





**Manejo de sistemas productivos**

Artículo de investigación científica y tecnológica

# Evaluación comparativa de fincas productoras de arveja convencionales y en transición agroecológica de Nariño (Colombia)

 David Eduardo Álvarez Sánchez<sup>1\*</sup>,  Eyder Daniel Gómez López<sup>2</sup>,  
 Laura Mercedes López Rivera<sup>1</sup>,  Jorge Enrique Castro Figueroa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

<sup>2</sup>Universidad Nacional de Colombia. Palmira, Colombia.

\*Autor de correspondencia: Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas. Calle 18 # 50 – 02, bloque tecnológico. Pasto, Colombia. [daalvarezsa@udenar.edu.co](mailto:daalvarezsa@udenar.edu.co)

Editor temático: Gustavo Adolfo Rodríguez Yzquierdo (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA])

Recibido: 16 de septiembre de 2020

Aprobado: 16 de abril de 2021

Publicado: 28 de octubre de 2021

Para citar este artículo: Álvarez Sánchez, D. E., Gómez López, E. D., López Rivera, L. M., & Castro Figueroa, J. E. (2021). Evaluación comparativa de fincas productoras de arveja convencionales y en transición agroecológica de Nariño (Colombia). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 22(3), e2228. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol22\\_num3\\_art:2228](https://doi.org/10.21930/rcta.vol22_num3_art:2228)



## Resumen

A pesar del predominio que tiene el enfoque de agricultura convencional para la producción de arveja en la vereda Candagán del municipio de Santacruz, en el departamento de Nariño, durante cinco años se ha consolidado una experiencia de transición agroecológica que busca una forma diferente de relación socioambiental. Por la importancia que tiene este tipo de propuestas para la agricultura, se desarrolló una evaluación comparativa de fincas productoras de arveja convencionales y en transición agroecológica de Nariño. Para esto, se describieron las prácticas de innovación campesinas asociadas al cultivo y se estimó la sustentabilidad a partir de 26 indicadores que permitieron identificar los Puntos Críticos de Sustentabilidad (PCS) y el Índice General de Sustentabilidad. Los resultados establecieron diferencias en las características sociales, ambientales, económicas y técnico-productivas de los dos enfoques. Además, para Candagán se identificaron dos PCS que pueden dificultar la consolidación agroecológica. En este estudio se muestran algunas estrategias desarrolladas por los campesinos que podrían integrarse en el diseño de fincas productoras de arveja sustentables.

**Palabras clave:** agroecología, indicadores, innovación, *Pisum sativum*, sustentabilidad

## Comparative evaluation of traditional and agroecological transition pea farms in Nariño, Colombia

### Abstract

Despite the predominance of the traditional agricultural approach in pea production in Candagán, a small suburban countryside district of the municipality of Santacruz, department of Nariño, an agroecological transition experience has been established for five years seeking a different form of socio-environmental relationship. Due to the importance of this type of proposal for agriculture, a comparative evaluation of traditional and agroecological transition pea farms in Nariño was developed. For this purpose, farmer innovation practices associated with the crop were described, and sustainability was estimated based on 26 indicators that allowed identifying Critical Sustainability Points (CSP) and the General Sustainability Index. The results showed differences in the two approaches' social, environmental, economic, and technical-productive characteristics. In addition, two CSP were identified for Candagán that can hinder agroecological establishment. This study shows some strategies developed by farmers that could be integrated into sustainable pea farm design.

**Keywords:** agroecology, indicators, innovation, *Pisum sativum*, sustainability

## Introducción

El cultivo de arveja en el departamento de Nariño se remonta al inicio de la década de 1990, cuando la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica (hoy Agrosavia) con el apoyo de Fenalce y Corpocebada buscaron diversificar la oferta productiva en la zona cerealista del departamento. Para lo cual, generaron programas de mejoramiento genético que permitieron ofertar las variedades de arveja Sindamanoy, Andina y San Isidro, destinadas a la agricultura de pequeña escala en clima frío.

Desde entonces, una demanda sostenida en el mercado y precios más estables en relación a otros cultivos que se producen en la región facilitó que el cultivo de arveja incrementara el área sembrada a una tasa de 478 ha por año, llegando a reportar para el 2018 un estimado de 14.664 ha y una producción de 27.000 t, que representan el 48,4% de la participación del mercado a nivel nacional (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR], 2018).

No obstante, a pesar del desarrollo económico que ha proporcionado este cultivo en Nariño, genera inquietud el detrimento de las condiciones de producción dentro de las fincas. Como se demuestra en diversos estudios, el enfoque de agricultura convencional es el responsable del aumento progresivo en el uso de insumos sintéticos (plaguicidas y fertilizantes), simplificación de los componentes del sistema, reducción de la fertilidad natural del suelo, baja soberanía alimentaria y contaminación ambiental (Álvarez et al., 2019; Álvarez & Gómez, 2020).

Además de esta situación, la pandemia COVID-19 expuso a nivel mundial la fragilidad económica de los pequeños campesinos que dependen de un solo cultivo y que cuentan con limitados canales de comercialización, en donde se agudizan los desbalances de la actividad agrícola (Altieri & Nicholls, 2020).

En este panorama y dado el predominio del enfoque de agricultura convencional, surgieron en el departamento de Nariño experiencias que se contraponen a esta forma de relación productiva, que buscan disminuir los desbalances ocasionados mediante el paradigma de la agroecología. Una de estas experiencias, se desarrolla en la vereda Candagán del municipio de Santacruz, en donde diez familias campesinas motivadas desde su organización local construyen alternativas basadas en los principios agroecológicos para el cultivo de arveja.

Es de anotar que, en este tipo de procesos, los sistemas productivos deben desarrollar una transición progresiva que necesita de la reflexión individual y colectiva para llevarse a la praxis. Por esto, en este estudio se hace énfasis en las acciones descritas como prácticas de innovación campesina, que están relacionadas con modificaciones que causan una ruptura en las actividades agrícolas dominantes dentro de la finca (Latruffe et al., 2017; Van Der Ploeg, 2010).

