Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Doctorado en Agroecología. Palmira, Colombia. Correo: daealvarezsa@unal.edu.co.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3563-2529>

<sup>2</sup> Docente, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Biológicas. Palmira, Colombia. Correo: eydgomezlo@unal.edu.co.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5892-5722>

<sup>3</sup> Docente, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Departamento de Recursos Naturales y Sistemas Agroforestales. Pasto, Colombia. Correo: hectoramiro@hotmail.com.

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1646-8292>

Editor temático: Juan Manuel Rodríguez Rondón (Gerente Biogeomática)

Fecha de recepción: 24/09/2018

Fecha de aprobación: 18/02/2019

Para citar este artículo: Álvarez-Sánchez, D. E., Gómez-López, E. D., & Ordóñez-Jurado, H. R. (2019). Tipología de fincas productoras de arveja (*Pisum sativum* L.) en la subregión Sur de Nariño, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 659-677

DOI: [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num3\\_art:1593](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num3_art:1593)



Esta licencia permite distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de la obra de modo no comercial, siempre y cuando se dé el crédito y se licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

\* Autor de correspondencia. Universidad Nacional de Colombia, Cra. 32 # 12 - 00, Torre Administrativa, segundo piso, Palmira, Valle del Cauca.

## Resumen

En Colombia, el departamento de Nariño es el principal productor de arveja (*Pisum sativum* L.) abasteciendo aproximadamente el 54% de la demanda nacional. La principal zona productora de esta leguminosa se concentra en la subregión Sur u Obando del departamento, en donde el cultivo presenta adecuadas condiciones ambientales y se desarrolla bajo agricultura familiar. En este estudio se buscó identificar tipologías de fincas dedicadas al cultivo, para lo cual se tomó una muestra heterogénea de 1.067 predios ubicados en cinco municipios de la subregión Sur (Córdoba, Cuaspud, Iles, Ipiales y Potosí); siguiendo el marco metodológico propuesto por la Red Internacional de Metodologías de Investigación en Sistemas de Producción (RIMISP), se georreferenció cada finca y se aplicó una encuesta

estructurada con 39 variables. La información obtenida fue sometida a Análisis de Correspondencia Múltiple y Análisis de Agrupamiento Jerárquico. Como resultado se identificaron 12 variables con poder discriminante que conformaron tres clústeres: C1, que agrupó el 6% de la muestra (68 fincas); C2, el 26% (271 fincas), y C3, el 68% (728 fincas). Cada grupo presentó características particulares en torno al predio, estrategias agroproductivas, aspectos sociales, ambientales y económicos, describiendo la heterogeneidad de las fincas asociadas al cultivo de arveja. Se espera que los resultados contribuyan a la caracterización y selección de fincas representativas para futuros trabajos de estimación de sustentabilidad.

**Palabras clave:** agricultura familiar, agroecología, análisis multivariante, fincas experimentales, leguminosa, tipificación

## Abstract

In Colombia, Nariño is the main pea-producing department that supplies approximately 54% of the national demand. The main producing area of this legume is concentrated in the Obando or southern subregion of the department, where pea (*Pisum sativum* L.) shows adequate environmental conditions and develops under family farming. In this study, we sought to identify typologies of farms dedicated to this crop, for this, a heterogeneous sample of 1.067 farms in five municipalities of the southern subregion (Córdoba, Cuaspud, Iles, Ipiales and Potosí) was taken. Following the methodological framework proposed by the International Network of Research Methodologies in Production Systems (RIMISP, for its acronym in Spanish) to georeference each farm and apply a structured

survey with 39 variables. The information obtained was subjected to Multiple Correspondence and Hierarchical Grouping Analyses. As a result, 12 variables with discriminant power were identified, which formed three clusters: C1 grouped 6% of the sample (68 farms), C2 assembled 26% (271 farms) and C3 grouped 68% (728 farms). Each group showed particular characteristics regarding the property, agro-productive strategies, and social, environmental, and economic aspects that described the heterogeneity of the farms associated with pea cultivation. It is expected that the results will contribute to the characterization and selection of representative farms for future sustainability estimation works.

**Keywords:** agroecology, family farming, legume, multivariate analysis, pilot farms, typification

## Introducción

Con una cosecha de 30.000 t al año y un área aproximada de 14.103 ha, el departamento de Nariño es el principal productor de arveja en Colombia. Se calcula que 20.140 familias campesinas dependen económicamente de este cultivo, generando 1,5 millones de jornales al año (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2011; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2018).

Por otra parte, cabe destacar que entre el 2000 y el 2017 el área sembrada con arveja se incrementó en 3,9 veces (9.230 ha) y el rendimiento promedio pasó de 5,1 a 7,2 t/ha (MADR, 2018). En ese sentido, es notoria una rápida expansión que ha remplazado cultivos de papa, maíz, pastos, trigo y otras hortalizas tradicionales, especialmente en trece municipios que se agrupan en la subdivisión territorial Sur del departamento, también llamada subregión Obando. Este fenómeno coincide con la consolidación de paquetes tecnológicos que emplean variedades mejoradas, alta demanda de insumos externos (fertilizantes, plaguicidas, combustibles, etc.) y tutoraje para expresar el máximo rendimiento agronómico.

Como consecuencia de lo anterior, la arveja modifica el paisaje y características de producción desde el sistema finca en dicha subregión, causando presión especialmente sobre los recursos naturales, lo que hace necesario identificar y estudiar la diversidad asociada al cultivo y establecer, desde la heterogeneidad, estrategias que permitan evaluar e incrementar la sustentabilidad.

La finca como unidad está generalmente asociada a una superficie medible (predio), manejada por una familia que tiene un propósito agrícola y vinculada, a su vez, con los procesos físicos, biológicos y socioeconómicos de la región, que limitan o promueven el uso y cambio de la cobertura del suelo (Hart, 1985; Madry, Gozdowski, Roszkowska, Dabrowski, & Lupa, 2010; Madry et al., 2013).

En la práctica, difícilmente se puede estudiar en profundidad cada finca de una región, por lo que es necesario usar metodologías y enfoques alternativos

que permitan abordar esta problemática. El análisis de tipología agrícola brinda una posible solución, que simplifica la enorme diversidad en los sistemas complejos (Goswami et al., 2014), construyendo clústeres (grupos) que implican la creación de una taxonomía de fincas o los llamados *dominios de recomendación*, un grupo aproximadamente homogéneo con circunstancias similares al cual se le puede hacer una recomendación semejante (Escobar & Berdegué, 1990; Loes, Leyva, & Varela, 2008).

En los estudios de tipología se pueden distinguir dos métodos principalmente: investigación *a priori*, basada en conocimiento y juicio del investigador, y tipificación cuantitativa, basada en análisis estadístico (Dos Santos, 2013; Goswami, Chatterjee, & Prasad, 2014). Para este último método, se emplea generalmente un gran número de variables y técnicas de estadísticas multivariada que permiten reducir la dimensionalidad de la información y agrupar las fincas de acuerdo con características determinantes.

