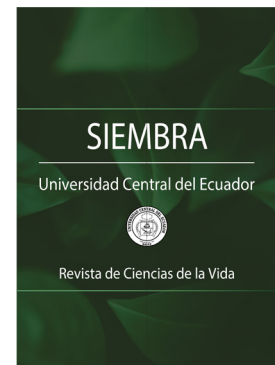


Caracterización y tipificación de sistemas agroindustriales de *Canna edulis* L. en las principales zonas productoras de Colombia

Characterization and typification of *Canna edulis* L. agroindustrial systems in Colombia's main producing areas

Lorena Mojica-Ramos¹, Gonzalo Alfredo Rodríguez-Borray²,
José Luis Tauta-Muñoz³, Andrea Johana Reyes-Medina⁴,
Belisario Volverás-Mambuscay⁵, Juan Fernando López-Rendón⁶,
José Manuel Campo-Quesada⁷, Johanna Paola Garnica Montaña⁸,
Pablo Fernando Ramos-Calderón⁹



Siembra 12 (2) (2025): e7133

Recibido: 04/09/2024 / Revisado: 08/01/2025 / Aceptado: 06/06/2025

¹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia. Centro de Investigación Tibaitatá. Km. 14, vía Mosquera – Bogotá. C.P. 250047. Cundinamarca, Colombia.

✉ smojica@agrosavia.co
https://orcid.org/0000-0002-2493-6036

² Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia. Centro de Investigación Tibaitatá. Km. 14, vía Mosquera – Bogotá. C.P. 250047. Cundinamarca, Colombia.

✉ grodriguez@agrosavia.co
https://orcid.org/0000-0001-6261-7418

³ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia. Centro de Investigación Tibaitatá. Km. 14, vía Mosquera – Bogotá. C.P. 250047. Cundinamarca, Colombia.

✉ jltautam@gmail.com
https://orcid.org/0000-0002-2837-4931

⁴ Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de Maestría en Ciencias Agrarias, Línea Fisiología de Cultivos. Sede Bogotá. C.P. 111321. Cundinamarca, Colombia.

✉ anjreysm@gmail.com
https://orcid.org/0000-0001-5532-0640

⁵ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Centro de Investigación Palmira. Sede Popayán. Calle 8 # 10-68, barrio Santa Clara. C.P. 190001. Popayán, Cauca, Colombia.

✉ bvolveras@agrosavia.co
https://orcid.org/0000-0002-6571-670X

⁶ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Centro de Investigación Obonuco, Km. 5, vía Pasto – Obonuco. C.P. 520038. Nariño, Colombia.

✉ jflopezr@agrosavia.co
https://orcid.org/0000-0002-7035-1880

⁷ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Centro de Investigación Obonuco, Km. 5, vía Pasto – Obonuco. C.P. 520038. Nariño, Colombia.

✉ jcampoq@agrosavia.co
https://orcid.org/0000-0001-9927-6629

⁸ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Centro de Investigación Nataima. Km. 9, vía Espinal - Ibagué. C.P. 733529. Tolima, Colombia.

✉ jgarnicam@agrosavia.co
https://orcid.org/0000-0003-3051-809X

⁹ Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA. Centro de Investigación Nataima. Sede Florencia. Km. 1, vía Morelia, instalaciones Incoder. C.P. 180017. Florencia, Caquetá, Colombia.

✉ pramosc@agrosavia.co
https://orcid.org/0000-0002-0748-8534

* Autor de correspondencia: smojica@agrosavia.co

SIEMBRA

https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA

ISSN-e: 2477-8850

Periodicidad: semestral

vol. 12, núm 2, 2025

siembra.fag@uce.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v12i2.7133>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