La integración de los saberes tradicionales y la construcción de nuevo conocimiento que parte de la consideración del contexto (endotecnologías), son formas de innovación campesina que cobran interés por su incidencia en el sistema (Acevedo et al., 2017; Latruffe et al., 2017; Rosset & Altieri, 2018), aportando elementos que permiten complementar la evaluación de sustentabilidad en el predio (Acevedo et al., 2017).

Cada vez se referencia un mayor número de procesos agroecológicos de este tipo a nivel mundial (Acevedo et al., 2017; Cevallos et al., 2020; Malagón et al., 2019; Paleologos et al., 2017), demostrando en cada caso, la capacidad que tiene este nuevo enfoque para mejorar las características sociales, ambientales, económicas y técnico-productivas, aproximándose con ello al propósito de la sustentabilidad; una cualidad emergente que busca que un sistema sea económicamente viable, ecológicamente adecuado y cultural y socialmente aceptable (Sarandón & Flores, 2009).

Por lo anterior, en el presente estudio se buscó evaluar comparativamente fincas productoras de arveja convencionales y en transición agroecológica del departamento de Nariño (Colombia).

## **Materiales y métodos**

### **Localización**

El estudio se desarrolló en dos zonas del departamento de Nariño, clasificadas como bosque seco montano bajo (bs-MB) según Holdridge y topografía ondulada. La primera zona correspondió a la vereda Chiranques del municipio de Ipiales, en las coordenadas 00°51'24,4"N y 77°8'52,8"O, en donde se presenta el enfoque de agricultura convencional de arveja. La segunda zona, corresponde a un proceso de transición agroecológica de cinco años desarrollado en la vereda Candagán del municipio de Santacruz, en las coordenadas 01°10'18"N y 77°39'54"O.

En ambos casos, se evaluaron cinco fincas representativas que cumplieran los siguientes requisitos: a) predios con área entre 1 a 2 ha, b) que la finca tuviera arveja como cultivo principal, y c) que el 70 % o más de los ingresos de la familia fueran derivados de la actividad agropecuaria.

### **Prácticas de innovación campesina**

Se empleó la metodología adaptada del análisis de prácticas campesinas de Apollín y Eberhart (1999), a través de entrevistas semiestructuradas realizadas a los productores durante recorridos por la finca, indagando sobre los hallazgos encontrados mediante tres preguntas orientadoras: *¿Cómo se hace?*, *¿Para qué se hace?* y *¿Dónde se hace?* De acuerdo con la metodología utilizada, las respuestas fueron registradas en una libreta para luego ser socializadas y discutidas entre los productores entrevistados.

### **Evaluación de la sustentabilidad**

Se usó la metodología de indicadores de sustentabilidad agroecológica propuesta por Sarandón y Flores (2009); para ello se abordó la dimensión social (DS), ambiental (DA), económica (DE) y técnico-productiva (DTP), a través de 26 indicadores estandarizados para las condiciones del departamento de Nariño por Álvarez y Gómez (2020), agrupados en 11 macroindicadores como se muestra en la tabla 1. Cada indicador permitió la comparación estadística de las fincas convencionales y las fincas en transición

agroecológica, mediante una prueba  $t$  para muestras independientes (distribución  $t$  de Student) con un nivel de significancia de  $\alpha = 0,05$ .

Para representar los macroindicadores evaluados y determinar los Puntos Críticos de Sustentabilidad (PCS), se desarrolló el método de AMOEBA, estableciendo un umbral de 0,65. Además, se calculó el Índice General de Sustentabilidad ( $IGS = [DS + DA + DE + DTP]/4$ ), que expresó un valor multidimensional de referencia para los dos enfoques.

**Tabla 1.** Estructura de evaluación de sustentabilidad para fincas productoras de arveja

Dimensión	Macroindicador	Indicador	Valoración
Social (DS)	Redes sociales	Acceso a programas de asistencia social	1: ningún programa; 2: un programa; 3: dos programas; 4: tres programas o más
		Organización campesina	1: no pertenece; 2: perteneció; 3: pertenece a una organización
	Satisfacción de necesidades básicas	Estado de la vivienda	1: deteriorada, piso de tierra; 2: sin terminar; 3: de material, terminada; 4: de material terminada, buen estado
		Servicios básicos	1: < 2 servicios; 2: 2 - 4 servicios; 3: 4 - 6 servicios; 4: > 6 servicios
Ambiental (DA)	Calidad del suelo	Estructura del suelo	1: sin estructura; 2: tamaño fino y poco consistente; 3: tamaño medio y moderadamente consistente; 4: con estructura, grado fuerte
		Profundidad suelo	1: < 15 cm; 2: 15 - 25 cm; 3: 25 - 40 cm; 4: > 40 cm
	Fertilidad del suelo	Nitrógeno (N) Total <sup>1</sup>	1: < 0,1 %; 2: 0,1 a 0,2 %; 3: 0,2 a 0,5 %; 4: > 0,5 %
		Fósforo (P) disponible <sup>2</sup>	1: < 5 ppm; 2: 5 a 15 ppm; 3: 15 a 30 ppm; 4: > 30 ppm
		Potasio (K) de cambio <sup>3</sup>	1: < 0,05; 2: 0,05 a 0,15; 3: 0,15 a 0,3; 4: > 0,3 cmol.kg <sup>-1</sup>
		Acidez <sup>4</sup>	1: < 5 pH; 2: 5 a 5,5 pH; 3: 5,5 a 6,0 pH; 4: > 6,5 pH
		Materia Orgánica (MO) <sup>5</sup>	1: < 3 %; 2: 3 a 5 %; 3: 5 a 10 %; 4: > 10 %
Presión fitosanitaria	I-PHY <sup>6</sup>	1: < 3; 2: 3 a 5; 3: 5 a 8; 4: > 8	
Económica (DE)	Diversidad de productos	Diversidad de productos	1: < de 2; 2: 3 a 6; 3: 7 a 10; 4: > 10 productos
		Autoconsumo	1: < 30 %; 2: 30 a 40 %; 3: 40 a 60 %; 4: > 60 % de productos
	Soberanía alimentaria	Ingreso mensual (COP\$ en cien mil)	1: < 400; 2: 400 a 600; 3: 600 a 877 (un salario mínimo); 4: > 877
		Superficie autoconsumo	1: < 10 m <sup>2</sup> ; 2: 10 a 20 m <sup>2</sup> ; 3: 30 - 40 m <sup>2</sup> ; 4: > 40 m <sup>2</sup>
	Riesgo económico	Subsistema pecuario	1: ninguna especie; 2: dos especies; 3: tres especies; 4: cuatro o más especies
		Diversidad de ventas	1: un producto; 2: dos productos; 3: tres productos; 4: más de cuatro productos
Técnico productivo (DTP)	Salud del cultivo	Vías de comercialización	1: un canal; 2: dos canales; 3: tres canales; 4: más de cuatro canales
		Dependencia insumos externos	1: 80 a 100 %; 2: 80 a 60 %; 3: 60 a 40 %; 4: < 40 % de insumos
	Rendimiento	Rendimiento en verde	1: < 4,5 t/ha; 2: 4,5 a 5,5 t/ha; 3: 5,5 a 6,5 t/ha; 4: > 6,5 t/ha
	Beneficio-costo	Beneficio-costo	1: < 1; 2: 1,1 a 1,2; 3: 1,2 a 1,3; 4: > 1,4
Técnico productivo (DTP)	Salud del cultivo	Vigor del cultivo	1: > 40 % presenta clorosis o crecimiento poco denso; 2: 40 a 10 %; 3: 10 a 1 %; 4: el cultivo no presenta signos de clorosis y tiene crecimiento uniforme
		Nivel de plagas y enfermedades	1: > 50 % del cultivo muestra síntomas; 2: 50 a 20 %; 3: 20 a 5 %; 4: < 5 %
	Medidas de protección	Mitigación de erosión	1: surcos paralelos a la pendiente; 2: surcos perpendiculares a la pendiente; 4: curvas de nivel, terrazas u otras medidas de mitigación
	Vegetación circundante	1: < 25 % del perímetro de la finca; 2: 26 a 50 %; 3: 51 a 75 %; 4: > 75 %	