Cada agrupación de fincas estará relacionado con la estructura, tecnología, relaciones sociales, valores, planificación y objetivos de los campesinos que integran el sistema (Madry et al., 2013), permitiendo la conceptualización heurística del sujeto de la clasificación y en muchos casos proponiendo estrategias de abordaje metódico.

Por lo anterior, el objetivo de este estudio es establecer una tipología de fincas productoras de arveja en la subregión Sur del departamento de Nariño, Colombia, para contribuir a la caracterización y selección de predios representativos para futuros trabajos de estimación de sustentabilidad.

## Materiales y métodos

### Población vinculada y área de estudio

El estudio se desarrolló entre febrero y abril del 2017, en la subregión Sur del departamento de Nariño, Colombia. Se seleccionó una muestra heterogénea de 1.067 fincas en los municipios de Ipiales (633), Córdoba (199), Cuaspud (194), Potosí (27) e Iles (14), seleccionados por ser los principales productores de arveja a nivel departamental.

## Sistema de cultivo de arveja

El cultivo de arveja es transitorio, asociado a la agricultura familiar, con un ciclo productivo de entre 3,5 y 4 meses. La planta es herbácea, perteneciente a la familia Fabaceae, subfamilia Papilionoideae. La producción es permanente a lo largo del año, cultivándose en la región Andina normalmente en clima frío y frío-moderado.

## Caracterización y tipificación de fincas

Se utilizó la propuesta metodológica de la Red Internacional de Metodologías de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP) para tipificación predial (Escobar & Berdegué, 1990). Para la recolección de información se empleó la técnica de encuesta estructurada, cuyo cuestionario se elaboró con 39 variables primarias: 5 cuantitativas y 34 categóricas, agrupadas en cuatro componentes; la selección de dichas variables se basó en trabajos de tipificación y consulta a expertos en el cultivo de arveja.

Los requisitos para aplicar la encuesta en campo fueron los siguientes: a) que la finca tuviera arveja como cultivo principal con una proporción superior al 40% del área, y b) que el 70% o más de los ingresos de la familia fueran derivados de la actividad agropecuaria.

## Georreferenciación de fincas y recolección de información

Se realizó la entrevista a la persona que toma las decisiones operativas en cada una de las 1.067 fincas visitadas, codificando la encuesta para la consolidación de la información en una matriz general. Conjuntamente, se georreferenció cada predio mediante equipos GPS Garmin 12XL (error  $\pm 5$  m).

## Selección de variables con poder discriminante

El análisis de las cinco variables cuantitativas se realizó mediante la determinación del coeficiente de variación, descartando aquellas que presentaron

un valor inferior a 40%, como lo sugieren Lores et al. (2008). Las 34 variables categóricas se evaluaron de forma independiente, a través de una calificación de su poder discriminante así: *alto* (+++), si la variable presentaba una distribución disgregada en las clases propuestas; *medio* (++) , si la variable tiene conexión con otra o puede excluirse, y *bajo* (+), si la frecuencia tiene tendencia hacia una clase específica. Estos métodos primarios de reducción de variables estadísticas permitieron operar el Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples (ACM), disminuyendo la dimensión de la información que se clasificaría.

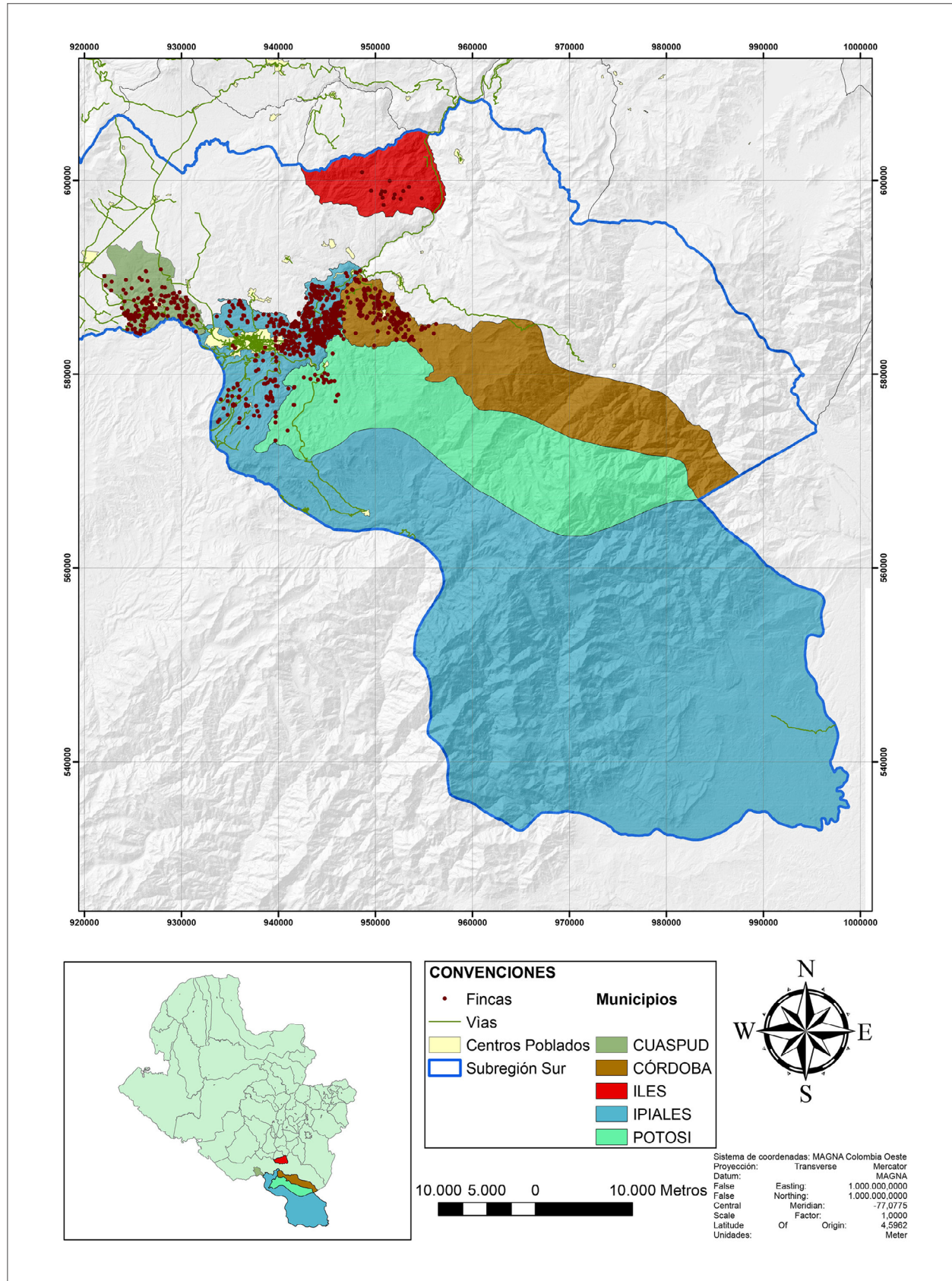
## Determinación y descripción de clúster