Resumen

El sistema agroindustrial de la achira o sagú (*Canna edulis* Ker-Gawler) reviste importancia económica y cultural para más de 3.000 familias campesinas colombianas por la arraigada tradición de producción, procesamiento y consumo del almidón transformado. El conocimiento detallado de las dinámicas de producción permite establecer estrategias tecnológicas para el mejoramiento de las condiciones de este renglón productivo. Con el objetivo de caracterizar el sistema agroindustrial e identificar tipologías de unidades productivas para maximizar el impacto de los procesos de generación e innovación tecnológica en Colombia, se encuestó a 203 personas en los principales municipios productores de Colombia. Se registró información de 120 variables socioeconómicas y técnicas, de las cuales, 19 se seleccionaron para tipificación con análisis multifactorial por componentes principales donde se construyeron agrupaciones de unidades productivas. Se determinó que el sistema agroindustrial es de tipo familiar con tecnología de producción convencional y heterogeneidad en las regiones estudiadas. Se identificaron tres tipologías por región diferenciadas por niveles tecnológicos menor, intermedio y mayor. El predominio de la agricultura familiar dentro de las tipologías regionales identificadas permite establecer la necesidad de desarrollar tecnologías de cultivo de fácil implementación y bajo uso de recursos externos a las fincas, el rescate de prácticas culturales campesinas sostenibles y la adaptación de tecnologías de procesamiento que permitan un uso más eficiente del agua, mejorar la calidad del almidón, obtener economías de escala y lograr un mayor poder de negociación de los productores bajo esquemas asociativos.

Palabras clave: achira, sagú, agroindustria rural, rizoma, almidón, familias productoras, tipología.

Abstract

Edible canna (*Canna edulis* Ker-Gawler) agro-industrial system is of economic and cultural importance for more than 3,000 Colombian farming families due to the deep-rooted tradition of production, processing, and consumption of processed starch. The detailed knowledge of production dynamics allows the establishment of technological strategies aimed

at improving the conditions of this productive line. With the objective of characterizing this agro-industrial system and identifying typologies of productive units to maximize the impact of technological generation and innovation processes in Colombia, 203 surveys were carried out in the main producing municipalities of the country. Information on 120 socio-economic and technical variables was registered, of which 19 were selected for typification with multifactorial analysis by principal components where groupings of productive units were constructed. It was determined that the agro-industrial system is of the family-type, with conventional production technology and heterogeneity in the regions studied. Three typologies were identified per region, differentiated by lower, intermediate, and higher technological levels. The predominance of family farming within the regional typologies identified allows establishing the need to develop cultivation technologies that are easy to implement and use resources external to the farms, the rescue of sustainable family cultural practices, and the adaptation of processing technologies which allow a more efficient water use, improve starch quality, obtain economies of scale, and achieve greater bargaining power for producers under associative schemes.

Key words: edible canna, rural agro-industries, rhizome, starch, producing families, typology.

1. Introducción

La investigación científica demanda amplio conocimiento de la realidad de los sistemas agroindustriales desde su complejidad ecológica, biofísica y socioeconómica que permita maximizar las tasas de adopción e impacto de las tecnologías que se generan (Amadu et al., 2020; Kaur et al., 2021). Según Collier et al. (2012), las tipologías son una forma sistemática de presentar conceptos e ideas para procesos constructivos de toma de decisiones. La identificación de conjuntos de características similares permite reconocer la organización conceptual de la diversidad existente en la agricultura campesina y la delimitación de grupos relativamente homogéneos que comparten necesidades tecnológicas similares (Amadu et al., 2020; Berre et al., 2019; Tuesta Hidalgo et al., 2014).

El objetivo de una tipología es buscar semejanzas entre grupos diversos (Collier et al., 2012). En este sentido, una vez realizada una tipología que permita agrupar territorios con base en dimensiones consideradas relevantes, se podrá realizar una caracterización detallada de cada grupo y establecer un dominio de recomendación para cada uno de ellos (Martín et al., 2018; Perasso Cerda et al., 2019). Los trabajos de tipificación son cada vez más utilizados en estudios de adopción de innovaciones agrícolas, prácticas de agricultura inteligente, seguridad alimentaria, eficiencia de uso de recursos y clasificaciones generales de tipos de fincas (Kumar et al., 2019).