Nota: <sup>1</sup>Kjeldahl; <sup>2</sup>Bray II y Kurtz; <sup>3</sup>Acetato de amonio; <sup>4</sup>Potenciómetro; <sup>5</sup>Walkley-Black; <sup>6</sup>Obtenidos de Álvarez y Gómez (2020).

Fuente: Elaboración propia

## **Resultados y discusión**

### **Prácticas de innovación campesina**

En la experiencia agroecológica, durante los recorridos por las fincas se identificaron siete estrategias de innovación campesina descritas en la tabla 2, estas estrategias permiten entender como los productores a partir de la lectura de sus limitantes y las externalidades derivadas del cultivo de arveja, generaron procesos reflexivos dentro de la organización social, valores, economía y ambiente específico, llevando respuestas a la acción desde los recursos disponibles.

**Tabla 2.** Innovaciones campesinas identificadas en la vereda Candagán, Santacruz, Nariño

Innovación campesina	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Para qué?
<b>I-1: Cultivo trampa</b>	Sembrar a los costados del lote de arveja: un surco de ulluco ( <i>Ullucus tuberosum</i> C.), seguido de un surco con siembra intercalada de maíz y papa. Ocasionalmente se realizan aplicaciones de insecticida de forma dirigida	Dos surcos exteriores	Disminuir costos y labores de aplicación de insecticidas, oferta de alimentos para la familia, comercialización o intercambio de excedentes
<b>I-2: Barrera multipropósito</b>	Sembrar oca ( <i>Oxalis tuberosa</i> Mol.) en el perímetro del cultivo de arveja con el fin de concentrar los insectos plaga para su control	Perímetro lote	Disminuir el daño ocasionado por insectos plaga en el cultivo de arveja, obtener cosecha secundaria del tubérculo
<b>I-3: Cultivos intercalados</b>	Siembra de surcos intercalados de hortalizas: repollo ( <i>Brassica oleracea</i> L.), maíz ( <i>Zea mays</i> L.) o papa nativa ( <i>Solanum</i> sp.) para diversificar la producción del lote	Primeros surcos del cultivo	Oferta de alimentos para la familia; comercialización o intercambio de excedentes
<b>I-4: Biotutoraje</b>	Uso de plantas de tomate de árbol ( <i>Solanum betaceum</i> Cav.), haciendo parte del sistema de tutoraje del cultivo de arveja. Distancia de siembra aproximada 4,5 × 4,0 m	De acuerdo con la planificación de la finca	Reducir el uso de postes de madera, estructura de tutoraje más fuerte, cosecha secundaria del frutal
<b>I-5: Chagra</b>	Espacio dentro de la finca donde se organizan los cultivos alimenticios y medicinales, especies animales y recursos silvestres con el propósito de incrementar la soberanía alimentaria	Espacios cercanos a la vivienda	Incrementar la oferta de alimentos para la familia, comercialización o intercambio de excedentes
<b>I-6: Reciclaje fibra</b>	Desarrollo de un sistema de amarre en “canastilla” y un carrete artesanal para la recuperación de fibra. Esta práctica permite reutilizar la fibra por tres ciclos de cultivo	De acuerdo con la planificación de la finca	Disminuir costos del cultivo, asegurar provisión de fibra, evitar incineración continuada y minimizar la contaminación del suelo
<b>I-7: Abono orgánico</b>	Uso de los residuos de cosecha para elaboración de abono orgánico compostado, práctica ligada a la presencia de subsistema pecuario	De acuerdo con la planificación de la finca	Mayor rendimiento, disminuir costos del cultivo, mejorar la fertilidad natural del suelo, reducir la aplicación de fertilizantes sintéticos

Fuente: Elaboración propia



La agrobiodiversidad fue evidente con el uso de cultivos trampa (I-1), barrera multipropósito (I-2), cultivos intercalados (I-3), biotutoraje (I-4) y especialmente la chagra (I-5). Todas estas estrategias, permiten de forma eficiente mantener altas densidades de población con la misma cantidad de suelo, como se observa en la figura 1, aportando al sistema autosuficiencia alimentaria y autonomía económica.