Una vez seleccionados los factores resultantes del ACM, se procedió a desarrollar un análisis multivariante de Agrupamiento Jerárquico, empleando el método del Algoritmo de Ward, a través del cual se obtuvo un dendograma en el que se identificó el número de clústeres. Para la descripción de las fincas productoras de arveja, se seleccionaron las variables empleando el método de desviación entre los valores relativos a la clase y los valores globales utilizando el valor Test (P-valor < 0,05). Para el desarrollo de los métodos estadísticos, se usó la librería FactoClass del software R v.3.2.2\* (R Development Core Team, 2013).

## Resultados y discusión

### Georreferenciación de fincas y recolección de información

Las fincas caracterizadas se situaron entre los 1.829 y 2.847 m s. n. m. La distribución espacial varió entre -77,8 y -77,4 grados de longitud y 0,9 a 1,6 grados de latitud, en donde la totalidad de puntos georreferenciados se agruparon como unidad biofísica homogénea al cruzar las coordenadas con el mapa de vocación de uso de suelo (uso agrícola). En la figura 1 se presenta la distribución espacial de los 1.067 puntos en los cinco municipios de estudio.



Tipología de fincas productoras de arveja (*Pisum sativum* L.) en la subregión Sur de Nariño, Colombia

**Figura 1.** Distribución espacial de las fincas evaluadas en la subregión Sur del departamento de Nariño (n = 1.067)  
 Fuente: Elaboración propia

## Selección de variables con poder discriminante

En la tabla 1 se muestran las tres variables cuantitativas que tuvieron un coeficiente de variación superior al 40 %; se descartaron las variables *altitud* (m s. n. m.) y *número de lotes de producción*, dado que no presentaron una varianza razonable dentro de la muestra de fincas encuestadas.

En las tablas 2 a la 6 se muestran los resultados de las variables que fueron seleccionadas por su poder discriminante alto y medio en cada componente del sistema, información que permitió describir la situación contextual de la producción de arveja a nivel de finca en la subregión Sur, mostrando heterogeneidad productiva y socioeconómica, aun cuando el estudio se enfocó en un solo cultivo.

**Tabla 1.** Descripción de las variables cuantitativas seleccionadas

Componente del sistema	Variable	Media	D.S.	C.V.	Mínimo	Máximo
Predio	Tamaño finca (ha)	0,967	1,120	115,8%+++	0,087	14
	Área de arveja cultivada (ha)	0,463	0,248	53,6%+++	0,080	3
Aspectos sociales	N.º de integrantes por familia	3,508	1,552	44,2%+++	1	11

+++ : Variable seleccionada, C.V. > 40 %.

Fuente: Elaboración propia

### Componente predio

En la muestra evaluada predominó el tamaño de finca entre 1 y 5 ha, agrupando el 98 % de los casos evaluados (tabla 2); este resultado coincide con las estadísticas de la subregión Sur sobre distribución de tierra rural realizada por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (2018), determinando que el 93 % de los registros catastrales obedecen a microfundio (1 a 3 ha) y minifundio (3 a 10 ha).

A lo anterior se debe agregar que la región presenta una marcada desigualdad en torno al acceso a la tierra, explicada por el índice Gini de 0,8, superando el promedio nacional (Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA], 2018). Este estudio identificó el fraccionamiento del predio por sucesión hereditaria, en el que una finca es dividida de padres a hijos como una posible estrategia de adaptabilidad, garantizando un área de subsistencia familiar. Forero (2013) indica que este fenómeno es recurrente en zonas Andinas de Colombia, y contrasta con la presencia de fincas mayores a 5 ha, respaldando la premisa de inequidad en los medios de producción.

Esta variable también plantea la necesidad de evaluar las políticas públicas de bienestar social, en el que uno de los argumentos analizados es la inconsistencia entre el tamaño de la Unidad Agrícola Familiar (UAF) “entendida como una unidad de medida económica traducida en las hectáreas necesarias para que, en un sitio determinado, una familia rural tenga los ingresos necesarios para obtener vida digna y la sostenibilidad de su actividad productiva” (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR] & Instituto Colombiano de Desarrollo Rural [Incoder], 2013, p. 1), calculada para la subregión Sur en 10,8 hectáreas, lo que presenta discrepancia con el tamaño de predio encontrado, en donde solo el 7 % de los encuestados posee fincas con más de 2 ha.

La tenencia de tierra en la muestra evaluada es predominantemente propia en el 69 % de los casos; la topografía es mayormente ondulada (48 %), estableciendo una relación directa con el estado de las vías de acceso al predio en regular (49 %) y mal estado (32 %), como se indica en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la encuesta de caracterización para el componente *predio*

Variable	Categoría	<i>f</i> absoluta	<i>f</i> relativa	Calificación*
Tamaño de finca (ha)	< 0,5	92	9 %	**
	0,5-1	537	50 %	
	1-2	367	34 %	
	> 2	71	7 %	
Tenencia de tierra	Arriendo	230	21 %	++
	Colectivo	43	4 %	
	Copropietario	50	5 %	
	Propia	744	70 %	
Estado de vías de acceso	Buen estado	201	19 %	+++
	Regular estado	520	49 %	
	Mal estado	346	32 %	
Área de arveja cultivada (ha)	0,09-0,3	230	22 %	**
	0,3-0,6	377	35 %	
	0,6-1	112	10 %	
	1-5	342	32 %	
	5-12	6	1 %	
Topografía predominante	Plano	438	41 %	+++
	Ondulado	517	48 %	
	Quebrado	112	11 %	

\* Calificación: +++ = Alto, ++ = Medio, + = Bajo; \*\* Variable continua (C.V. > 40 %).

Fuente: Elaboración propia

Se destaca que solamente el 14% de los campesinos tengan una fuente de agua para uso agrícola en la finca, de los cuales 143 ocasionalmente emplean riego mediante aspersores mecánicos. Bajo este panorama, la dependencia del recurso hídrico de agua lluvia limita la capacidad productiva de la finca, seguridad alimentaria y generación de ingresos, para lo cual se deben plantear evaluaciones específicas y medidas públicas prioritarias para la subregión.

En las fincas, el área destinada al cultivo de arveja fue variable, con reportes que van desde 0,08 ha hasta 12 ha, como se indica en la tabla 2, condición que no solo estuvo ligada al tamaño del predio, sino también a la práctica de arrendamiento de lotes para producción agrícola, lo que se evidencia posteriormente en la conformación de los clústeres.