Diversos autores han explorado el origen, distribución, uso y manejo del cultivo de achira (Caicedo Diaz et al., 2003; Hermann et al., 1999; Imai, 2011; Morales, 1969). De acuerdo con los estudios científicos, la achira es una especie nativa de los Andes suramericanos (Hermann et al., 1999; Praseptianga et al., 2018) y su centro de origen está entre Colombia, Ecuador y Perú, donde existe evidencia precolombina del conocimiento y uso del rizoma desde hace más de 4.000 años (Caicedo Diaz et al., 2003; Morales Rodríguez, 1969; Rodríguez et al., 2003). La achira se ha extendido por Asia, Europa, América del Norte y muchas regiones tropicales del mundo (Zhu et al., 2020). En China, Taiwán y Vietnam se cultiva *C. edulis* para la producción de almidón obtenido en fábricas a pequeña escala (Puncha-arnon et al., 2007). En la industria alimenticia el almidón de achira se usa como hidrocoloide: espesante; gelificante; estabilizador y emulsionante (Algar et al., 2019). En Asia y medio oriente, se utiliza en la elaboración de pasteles; fideos y tinte morado y sus subproductos utilizados como Forraje para animales (Zhu et al., 2020).

Según Caicedo Diaz et al. (2003) y Rodríguez et al. (2003), *C. edulis* es cultivada en áreas agrícolas marginales de Colombia y es una especie de importancia estratégica en la economía campesina por sus ventajas comparativas de biodiversidad, por la rusticidad de los materiales nativos, el mejoramiento de la dieta alimenticia de la población en general, la capacidad para generar valor agregado por la creación de pequeñas agroindustrias, generación de empleo rural y de mano de obra familiar y de divisas por la exportación de sus productos. En varias zonas de la región andina de Colombia, la achira es una especie importante en la seguridad alimentaria y como base de la economía de cerca de 3.000 familias en 40 municipios del país.

En Colombia se le cultiva para la cosecha de sus rizomas, los cuales son procesados artesanalmente para la extracción de almidón, con el que son elaborados a nivel local diversos productos tradicionales como bizcochos de achira, pan de sagú, bizcochuelos, arepas y coladas de achira (Carrera, 2006; Rodríguez et al., 2003). En el departamento del Huila, el bizcocho de achira cuenta con “denominación de origen”, lo que permite que este producto insignia a nivel local cuente con reconocimiento a nivel nacional e internacional (Resolución N°

23115).

Pese a los esfuerzos de investigación descritos, no se ha realizado un ejercicio de exploración de los tipos de productores que pueda integrar esta gestión del conocimiento e incorporarla a las dinámicas sociales de las comunidades productoras. Basados en estos elementos y la importancia social y económica de la especie, el presente estudio realizó una caracterización y tipificación de los principales sistemas productivos regionales en los departamentos de Cundinamarca, Meta, Nariño y Huila en Colombia.

2. Materiales y Métodos

La investigación se realizó en 203 unidades productivas agrícolas [UPA] de 49 veredas y 11 municipios productores de achira en Colombia: Fómezque, Quetame, Fosca y Guayabetal en Cundinamarca; El Calvario y San Juanito en Meta; Isnos y San Agustín en Huila y San Pablo y La Cruz en Nariño. Para este estudio, las regiones productoras de achira de Meta y Cundinamarca son consideradas como una misma región dada su proximidad geográfica y la similitud de sus características productivas, socioeconómicas y ambientales. La distribución de las UPA encuestadas por municipio se detalla en la Figura 1.