**Figura 1.** Algunas innovaciones campesinas identificadas en la vereda Candagán, Santacruz, Nariño.  
Fotos: David Álvarez Sánchez

Las familias manifestaron la preferencia que tienen por los alimentos producidos internamente en la finca, ya que estos son cultivados mediante técnicas tradicionales, usando variedades nativas y solo se aplican

insumos sintéticos en casos excepcionales; características indispensables en un sistema agroecológico (Altieri & Nicholls, 2020; Rosset & Altieri, 2018).

Al mantener una alta diversidad se puede incidir positivamente en la soberanía alimentaria de la familia, al mismo tiempo que se incrementa el número de productos para la venta o intercambio (Apollin & Eberhart, 1999; Cevallos et al., 2020; Malagón et al., 2019; Paleologos et al., 2017).

En los sistemas convencionales de producción de arveja se identificaron en promedio 2,2 especies comercializadas, como lo describió Álvarez y Gómez (2020); a diferencia de la experiencia de transición agroecológica de Candagán con 10,4 especies, algunas de estas mostradas en la figura 1.

Resulta de gran interés la multifuncionalidad de este tipo de estrategias utilizadas por los campesinos, pues además de proveer alimentos, en el caso de los cultivos trampa (I-2) y barrera multipropósito (I-3), se generan respuestas a los problemas causados por insectos plaga del cultivo de arveja, caso en el que se concentra a los insectos lejos del cultivo principal, ofreciendo una fuente alterna de alimento o un ambiente favorable en especies secundarias sembradas de manera previa en el lote.

Estas estrategias han sido identificadas como prácticas ancestrales en el manejo de insectos en sistemas de papa en Ecuador, Bolivia y Perú, en donde se demostró que *O. tuberosa* y *U. tuberosum*, obstaculizaron la comunicación fitoquímica de algunos insectos, minimizando de esta forma el daño potencial (Calvache, 1991).

En relación con lo anterior, en las fincas de transición agroecológica fue evidente una reducción en la cantidad de insumos aplicados al cultivo (plaguicidas y fertilizantes), que ratificó la conexión que existe entre la autorregulación ecológica del sistema y su complejización, como se describe en otros estudios (Acevedo et al., 2017; Cevallos et al., 2020; Perales et al., 2009; Sarandón & Flores, 2009; Tamagno et al., 2018).

Por otra parte, las estrategias de biotutoraje (I-5), reciclaje de fibra (I-6) y abonos orgánicos (I-7), presentaron complementariedad; al ser utilizadas para resolver la necesidad de un sistema eficiente de soporte en el cultivo de arveja, siendo este el principal costo identificado por los productores (Álvarez et al., 2019).

El biotutoraje (I-5) permitió la introducción del tomate de árbol (*S. betaceum*) como un nuevo componente en la producción de arveja, reemplazando paulatinamente hasta el 20 % en la madera requerida. Al respecto es importante subrayar que para el año 2019 en el departamento de Nariño se calculó una necesidad de 16,5 millones de postes para los cultivos arveja, sin que se pudiera establecer con claridad la procedencia o efectos ocasionados por la tala de árboles (Álvarez & Gómez, 2020; Álvarez et al., 2019).

En tal sentido, estos sistemas agroecológicos no solo reducen la dependencia de insumos externos, si no que aprovechan de mejor manera los recursos disponibles dentro de la finca, situación que reflejará una mayor sustentabilidad.

En cuanto a la práctica de reciclaje de la fibra (I-6), se reconocieron tres beneficios importantes. La recuperación del material sintético que puede usarse hasta por tres ciclos de cultivo, disminuyendo los costos de tutoraje; la reducción del volumen de fibra incinerada, calculada en 348 t al año en Nariño (35 kg de fibra/ha) por Álvarez et al. (2019); y mayor facilidad en la obtención de residuos de cosecha para la elaboración de abono orgánico compostado.

Es importante considerar que el enfoque dominante difícilmente reconoce o valora este tipo de experiencias, ya que estas, se rigen por saberes de carácter empírico; desconociendo el potencial que tienen las innovaciones resultantes para adaptarse a las nuevas circunstancias que enfrenta la agricultura ante factores internos o externos (Acevedo et al., 2017; Van Der Ploeg, 2010).

Por el contrario, los conocimientos de la agricultura tradicional campesina han sido aportes fundamentales para el desarrollo de la propuesta agroecológica en esta experiencia, buscando formas eficientes de producción integrada, mínimo uso de insumos externos, promoción de la biodiversidad y la consolidación social de la vereda Candagán.

### **Evaluación de la sustentabilidad**

Este estudio no consideró *a priori* a la experiencia de Candagán como sustentable, si no que dicha hipótesis se evaluó a partir de los 26 indicadores. Como lo establecieron Paleologos et al. (2017) y Sarandón y Flores (2009), es necesario analizar de manera rigurosa si realmente se cumple con este objetivo y lo que es más útil, saber cuáles son las razones de esta ponderación.

En la dimensión social fue importante para la experiencia agroecológica la participación que tienen las familias que se agrupan bajo un proceso colectivo de *palabra empeñada*, un acuerdo que se realiza en comunidad cuando se convoca a una *minga* para desarrollar labores conjuntas o consensos sobre decisiones que afecten a la vereda.

Las *mingas* como lo describieron Cevallos et al. (2020), Latruffe et al. (2017) y Tamagno et al. (2018), permiten una forma de trabajo en red, propia de la dinámica campesina que presenta distintos beneficios y que permite trabajar en torno a la construcción de una sociedad rural fuerte. En Candagán permitió ampliar la mano de obra en momentos críticos con la ayuda de vecinos, organizar jornadas de trabajo comunitario, adquirir conjuntamente insumos, canjear productos o semillas y promover el intercambio de experiencias.

Este mecanismo, ha permitido obviar la conformación de asociaciones legalmente constituidas que puede incurrir en un costo y formalidad innecesaria, por ello, se calificó el indicador participación en organizaciones con el mayor puntaje (tabla 3).