#### Componente *estrategias agroproductivas*

La aplicación de fertilizantes edáficos de síntesis química industrial se presentó en la totalidad de fincas, de las que el 33% incorporó además abono orgánico, y en el 81% de los casos se realizó como complemento nutricional la aspersión de fertilizantes foliares para el cultivo de arveja. Esto demuestra el vínculo que tienen los insumos sintéticos como estrategia productiva en la región.

Situación parecida mostró la gestión de problemas fitosanitarios, para los cuales la totalidad de campesinos realizó aplicaciones calendarizadas con productos plaguicidas. Esta dependencia de insumos se puede explicar como un proceso estimulado por el modelo productivo, en el que las compañías agrícolas de gran incidencia en el sector rural potencializan la necesidad de compra, como lo sugiere Forero (2013). De ahí que la carga de subsidios energéticos externos y posibles problemas de contaminación ambiental estén ligados al modelo de agricultura de revolución verde que incrementa el grado de vulnerabilidad de la actividad agrícola.

En relación con las estrategias productivas de mayor grado de tecnificación adoptadas por los campesinos, el uso de análisis de suelo se reportó solo en un 3%, el uso de riego en 13% y la preparación del terreno con maquinaria estuvo relacionada con la cantidad de arveja a sembrar y el relieve. Estos hallazgos

muestran que la adopción de tecnologías, insumos y normas de procedimiento en la agricultura familiar está más asociada a la capacidad financiera del propietario de la finca.

Otro aspecto importante fue la identificación de las variedades de arveja más sembradas en los municipios del estudio (tabla 3), cuyos resultados concuerdan con las estadísticas oficiales en Nariño, en donde la variedad San Isidro es predominante en Ipiales y Cuaspud; la variedad Andina, en Córdoba y Potosí, y la variedad Santa Isabel predomina en Iles.

Los anteriores resultados muestran que el campesino sigue dependiendo de variedades liberadas a finales de la década de los años noventa, incrementando la especificidad genética y homogenización tecnológica y cultural del sistema; además, desde la visión agroecológica —un enfoque alternativo de agricultura—, se advierte sobre la presión realizada en cultivos y materiales locales, así como el incremento de vulnerabilidad ante factores bióticos y abióticos que puede generar dicha homogeneidad.

Se pudo determinar también que el cultivo de arveja tiene una baja rotación, permaneciendo en la parcela entre tres y cuatro semestres, como lo refirió el 62% de los campesinos entrevistados, para luego realizar una alternación por un ciclo de papa, rastrojo o pastos, como se indica en la tabla 3. Fueron inquietantes los casos en los que la rotación se postergó por más de dos años, debido a la extracción de nutrientes y materia orgánica, y el incremento de inóculo de problemas fitosanitarios que pueden permanecer en la parcela.

El anterior contexto productivo permite clasificar al sistema de arveja dentro de una agricultura de tipo tradicional, respaldados por Vélez y Gastó (1999), quienes la identifican por el uso de tecnología con limitadas bases científicas, posibilidad de causar degradación del ámbito, sin prácticas de conservación, con un tamaño de la propiedad que puede ser variable y que generalmente se ubica en condiciones ecológicas difíciles; a partir de la información indagada, no se pudo establecer una forma alternativa de manejo agroproductivo en la región, como los sistemas orgánicos o agroecológicos.

**Tabla 3.** Resultados de la encuesta de caracterización para el componente *estrategias agroproductivas*

Variable	Categoría	<i>f</i> absoluta	<i>f</i> relativa	Valor*
Preparación de suelo	Manual	503	47 %	+++
	Maquinaria	564	53 %	
	Andina	292	27 %	
	San Isidro	709	66 %	
Variedad de arveja	Santa Isabel	20	2 %	++
	Otra	46	4 %	
	Papa	643	60 %	
	Rastrojo (descanso)	250	23 %	
Sistema de rotación	Pastos	82	8 %	+++
	Maíz	48	4 %	
	Otro	44	4 %	
Uso de tutoraje	Canastilla	104	10 %	+++
	Colgada	952	89 %	
	Ninguno	11	1 %	

\* Calificación: +++ = Alto, ++ = Medio, + = Bajo.

Fuente: Elaboración propia

### Componente *aspectos sociales*

Se pudo establecer que el tipo de agricultura corresponde a un modelo familiar, cuya organización social proporciona en cada finca una cantidad sustancial del trabajo relacionado a las labores diarias; asimismo, el patrimonio es colectivo y la producción es pensada en términos de ingreso agrícola (Forero, 2013; Forero et al., 2002). Debido al gran tamaño de familia, tiene vital importancia la cooperación como estrategia productiva (tabla 4).

El administrador de la finca es un hombre en el 98,6 % de los casos, lo que concuerda con el estudio de Perilla (2014) en zonas rurales del departamento de Nariño, en donde se concluye que el rol de hombres y mujeres es marcado, las labores productivas y administrativas de la finca (cultivos y manejo de animales) son realizadas por hombres, y las mujeres se dedican a labores del hogar, ocupando gran parte de la jornada al cuidado del huerto casero (chagra) y de las especies menores.

En la muestra evaluada, el grado de escolaridad formal del administrador fue bajo, dado que el 11,3 % de los campesinos entrevistados no tenían estudios y, al sumar el nivel básico y de secundaria, se obtuvo el 85 % de los casos (tabla 4). Distintos autores han indicado que este factor, junto a la edad, pueden revertir en conductas menos flexibles a la hora de diseñar estrategias de respuesta a los cambios del sector agrícola o a la hora de adaptar estrategias de producción innovadoras. La anterior información obedece en su totalidad a la muestra masculina, razón por la cual Perilla (2014) plantea

la necesidad de indagar sobre la desigualdad que tiene la mujer en el sur de Nariño, sin ser abordada en esta investigación.

#### Componente *aspectos ambientales*

El componente ambiental pone en evidencia el destino final de la fibra sintética utilizada en el tutoraje de arveja, practicado por el 99 % de la población entrevistada. Se estableció que una hectárea de arveja requiere entre treinta y cuarenta conos de 1 kg de material sintético (aproximadamente 3.000 m

**Tabla 4.** Resultados de la encuesta de caracterización para el componente *aspectos sociales*

Variable	Categoría	<i>f</i> absoluta	<i>f</i> relativa	Valor*
Número de integrantes de la familia	1-3	481	45 %	**
	4-7	567	53 %	
	> 8	19	2 %	
Escolaridad del administrador	Primaria	746	70 %	++
	Secundaria	160	15 %	
	Técnico	32	3 %	
	Profesional	7	1 %	
	No estudios	122	11 %	
Años de producción de arveja	1-3 años	240	22 %	+++
	3-5 años	144	13 %	
	> de 5 años	683	64 %	
Promedio de jornales/cultivo	< 140 jornales	629	59 %	+++
	140-160 jornales	428	40 %	
	> 160 jornales	10	1 %	

\* Calificación: +++ = Alto, ++ = Medio, + = Bajo; \*\* Variable continua (C.V. > 40 %).