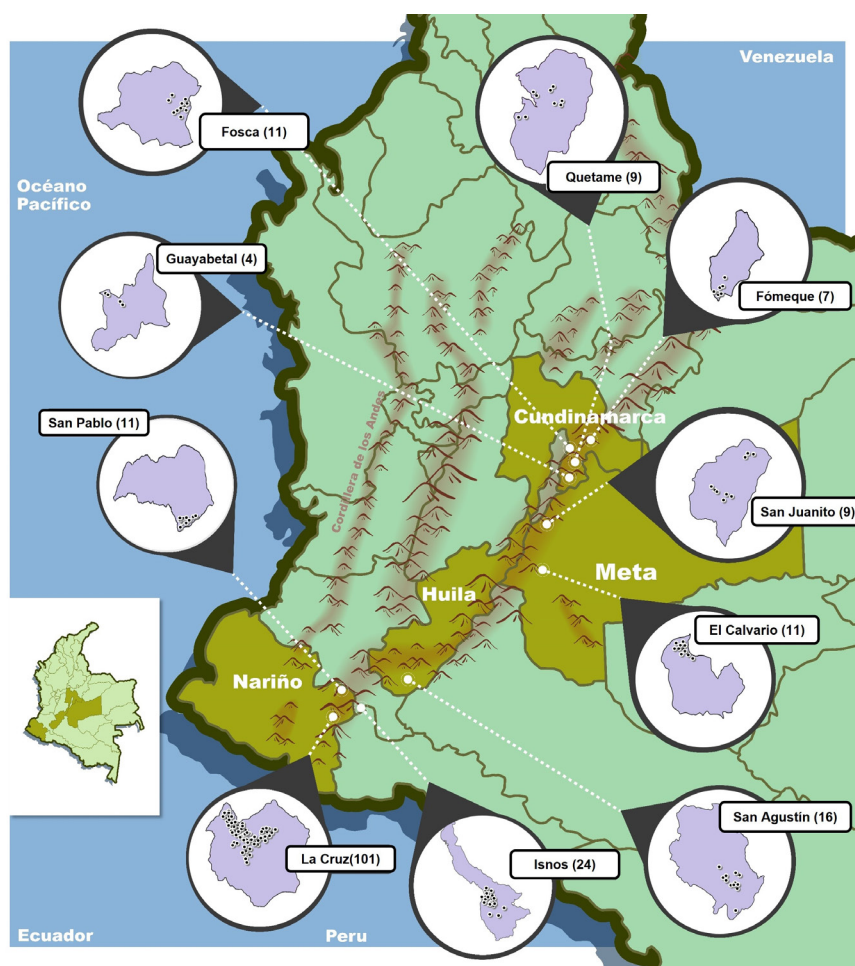


Figura 1. Número de encuestas realizadas en los principales municipios productores de *C. edulis* en la región andina colombiana. Cundinamarca, Meta, Huila y Nariño. 2020.

Figure 1. Number of surveys conducted in the main *C. edulis* producing municipalities in the Colombian Andean region. Cundinamarca, Meta, Huila and Nariño. 2020.

Para la selección de la muestra, se calculó el universo triangulando información recolectada con actores clave de los territorios e información secundaria obtenida de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales [EVA] del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR, 2019), estableciendo la existencia de un número aproximado de 3.000 productores a nivel nacional. Así, se realizó un muestreo no probabilístico por conveniencia

como sugieren (López-Roldán y Fachelli, 2015) y de acuerdo con la fórmula de Spiegel y Stephens (2009) se determinó el tamaño de muestra en 157 unidades productivas (IC: 99%; error: 10%). Si bien las UPA estudiadas no tuvieron un carácter aleatorio, por no disponer de un marco muestral, representan a la mayor parte de las unidades productivas de los departamentos y municipios encuestados, que a su vez corresponden a los de mayor área de achira cultivada y mayor producción de almidón, reportados por el MADR (2023).

Una vez determinada la muestra, el estudio se desarrolló en dos fases. Fase 1: identificación de las características socioeconómicas y técnicas de las unidades productivas de achira y almidón, para la cual se diseñó y aplicó una encuesta semiestructurada a unidades productivas de achira y almidón en las tres regiones de estudio durante el primer trimestre de 2020. Fase 2: tipificación estadística de las unidades productivas en cada una de las tres regiones estudiadas.

El cuestionario de la encuesta estuvo constituido por 75 preguntas de opción múltiple con única respuesta, opción múltiple con múltiple respuesta y respuesta abierta. Se distribuyó en tres secciones: identificación del productor, descripción de la UPA y descripción del sistema productivo. La información recolectada se consolidó y clasificó en una base de datos con 120 variables enmarcadas en tres categorías: 51 variables de tecnología local, 29 variables físicas y 40 variables socioeconómicas.

Para la fase de tipificación de UPA se seleccionaron 19 variables de interés técnico, bajo criterio de experto, con el mayor poder discriminante de acuerdo con la distribución de frecuencias en las variables cualitativas y el coeficiente de variación en las cuantitativas. Utilizando el software estadístico R® 4.1.1. se realizó un análisis multifactorial de variables cualitativas y cuantitativas [FAMD] por componentes principales en el que se construyeron clústeres jerárquicos de unidades productivas. Las variables seleccionadas para este análisis se presentan en la Figura 2.