También se evidenció un comportamiento favorable del indicador apoyo institucional, al comprobarse que esta comunidad desarrolla proyectos agropecuarios con entidades públicas y organizaciones no gubernamentales, tanto a nivel local como regional.

Este indicador superó los valores calculados en el grupo de productores convencionales como se puede observar en la tabla 3, y ratifica el beneficio de la asociatividad a distintas escalas como principio agroecológico; una condición habitualmente identificada en experiencias similares por Cevallos et al. (2020) y Tamagno et al. (2018).

**Tabla 3.** Calificación de fincas de agricultura convencional (AC) frente a transición agroecológica (TA)

Indicador	AC	TA	Df
<b>Dimensión social</b>			
Participación en organizaciones	2,5	4,0	1,5**
Apoyo institucional	1,9	3,0	1,1*
Estado vivienda	3,2	2,8	-0,4*
Servicios básicos	3,0	2,5	-0,5 <sup>ns</sup>
<b>Dimensión ambiental</b>			
Profundidad Suelo	3,3	4,0	0,7*
Estructura suelo	3,5	4,0	0,5*
N total	2,4	3,0	0,6**
P disponible	2,0	2,0	0,0 <sup>ns</sup>
K de cambio	3,9	4,0	0,1 <sup>ns</sup>
pH	1,6	1,0	-0,6*
MO	2,8	3,5	0,7**
I-PHY	2,1	3,0	0,9*
<b>Dimensión económica</b>			
Rendimiento	3,5	3,5	0,0 <sup>ns</sup>
Beneficio-costo	3,2	3,5	0,3*
Ingreso/mes	2,6	2,5	-0,1 <sup>ns</sup>
Autoconsumo	2,3	3,5	1,2**
Diversidad productos	2,5	3,8	1,3**
Superficie autoconsumo	2,5	3,8	1,3**
Subsistema pecuario	2,1	4,0	1,9**
Diversidad ventas	2,0	2,0	0,0 <sup>ns</sup>
Vías comercialización	1,3	1,0	-0,3 <sup>ns</sup>
Dependencia insumos	1,2	2,8	1,6*
<b>Dimensión técnico-productiva</b>			
Vigor del cultivo	3,1	3,8	0,7 <sup>ns</sup>
Nivel plagas/enfermedad.	3,2	3,8	0,6 <sup>ns</sup>
Mitigación de erosión	2,3	2,3	0,0 <sup>ns</sup>
Vegetación circundante	2,7	3,5	0,8**

Nota: Df = Diferencia; \* =  $\alpha:0,05$ ; \*\* =  $\alpha:0,01$ ; ns = No significancia.

Fuente: Elaboración propia

Simultáneamente, sobre la dimensión social repercutió la condición de aislamiento que presenta la vereda, que afectó los indicadores que midieron el estado de la vivienda y los servicios básicos, catalogados como

fundamentales para completar el bienestar social (tabla 3). En las fincas evaluadas, los principales problemas estuvieron relacionados con el mal estado de las vías, bajo acceso a salud y educación, así como débil suministro de agua en época seca.

Este hallazgo concuerda con las cifras de necesidades básicas insatisfechas para la zona rural del municipio de Santacruz, estimada en 80,1 % (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2018), que ratifica los graves problemas de infraestructura y servicios. Este referente permite comprender el contexto donde están insertadas las fincas, mostrando los limitantes con los cuales se enfrenta el campesino y que en muchos casos se convierten en la motivación para la búsqueda de un sistema alternativo de producción que mejore su condición de vida (Rosset & Altieri, 2018).

Los atributos de la dimensión ambiental ampliaron las diferencias cuantitativas y cualitativas entre los dos enfoques evaluados (tabla 3), ya que los aspectos estimados en esta dimensión se relacionaron con los objetivos agroecológicos que buscan disminuir la degradación del suelo y reducir la dependencia de insumos externos (Altieri & Nicholls, 2020; Cevallos et al., 2020; Tamagno et al., 2018).

En Candagán el manejo del suelo busca optimizar los ciclos biogeoquímicos, aumentar la actividad biológica y el reciclado de nutrientes, dando como resultado una estructura con agregados definidos y profundidad efectiva superior a 40 cm. Igualmente, el análisis fisicoquímico mostró que en promedio el N total presentó un valor de 0,36 %, el P disponible 10,5 ppm y la MO 9,41 %, superior al encontrado en las fincas convencionales con un estimativo de 0,19 %, 9,32 ppm y 5,87 % respectivamente, mostrando diferencias estadísticas entre los indicadores (tabla 3).

Se destaca que el contenido promedio de MO en cuatro de las cinco fincas en transición agroecológica se cataloga como *muy alto*, relacionado con mayor complejidad de las cadenas tróficas y del incremento de organismos benéficos que pueden aminorar el riesgo potencial de problemas fitosanitarios de los cultivos (Apollín & Eberhart, 1999; Tamagno et al., 2018).

Al mismo tiempo las innovaciones campesinas que integran más de una especie vegetal al cultivo y permiten el aporte de biomasa, minimizaron la erosión, preservando los atributos físicos y nutricionales del suelo e incrementaron la cantidad de agua contenida en el sistema, todas estas características favorables observadas en otras experiencias por Acevedo et al. (2017) y Cevallos et al. (2020).

Contrario a esto, el manejo que se realiza en las fincas convencionales en Ipiales presenta un excesivo laboreo, el suelo permanece descubierto gran parte del ciclo del cultivo y la topografía quebrada incrementa la erosión, condiciones que afectaron los indicadores utilizados (tabla 3). Este comportamiento fue similar a lo encontrado en fincas productoras de arveja en Perú, donde se determinó una elevada tasa de erosión y pérdida de nutrientes debido al cultivo (Perales et al., 2009).