Fuente: Elaboración propia

lineales de fibra por cono). El 84% de los campesinos indicó que después del ciclo productivo quemó el material utilizado; el 9% enterró el residuo y solamente el 4% reutiliza la fibra para otro ciclo (tabla 4). De acuerdo con estadísticas del MADR (2018), durante el 2017 la subregión Sur pudo generar un promedio de 348 t de fibra sintética, para las cuales no se cuenta con medidas técnicas de manejo.

Además, los resultados muestran nuevamente el tutoraje como generador de conflicto ambiental, debido a la presión que ejerce sobre el recurso forestal local; por cada hectárea de arveja, la estructura emplea un promedio de 1.660 postes de madera que, extrapolados a las necesidades de la subregión Sur de Nariño, puede alcanzar una demanda de 16,5 millones de postes, que tienen una vida útil de tres o

cuatro años. Para abastecerse de este requerimiento en la muestra evaluada, solamente el 23% de los campesinos refirió tener parches forestales que no alcanzan a suplir la necesidad de la finca (tabla 5).

Ante este panorama, fue importante identificar aspectos del sistema con potencial ambiental, de los cuales se destacaron los cercos con arbustos nativos usados como linderos entre predios, generando servicios ecosistémicos a nivel de paisaje, y el compostaje para la huerta casera, reciclando los subproductos del subsistema pecuario. Estas estrategias fueron practicadas por el 54% de los campesinos, como se indica en la tabla 5, convirtiéndose en experiencias arraigadas que, al potencializarse, pueden incrementar la resiliencia ambiental y sustentabilidad de la finca.

**Tabla 5.** Resultados de la encuesta de caracterización para el componente *aspectos ambientales*

Variable	Categoría	<i>f</i> absoluta	<i>f</i> relativa	Valor*
Prácticas de conservación	Ninguna	494	46 %	+++
	Barrera viva	177	17 %	
	Compostaje	148	14 %	
	Barrera/Compostaje	248	23 %	
Presencia de parches forestales	Sí	248	23 %	++
	No	819	77 %	
Disposición final de la fibra	Quema	802	84 %	++
	Reutiliza otro ciclo	64	4 %	
	Entierra	201	12 %	

\*Calificación: +++ = Alto, ++ = Medio, + = Bajo.

Fuente: Elaboración propia

### Componente *aspectos económicos*

En cuanto a los aspectos económicos, se precisa que las variables indagadas solamente permiten conocer parte de las interacciones del sistema productivo, No se abordó la dimensión interna de la finca que involucra la mano de obra familiar, recursos domésticos, o a la interacción con otros subsistemas diferentes al cultivo de arveja, que fue denominado como “principal” por los campesinos.

El rendimiento fue de gran importancia en la conformación de los clústeres, ya que integró indirectamente los sistemas socioeconómicos (acceso a la tierra, mano de obra, capital y tecnología). Se destaca que la estimación obedeció a un método rápido que permitió en cada finca indagar al administrador sobre el número de bultos de arveja cosechados por cada kilogramo de semilla sembrado, cuyos resultados se extrapolaron a toneladas por

hectárea, determinando que el rendimiento osciló entre 3,6 y 8,2 t/ha (tabla 6), siendo comparables a los reportados por MADR (2018) en los municipios de estudio.

Además, como se indica en la tabla 6, el costo de producción extrapolado a una hectárea de arveja en promedio osciló entre los cinco y nueve millones de pesos por campaña agrícola, con variaciones importantes dependiendo de la capacidad de endeudamiento del campesino, condiciones ambientales y distancia al punto de comercialización. Llamó la atención en este estudio que, debido a la excesiva aplicación de insumos como estrategia productiva, en el 7 % de los casos los costos de producción superaron los nueve millones de pesos que se definió como un valor de referencia, con reportes de hasta 11,6 millones de pesos por cada hectárea de arveja, siendo este otro factor determinante al momento de la conformación de los clústeres en la siguiente etapa de investigación.

**Tabla 6.** Resultados de la encuesta de caracterización para el componente *aspectos económicos*

Variable	Categoría	<i>f</i> absoluta	<i>f</i> relativa	Valor*
Rendimiento (t/ha)	< 4,9	323	30 %	
	4,9-6,6	683	64 %	+++
	> 6,6	61	6 %	
Comercialización	Acopio	711	67 %	
	Intermediario	262	25 %	+++
	Plaza de mercado	94	9 %	
Punto de entrega cosecha	Municipio Cercano	184	17 %	
	Punto de acopio	616	58 %	+++
	Vereda	267	25 %	

(Continúa)

(Continuación tabla 6)

Variable	Categoría	<i>f</i> absoluta	<i>f</i> relativa	Valor*
Costos de producción arveja/ha	5-7 millones	723	68 %	+++
	7-9 millones	266	25 %	
	> 9 millones	78	7 %	
Precio de venta promedio del bulto	< \$40.000	134	13 %	+++
	\$40.000-\$60.000	461	43 %	
	\$60.000-\$80.000	320	30 %	
	> \$80.000	152	14 %	

\*Calificación: +++ = Alto, ++ = Medio, + = Bajo.