Siguiendo con la dimensión ambiental, el cálculo del riesgo potencial por la aplicación de plaguicidas en el cultivo de arveja, estimado a través del indicador I-PHY (presión fitosanitaria), mostró un fuerte contraste entre enfoques de producción. En Candagán se registró el uso promedio de 12 productos plaguicidas a diferencia de las fincas en Ipiales, en donde se incrementó este número en 42,8% (28

productos), más aún, el volumen aplicado en términos de ingrediente activo demostró que en promedio las fincas agroecológicas usaron 18,6 kg·i·a/ha/año nuevamente menor al encontrado en Ipiales con 25,1 kg·i·a/ha/año calculado por Álvarez y Gómez (2020).

Respaldando este resultado, distintos estudios han determinado que el riesgo de contaminación ambiental está directamente relacionado con la gestión de uso de plaguicidas, por tanto, una finca con baja aplicación disminuirá dicho riesgo (Le Bellec et al., 2017). Así mismo, un suelo con adecuados niveles de materia orgánica puede reducir la transferencia de ingredientes activos a los cursos de agua y proporcionar procesos de adsorción-desorción de moléculas plaguicidas a partir de la actividad microbiana (Le Bellec et al., 2017; Perales et al., 2009).

En la dimensión económica, el rendimiento de arveja de Candagán y de Ipiales se encontró dentro del rango estimado para la región (MADR, 2018); presentando un valor promedio de 5,07 t/ha en la experiencia agroecológica y 6,13 t/ha en los sistemas convencionales, con un diferencial del 17,2 % que repercutió en el ingreso derivado de la venta de arveja a favor del último enfoque de producción, con \$1.600.000 (tabla 3).

Esta ganancia en el volumen cosechado posiblemente estuvo asociada a una mayor aplicación de plaguicidas y fertilizantes en los sistemas convencionales, tendencia encontrada en otras investigaciones y que es motivo de preocupación, ya que generalmente tiene implicaciones en el deterioro y empobrecimiento de los componentes de la finca (Acevedo et al., 2017; Altieri, 2020; Cevallos et al., 2020). Paleologos et al. (2017) propusieron analizar esta dependencia como uno de los mayores desafíos en la agricultura contemporánea, la cual debe propender por disminuir o eliminar el uso de estos insumos sintéticos.

Sin embargo, es pertinente indicar que el costo promedio invertido por hectárea en las fincas convencionales tuvo un incremento del 20 % respecto a los sistemas de Candagán (\$8.630.000 y \$6.859.000, respectivamente), lo que afectó la relación Beneficio-Costo calculada en 1,3 y 1,5, haciendo poco significativo el diferencial de ingreso económico entre enfoques (tabla 3).

Estos valores confirman que mayores rendimientos no siempre implican un mayor ingreso económico (Paleologos et al., 2017), más aún, si la presunta *pérdida* de cosecha permite mejorar al interior del sistema su capacidad de resiliencia económica frente a variaciones negativas en el precio de compra, el aumento en los costos de los insumos, problemas fitosanitarios o limitaciones inesperadas en la cadena de comercialización, como se determinó en este estudio.

La multifuncionalidad de las fincas agroecológicas determinada a partir de los indicadores: diversidad de productos en la finca, porcentaje de autoconsumo, superficie de autoconsumo y presencia de subsistema pecuario (tabla 3), contribuyeron con las necesidades alimentarias de la familia y, a su vez, promovieron en la vereda sistemas locales agroalimentarios con los excedentes.

Estos resultados invitan a la reflexión respecto al enfoque productivo a elegir, ya que si la decisión depende del rendimiento, inversión o rentabilidad, para establecer la conveniencia; la experiencia

agroecológica muestra un valor económico adecuado al mismo tiempo que incide positivamente sobre los atributos sociales y ambientales de las fincas evaluadas.

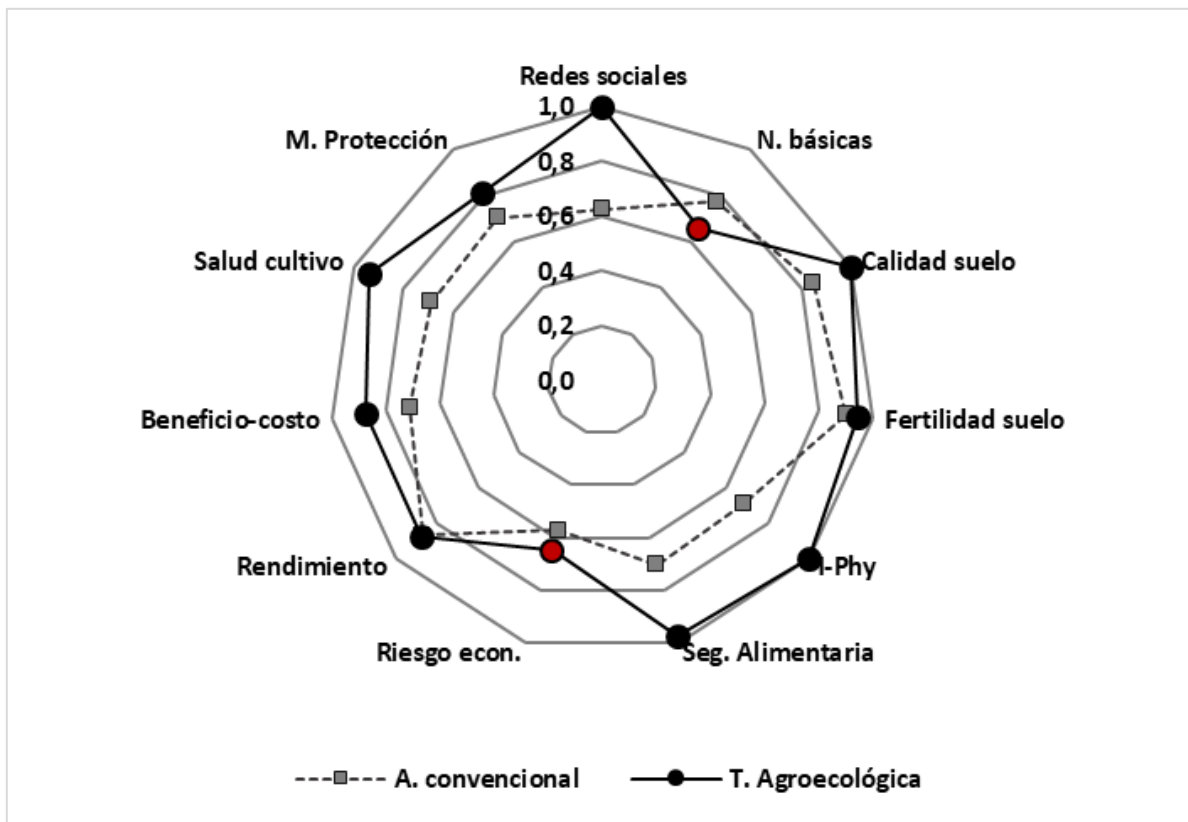
Un aspecto común en los dos enfoques fue el hecho de que el productor soporta en el cultivo de arveja el mayor porcentaje de ingreso económico de la finca, y es sobre este cultivo, que integra más o menos componentes, representados en diversidad vegetal y animal; lo cual genera una inestabilidad inherente que debería replantearse.

Como última dimensión abordada, los aspectos técnico-productivos robustecieron el contraste. Los resultados demuestran que el vigor del cultivo de arveja y los niveles de afectación por plagas o enfermedades durante el ciclo productivo en las fincas de Candagán fue estadísticamente similar al encontrado en los sistemas convencionales, con una estimación menor al 15 % en ambos casos, siendo conveniente desde el punto de vista agronómico (tabla 3).

Finalmente, una característica que se presentó en los dos enfoques, pero con mayor frecuencia en las fincas de Candagán, fue el uso de arreglos forestales (indicador vegetación circundante); los cuales tradicionalmente permiten disminuir las afectaciones por el viento y establecer una delimitación con los vecinos (Álvarez et al., 2019; Álvarez & Gómez, 2020), al tiempo que hacen frente a las adversidades del cambio climático cada vez más inminente. Siendo estos dos beneficios confirmados en los estudios de Acevedo et al. (2017), Cevallos et al. (2020) y Tamagno et al. (2018).

### **Determinación de puntos críticos de sustentabilidad**

A partir del gráfico de AMOEBA se determinaron dos puntos críticos en los sistemas de transición agroecológica, indicados con color rojo, y que correspondieron con el riesgo económico y necesidades básicas (figura 2). En los demás atributos fue evidente la incidencia positiva del enfoque adoptado, presentando un mayor puntaje en comparación con los sistemas de agricultura convencional.



**Figura 2.** AMOEBA para determinar puntos críticos de sustentabilidad.

Fuente: Elaboración propia

El primer PCS se puede explicar por la condición de aislamiento que tiene Candagán, lo cual dificulta la posibilidad de llevar la cosecha a un centro de comercialización en donde los productores tendrían un mayor margen de negociación. Actualmente la venta se realiza en la finca a través de un intermediario, quien fija el precio y la calidad del producto.

Integrar estrategias de circuitos cortos de comercialización y estrategias solidarias ha sido conveniente en otros procesos agroecológicos como lo propuso Tamagno et al. (2018), propiciando condiciones favorables para que los productores reciban un mejor pago por su cosecha, y también para que los consumidores reciban productos agroecológicos a precios justos y apoyen la gestión ambiental y social (Acevedo et al., 2017; Apollin & Eberhart, 1999; Malagón et al., 2019; Tamagno et al., 2018).

Sin duda, bajo el actual periodo de pandemia por COVID-19 tener una dependencia de comercialización tan estrecha, soportada en un solo cultivo, puede incurrir en altos riesgos económicos que podrían ocasionar pérdida y desperdicio de alimentos (Altieri & Nicholls, 2020).

Además, se debe seguir fortaleciendo la resiliencia económica a partir de la disminución progresiva de insumos externos, los cuales se siguen aplicando al cultivo de arveja en Candagán. Al respecto, existe



evidencia en la cual la aplicación sostenida de principios y prácticas agroecológicas rompen dicha dependencia, de modo que sea el mismo sistema el que pueda patrocinar la fertilidad del suelo, la regulación natural de plagas y la productividad de los cultivos (Acevedo et al., 2017; Latruffe et al., 2017; Paleologos et al., 2017; Rosset & Altieri, 2018).

En cuanto al segundo PCS, se determinó que este involucra el estado de la vivienda y los servicios básicos con los cuales cuentan las familias (figura 2), mostrando los desafíos que enfrentan la mayoría de las zonas rurales del departamento de Nariño, donde el campesino persiste y se adapta, a pesar de tener grandes dificultades respecto a sus condiciones de vida.

En Candagán se requiere consolidar los procesos de autogestión a partir del enfoque agroecológico para exigir al Estado, en su rol de garante del acceso equitativo de los recursos y servicios públicos, un mayor interés por el sector rural y el buen vivir de la comunidad.

### **Estimación del índice general de sustentabilidad (IGS)**

La metodología aplicada además de permitir la comparación de cada indicador genera un valor de referencia que contiene las dimensiones abordadas, en donde una finca muestra alta sustentabilidad en la medida en que el puntaje de IGS se acerque al límite superior de la escala, con un valor de 4 puntos.

En el caso del enfoque convencional, el valor calculado de IGS de 2,72 genera inquietud respecto a la persistencia y sustentabilidad de los campesinos. Los autores de la metodología han establecido que el valor intermedio en la escala indica una condición de sustentabilidad limitada, en la cual, de mantenerse sin modificaciones la estrategia productiva, se podría causar un estado socialmente indeseable o agotar la capacidad de carga del ecosistema del cual se depende (Acevedo et al., 2017; Malagón, 2019; Perales et al., 2009; Sarandón & Flores, 2009).

La experiencia de transición agroecológica presentó un mayor puntaje en el valor de IGS con 3,38. Las estrategias adaptadas por la comunidad en forma de innovaciones campesinas y la aplicación decidida de los principios agroecológicos incidieron directamente sobre las estimaciones realizadas, aumentando la sustentabilidad de los sistemas evaluados.