Fuente: Elaboración propia

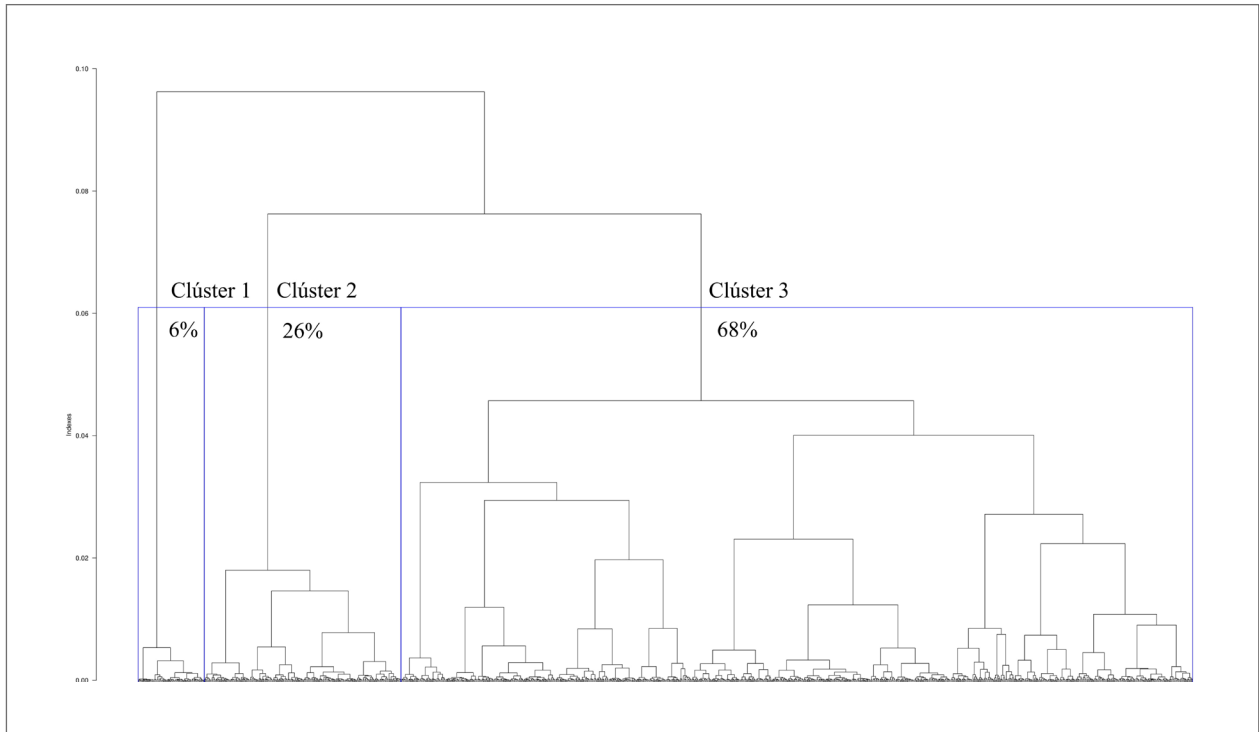
Cabe tener en cuenta que en este componente se destaca la mediación de la Central de Acopio y Abastos de Productos Agrícolas de Ipiales en el sistema económico de la región, dado que incide sobre el destino de la comercialización, punto de entrega y precio de venta promedio indicado por los campesinos. Solarte, Osorio y Checa (2016) determinaron, a partir de estudios en esta central de acopio, que el destino final de la arveja mayoritariamente es el interior del país, destacándose Bogotá, con aproximadamente el 33 % de las transacciones, Cali (27%), Pereira (24%), Medellín (12%) y Bucaramanga (4%), con una oferta mensual promedio de 33.949 bultos, equivalente a 1.697 toneladas al mes.

En este sentido, cuando las relaciones de intercambio en el mercado son más o menos estables, los productores tienen más interés en especializar sus actividades en productos para la venta. El análisis de

la región indica que esto contribuye a la disminución de la diversificación en la finca, aceptar las fluctuaciones del mercado y soportar un alto gasto de insumos externos representados en los costos de producción.

### Determinación y descripción de los clústeres

La contribución individual de los factores de variabilidad total y los valores propios resultado del ACM determinaron nueve factores, que concentraron el 65,4% de la información. El dendograma resultante expresó la asociación de fincas en tres grupos diferenciados a una distancia de vinculación de 0,05 unidades (figura 2); además, siguió la sugerencia de Madry et al. (2013) y Álvarez, Paas, Descheemaeker, Tittonell y Groot (2014), al indicar que trabajar con 3 a 4 clústeres mejora la precisión de la información resultante.



**Figura 2.** Agrupamiento jerárquico a través del método del algoritmo de Ward para fincas productoras de arveja en la subregión Sur del departamento de Nariño ( $n = 1.067$ ).

Fuente: Elaboración propia

El primer clúster agrupó el 6% del total de la muestra (68 fincas); el segundo, el 26% (271 fincas) y, finalmente, el tercero representó el 68% (728 fincas). Como indican Righi, Cittadini, Mundet, Martino y Baltuska (2011), en la etapa de discriminación no se desconoce que existan otros tipos de fincas con características o necesidades diferentes, sino que son los objetivos de la investigación, la metodología y las variables seleccionadas las que priorizan ciertas situaciones.

Se identificó cada clúster como una adaptación del enfoque de agricultura convencional asociado al cultivo de arveja, mostrando que los campesinos crean y toman decisiones sociales, tecnológicas y organizativas dentro del contexto regional. Al igual que Goswami et al. (2014), se pudo establecer que el empleo de métodos univariados para identificar tipos de fincas subestiman la diversidad existente, desconociendo la relación multidimensional.

En la tabla 7 se presentan como significativas ( $P$ -valor  $< 0,05$ ) y altamente significativas ( $P$ -valor  $< 0,01$ )

trece variables, que coinciden con otros estudios de tipificación en los que, aún bajo contextos heterogéneos, son seleccionadas por su característica de diferenciación a nivel de sistema finca, respaldando los resultados obtenidos (Dos Santos, 2013; Goswami et al., 2014; Lores et al., 2008; Madry et al., 2010, 2013; Righi, Dogliotti, Stefanini & Pacini, 2011).

#### Clúster I (C1)

En la tabla 7 se presenta la prueba estadística realizada sobre las variables que identifican al primer clúster. A partir de esta información, se puede describir este grupo como campesinos con un tamaño de finca entre 1 y 2 ha, con posibilidad de arrendar lotes, lo que posibilita sembrar cultivos de arveja entre 1 y 5 ha, agrupando los casos con mayor área para las dos variables. Estas características tienen relevancia en estudios prediales, ya que reflejan cambios estructurales del sistema y, especialmente, la relación diferenciada de intercambio socioeconómico con la región de acuerdo con Dos Santos (2013); muestra de ello es la contratación de fuerza

de trabajo para las labores del cultivo, explotar recursos con mayor potencial y generación de excedentes para la capitalización de la finca.

Como estrategia agroproductiva se determinó el uso de maquinaria para la preparación de suelo, repercutiendo directamente sobre el número de jornales que en promedio fue menor a 140 j/ha. El principal sistema de rotación en este grupo fueron los pastos usados para la actividad de ganadería de leche a pequeña escala y, como segunda opción, el cultivo de papa.

Además, este clúster presentó los mayores costos de producción debido al elevado uso de pesticidas y fertilizantes para la producción agrícola (> \$9 millones/ha) que sostienen a su vez rendimientos entre 6,6 a 8,2 t/ha de arveja fresca, lo que muestra preocupación sobre la viabilidad de esta actividad

desde el punto de vista ambiental, por realizarse bajo altos costes energéticos y presión sobre los recursos naturales.

Otro aspecto importante fue el acceso a mercados para la venta de la cosecha, siendo el más diverso de los tres clústeres. Prima la venta en el centro de acopio de Ipiales, seguido por la comercialización directa a mayoristas al interior del país aprovechando vehículos propios y, finalmente, la venta en puntos satélites no formales en los municipios de Córdoba y Gualmatán. Estos resultados concuerdan con Solarte et al. (2016), quienes describen las estrategias de comercialización que tiene la cadena de arveja, haciendo la precisión de que los puntos satélites se ubican sobre las vías donde confluyen los campesinos, en busca de disminuir la distancia entre la finca y la central de acopio, reduciendo el elevado costo que representa el movimiento de la cosecha.

**Tabla 7.** Principales características de los clústeres formados por fincas productoras de arveja en la subregión Sur de Nariño, Colombia.

Variable	P-valor	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3
Tamaño de finca	0,001	1-2 ha	0,5-1 ha	0,5-1 ha
Arrendamiento de lotes	0,001	Sí	No	No
Área de producción de arveja	0,01	1-5 ha	0,3-0,6 ha	0,3-0,6 ha
Rendimiento	0,001	6,6 a 8,2 t/ha	4,9 a 6,6 t/ha	< 4,9 t/ha
Costo de producción	0,01	Alto	Bajo	Medio
Sistema de rotación	0,05	Pastos/Papa	Papa	Rastrojo
Número de jornales/ha	0,001	< 140 j/ha	< 140 j/ha	140-160 j/ha
Preparación de suelo	0,05	Maquinaria	Maquinaria/Manual	Manual

(Continúa)

(Continuación tabla 6)

Variable	P-valor	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3
Topografía	0,01	Ondulado/ Quebrado	Plano	Quebrado
Vías de acceso a finca	0,05	Regular estado	Buen estado	Mal estado
Precio de venta	0,05	Alto	Medio	Medio
Punto de entrega cosecha	0,05	Centro de acopio	Finca	Centro de acopio
Comercialización	0,01	Centro de acopio	Intermediario	Centro de acopio

Fuente: Elaboración propia

### Clúster 2 (C2)

En esta agrupación, el tamaño de finca varió entre 0,5 y 1 ha, en donde se cultiva arveja entre 0,3 y 0,6 ha, ocupando un alto porcentaje del área total del predio (tabla 7). Esta característica hizo que la familia tenga una alta dependencia de la producción agrícola (venta y autoconsumo); ocasionalmente, los integrantes de la familia buscaron recursos complementarios a través de la oferta de mano de obra.

Las fincas mostraron las mejores condiciones topográficas de la población estudiada, con vías de acceso en buen estado, y la parcela tuvo una menor pendiente. Este último factor repercutió sobre el rendimiento y los costos de producción, registrando cosechas entre 4,9 a 6,6 t/ha, con menor uso de insumos, menor requerimiento de jornales para realizar las labores agrícolas (< 140 j/ha) y facilidad para transportar la cosecha al punto de entrega.

La principal estrategia de rotación fue la siembra de papa, que es preferida por el campesino debido a que puede romper el ciclo de plagas y enfermedades, además de disminuir los costos de preparación de terreno, dado que en la cosecha del tubérculo se disturba el suelo, permitiendo la siembra directa de la arveja en el siguiente semestre.

La comercialización se desarrolló mayormente en este clúster a través de dos vías: la primera, relacionada con la venta mediante canales establecidos agricultor-mayorista fuera del departamento de Nariño individual o asociativamente; la segunda, relacionada con la compra por medio de intermediarios que recogen la cosecha en el predio.

Para el segundo caso, se ha indicado que esta modalidad es reciente en la región y puede llegar a generar conflictos productivos, dado que el comprador recurre a acaparar la mano de obra experta en cosecha como una forma de presión para que se le venda el producto, como lo describe Solarte et al. (2016).

### Clúster 3 (C3)

El tercer clúster reunió el 68% de las fincas evaluadas en la muestra. Las características consignadas en la tabla 7 describen los casos con menor tamaño de predio, caracterizados por encontrarse en zonas marginales de la región en donde las vías de acceso son de difícil tránsito y, comparativamente, se encuentran más alejados de los centros urbanos, servicios básicos y de intercambio.

El área dedicada a la producción de arveja osciló entre 0,3 a 0,6 ha, en cuyos sistemas la familia aporta la

totalidad de mano de obra para las labores agrícolas representada en el número de jornales con un valor entre 140 a 160 j/ha; además, los integrantes de la familia buscan trabajo fuera de la finca para satisfacer las necesidades de consumo, debido a la baja rentabilidad interna. Muestra de ello fue el cálculo de cosechas inferiores a 4,9 t/ha, siendo el menor rendimiento de los tres clústeres evaluados.

Otro aspecto ligado al tamaño de la finca fue la estrategia de baja rotación del cultivo, realizando de 4 a 6 ciclos de arveja, seguidos por un periodo de barbecho (descanso), con el fin de ampliar al máximo la entrada económica del cultivo principal. Posiblemente, esta práctica, sumada a los factores topográficos, incrementa la presencia de problemas fitosanitarios, reflejados en costos de producción entre \$7 y \$9 millones/ha, con un alto porcentaje destinado a la compra y aplicación de plaguicidas.

En relación con lo anterior, Vélez y Gastó (1999) indican que la geomorfología definida principalmente por la pendiente puede afectar negativa o positivamente el grado de desarrollo, humedad, profundidad y fertilidad de los suelos; de igual forma, es un factor que determina la receptibilidad tecnológica y es usado por estos autores para generar modelos de clasificación predial. En esta investigación, la topografía también se convierte en una característica relevante de discriminación entre clústeres, ya que incide sobre todas las variables descriptoras.

La comercialización de este grupo se desarrolló en el centro de acopio. La diferencia con el primer clúster se basa en un menor volumen de venta, siendo afectado en mayor grado por los precios establecidos mediante oferta y demanda que rigen al momento de realizar la transacción. Se pudo comprobar que, en el día, el valor de compra puede variar entre un 10 y un 30 %, con lo cual se genera una alta volatilidad de los ingresos, especialmente para este grupo.

Posiblemente este clúster, al presentar mayores limitantes para garantizar la subsistencia familiar, buscó en la diversificación de especies al interior

del predio representada en la “chagra” y la asociación con otros productores en igual condición una estrategia de conservación que debe ser evaluada a mayor profundidad.

### Consideraciones

La identificación de las variaciones que tiene el sistema productivo de arveja a nivel de finca, tal como lo indican Vélez y Gastó (1999) y Álvarez et al. (2014), tiene especial relevancia en la zona Andina, en donde coexiste una gran diversidad de predios y formas agrícolas. Dicha complejidad es originada por los objetivos, tecnología, función, administración, interacciones con la naturaleza y funcionalidad socioeconómica de los campesinos, dando como resultado que la respuesta de estos sea heterogénea, incluso al interior de una región aparentemente similar.

Además, el sistema productivo se encuentra en distintas etapas de desarrollo y adaptación, generando variabilidad espacial y temporal que esta investigación identificó y clasificó en un momento determinado para la subregión Sur de Nariño en fincas dedicadas a la producción de arveja, sugiriéndose referir el periodo en el cual se desarrolló esta investigación para la interpretación y uso de los resultados.