En ambos casos es importante realizar análisis periódicos, con el fin de generar suficiente información para conocer la evolución de la sustentabilidad como propiedad emergente (Apollin & Eberhart, 1999; Latruffe et al., 2017; Rosset, 2018; Tamagno et al., 2018; Van Der Ploeg, 2010); dentro de un proceso cíclico de medición de indicadores, identificación de puntos críticos, ajuste y reevaluación del IGS.

La producción agroecología, como se ha mencionado, es una alternativa viable que puede influir sobre los sistemas convencionales de cultivo de arveja en Nariño, buscando un nuevo equilibrio en el cual la agricultura disminuya los impactos negativos y permita consolidar la resiliencia y sustentabilidad local.

## Conclusiones

Se identificaron siete innovaciones campesinas asociadas al cultivo de arveja en la experiencia de transición agroecológica de la vereda Candagán, las estrategias endógenas contribuyeron a la diversificación de los medios de subsistencia, incremento de la resiliencia e interacción social, convirtiéndose en propuestas de transición hacia sistemas sustentables.

La comparación realizada entre fincas productoras de arveja convencional y fincas en transición agroecológica presentó diferencias cuantitativas y cualitativas respecto a los indicadores, atributos y el índice general de sustentabilidad. El enfoque agroecológico mostró formas más eficientes de producción integrada, mínimo uso de insumos externos, uso y promoción de la biodiversidad y la consolidación social.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Gobernación de Nariño y a la Fundación CeIBA por permitir el desarrollo de esta investigación.

## Descargos de responsabilidad

Todos los autores realizaron aportes significativos al documento, están de acuerdo con su publicación y manifiestan que no existen conflictos de interés en este estudio.

## Referencias

- Acevedo, Á., Angarita, A., León, M. V., & Franco, K. L. (2017). Sustentabilidad y variabilidad climática: acciones agroecológicas participativas de adaptación y resiliencia socioecológica en la región alto-Andina colombiana. *Revista Luna Azul*, 44, 6-26. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/3823>
- Álvarez, D., Gómez, E., & Ordóñez, H. (2019). Tipología de fincas productoras de arveja (*Pisum sativum* L.) en la subregión Sur de Nariño, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 659-77. [https://doi.org/10.21930/rcta.vol20\\_num3\\_art:1593](https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num3_art:1593)
- Álvarez, D., & Gómez, E. (2020). Estimación de la sustentabilidad de fincas productoras de arveja en el municipio de Ipiales, Nariño-Colombia. *Revista U.D.C.A. Actualidad & Divulgación Científica*, 23(1), 1-9. <https://doi.org/10.31910/rudca.v23.n1.2020.1578>
- Apollin, F., & Eberhart, C. (1999). *Análisis y diagnóstico de los sistemas de producción en el medio rural: Guía metodológica*. Camaren, Cicda-Ruralter. <https://www.avsf.org/public/posts/549/analisis-y-diagnostico-de-los-sistemas-de-produccion-en-el-medio-rural-guia-metodologica.pdf>

- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). Agroecology and the reconstruction of a post-COVID-19 agriculture. *The Journal of Peasant Studies*, 47(5), 881-898. <https://doi.org/10.1080/03066150.2020.1782891>
- Calvache, H. (1991). Efectos de barreras vegetales y químicas en el control del gusano blanco de la papa (*Premnotyphes vorax* Hustache). *Revista Latinoamericana de la Papa*, 4(1), 22-35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5512127>
- Cevallos, M. P., Urdaneta, F., Jaimes, E., & Rodríguez, M. (2020). Transición agroecológica de los sistemas de producción agrícola de la provincia de Imbabura Ecuador. *Revista Facultad de Agronomía*, 37(1), 69-94. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7499241>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2018). *Encuesta Necesidades Básicas Insatisfechas*. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>
- Latruffe, L., Diazabakana, A., Bockstaller, C., Desjeux, Y., Finn, J., Kelly, E. & Uthes, S. (2017). Measurement of sustainability in agriculture: A review of indicators. *Studies in Agricultural Economics*, 118(3), 123-30. <http://dx.doi.org/10.7896/j.1624>
- Le Bellec, F., Scorbiac, M., & Sauzier, J. (2017). Les pratiques phytosanitaires des producteurs de légumes de l'île Maurice: Impacts et perspectives de changement. *Cahiers Agricultures*, 26(5), 1-9. <https://doi.org/10.1051/cagri/2017038>
- Malagón, S., Ravelo, K., Gigato, A., Rivero, A., & Díaz, M. (2019). Evolución de la transición agroecológica; estudio de caso finca "El Charrabascal". *Revista Ecovida*, 9(1), 84-101. <https://revistaecovida.upr.edu.cu/index.php/ecovida/article/view/155/html>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2018). *Área Cosechada, Producción y Rendimiento de Arveja, 1986-2018*. Biblioteca Digital Agronet. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx>
- Paleologos, M., Iermanó, M., Blandi, M., & Sarandón, S. (2017). Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la Agroecología. *REDES Revista do Desenvolvimento Regional*, 22(2), 92-115. <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/9346>
- Perales, A., Loli, O., Alegre, J., & Camera, F. (2009). Indicadores de sustentabilidad del manejo de suelos en la producción de arveja (*Pisum sativum* L.). *Ecología Aplicada*, 8(2), 47-52. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ecol/v8n1-2/a06v8n1-2.pdf>
- Rosset, P., & Altieri, M. (2018). *Agroecología ciencia y política* (1a Ed.). Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA).
- Sarandón, S., & Flores, C. (2009). Evaluación de la sustentabilidad en agroecosistemas: Una propuesta metodológica. *Agroecología*, 4, 19-28. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117131>
- Tamagno, L. N., Iermano, M. J., & Sarandón, S. J. (2018). Los saberes y decisiones productivo-tecnológicas en la agricultura familiar pampeana: Un mecanismo de resistencia al modelo de agricultura industrial. *Mundo Agrario*, 19(42), 100. <https://doi.org/10.24215/15155994e100>
- Van Der Ploeg, J. (2010). *Nuevos campesinos: Campesinos e imperios alimentarios* (1a Ed.). Icaria editorial S.A.