A partir de la tipología sintetizada en la tabla 7, se propone desarrollar acciones particulares en cada uno de los clústeres, presentando las bases iniciales que permitan identificar fortalezas y debilidades en cada grupo, apoyar las decisiones de planificación de políticas públicas de forma focalizada y, como objetivo central de esta investigación, generar una herramienta que pueda, de forma eficiente, ser usada para realizar una selección racional y metódica de fincas representativas en el contexto de proyectos de investigación, como lo sugieren Righi, Cittadini et al. (2011) y Righi, Dogliotti et al. (2011).

Finalmente, es necesario alertar sobre una creciente homogenización del proceso productivo representado en el cultivo de arveja; la búsqueda de mayores

rendimientos a partir del manejo agronómico de sistemas altamente subsidiados (fungicidas, insecticidas, herbicidas, entre otros); el alto consumo de nutrientes, y la presión ambiental. Como fue determinado en esta investigación, estos factores pueden conllevar a mayores externalidades que incrementan la vulnerabilidad del sistema, disminuyendo la autonomía socioeconómica y, especialmente, la soberanía alimentaria.

Este panorama sugiere evaluar la capacidad de soporte de los sistemas a través de la estimación de la sustentabilidad, más aún cuando los resultados de tipificación presentan tres clústeres que pueden responder diferenciadamente en las dimensiones social, ambiental, económica y técnico-productiva en la región.

## Conclusiones

En el sur del departamento de Nariño, la agricultura asociada al cultivo de arveja presenta diferentes variaciones y adaptaciones en cuanto a las características de la finca y la interacción con la región. Dichas particularidades permitieron describir el sistema y

diferenciar tres clústeres a través de la combinación de métodos de estadística multivariada y confirmación en terreno.

En todos los casos, la agricultura desarrollada presentó alta dependencia de insumos agrícolas, afectación al ambiente y relación directa del cultivo de arveja con la subsistencia familiar. A su vez, cada clúster reunió características particulares en torno al predio, estrategias agroproductivas, aspectos sociales, ambientales y económicos. Los resultados obtenidos proponen una clasificación metódica y generan interrogantes sobre la sustentabilidad agroecológica dentro de los clústeres propuestos.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Gobernación de Nariño y a la fundación Ceiba, al permitir el desarrollo de esta investigación.

## Descargo de responsabilidad

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

## Referencias

- Álvarez, S., Paas, W., Descheemaeker, K., Tittonell, P., & Groot, J. (2014). *Construcción de tipologías, una forma de manejar la diversidad de las fincas: Directrices generales para Humidtropics*. Wageningen, Países Bajos: Wageningen University. Recuperado de <https://goo.gl/5yGoYQ>.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2011). *Matriz de empleo en la base 2005 de las cuentas nacionales*. Recuperado de <https://goo.gl/bEHrfW>.
- Dos Santos, M. (2013). Segmenting farms in the European Union. *Agricultural Economics (Czech Republic)*, 59(2), 49-57. doi:10.17221/28/2012-AGRICECON.
- Escobar, G., & Berdegú, J. (1990). Conceptos y metodología para la tipificación de sistemas de finca: La experiencia de RIMISP. En G. Escobar & J. Berdegú (Eds.), *Tipificación de sistemas de producción agrícola* (pp. 13-44). Santiago de Chile, Chile: Red Internacional de Metodología de Investigación de Sistemas de Producción.
- Forero, J. (2013). The economy of family farming production. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 10(70), 27-45. Recuperado de: <https://goo.gl/HpejXB>.
- Forero, J., Torres, L., Ortiz, P., Durana, C., Galarza, J., ... Rudas, G. (2002). *Sistemas de producción rurales en la región Andina colombiana*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Goswami, R., Chatterjee, S., & Prasad, B. (2014). Farm types and their economic characterization in complex agro-ecosystems for informed extension intervention: study from coastal West Bengal, India. *Agricultural and Food Economics*, 2(1), 5. doi:10.1186/s40100-014-0005-2.
- Hart, R. (1985). Sistemas agrícolas. En Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza [CATIE] (Ed.), *Conceptos básicos sobre agroecosistemas* (pp. 33-44). Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Lores, A., Leyva, A., & Varela, M. (2008). Los dominios de recomendaciones: Establecimiento e importancia para el análisis científico de los agroecosistemas. *Cultivos Tropicales*, 29(3), 5-10. Recuperado de <https://goo.gl/QvWbvt>.
- Madry, M., Gozdowski, D., Roszkowska, B., Dabrowski, M., & Lupa, W. (2010). Diversity and typology of farms according to farming system: a case study for a dairy region of Podlasie province, Poland. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities*, 13(2), 1-19. Recuperado de <https://goo.gl/gfE85k>.
- Madry, W., Mena, Y., Roszkowska-Madra, B., Gozdowski, D., Hryniewski, R., & Castel, J. M. (2013). An overview of farming system typology methodologies and its use in the study of pasture-based farming system: A review. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 11(2), 316-326. Recuperado de <http://revistas.inia.es/index.php/sjar/article/view/3295>.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) & Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER). (2013). *Resolución 1132 de 2013*. Recuperado de <https://goo.gl/9vyztG>.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2018). *Área Cosechada, Producción y Rendimiento de Arveja, 1986-2017*. Recuperado de <https://goo.gl/jHL4HK>.
- Perilla, L. (2014). Los roles de las mujeres rurales en el departamento de Nariño, Colombia: Tendencias y cambios. *Trabajo Social*, 16, 187-204. Recuperado de <https://bit.ly/2O87dNk>.
- R Development Core Team. (2013). *R: un lenguaje y entorno para el cálculo estadístico. R Fundación para la Computación de Estadística [software]*. Recuperado de [www.R-project.org](http://www.R-project.org)
- Righi, E., Cittadini, E. D., Mundet, C., Martino, L. S., & Baltuska, C. S. N. (2011). Tipología predial del sector productor de cerezas del sur de la Patagonia argentina. *Agriscientia*, 28(1), 85-97. Recuperado de <https://goo.gl/L3JVBT>.
- Righi, E., Dogliotti, S., Stefanini, F. M., & Pacini, G. C. (2011). Capturing farm diversity at regional level to up-scale farm level impact assessment of sustainable development options. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 142(1-2), 63-74. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.07.011>.
- Solarte, R., Osorio, O., & Checa, O. (2016). Importancia del subsector productivo de arveja. *Vitae*, 23(Supl. 1), 844-848. Recuperado de <https://goo.gl/M5189y>.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2018). *Departamento de Nariño*. Recuperado de <https://goo.gl/hGPEQa>.
- Vélez, L., & Gastó, J. (1999). Metodología y determinación de los estilos de agricultura en escala predial. *Ciencia e Investigación Agraria*, 26(2), 75-99. doi:10.7764/rcia.v26i2.1066.