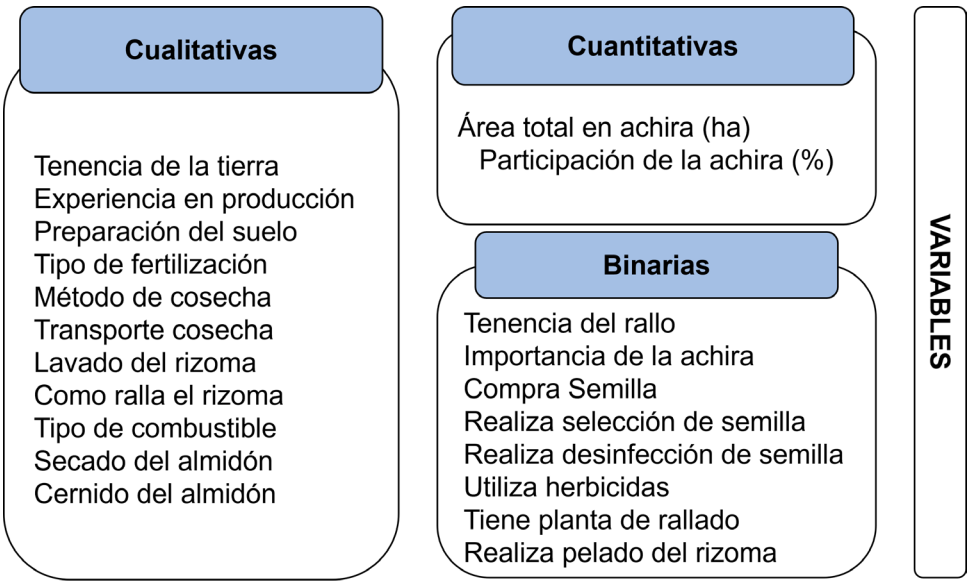


Figura 2. Variables de tipificación de productores de achira.
Figure 2. Typification variables of edible cana producers.

3. Resultados

3.1. Caracterización de los sistemas agroindustriales de achira

Se establecieron los principales aspectos sociales, económicos y de infraestructura de los sistemas productivos en los tres principales núcleos de achira del país, encontrándose diferencias tanto entre las regiones como dentro de las mismas regiones, identificando tres dimensiones: socioeconómica, tecnológica a nivel de cultivo y tecnológica a nivel del proceso de extracción del almidón.

Los resultados permitieron identificar diferencias entre regiones, pero también entre las unidades productivas, lo cual indica que las estrategias de investigación y transferencia de tecnología deben ser diferenciadas por región y por su nivel tecnológico, con el fin de lograr mayor adopción e impacto de las ofertas tecnológicas

que se generen para este subsector productivo.

3.1.1. Dimensión socioeconómica

Las familias en las unidades productivas encuestadas son de tipo nuclear con cinco integrantes en promedio. La mayor parte de los jefes de hogar son hombres mayores de 50 años en Cundinamarca-Meta y Nariño, superando el 50% de la población, mientras que en Huila se registró una mayor cantidad de jefaturas femeninas. Las personas con edades entre los 18 y 60 años, adultos que no generan dependencia y constituyen la fuerza laboral disponible de las fincas, son entre el 50 y 60% del personal empleado.

Según la clasificación del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2012), la estructura de la propiedad agraria de los encuestados descrita en la Tabla 1, está conformada principalmente por microfundistas (predios de menos de 3 ha), minifundistas (3-10 ha) y en menor medida por pequeños propietarios (entre 10 y 20 ha) y mediana propiedad con 29,5 y 30 ha.

Tabla 1. Tamaño de UPAs y relación con área sembrada en achira para tres regiones colombianas
Table 1. APUs size and relationship with planted area with edible cana for three Colombian regions.

Región	Área total UPA (ha)				Participación achira	
	<3	3-10	10-20	20-30	Promedio siembra (ha)	Promedio participación (%)
		Porcentaje (%)				
Huila	57,5	30,0	10,0	2,5	0,46	18,97
Cundinamarca - Meta	56,9	27,5	13,7	1,9	0,85	41,37
Nariño	87,5	10,7	1,8	-	1,22	79,13

El 62% de los productores complementan su ingreso monetario trabajando por días en labores agrícolas, de este grupo solo el 5,5% de las UPA, son pequeñas y medianas propiedades, el 94,5% restante son microfundios y minifundios.

En 18 UPA se realiza transformación de productos agrícolas y pecuarios para generación de ingresos adicionales, principalmente por las mujeres. De otra parte, 8 productores prestan el servicio de alquiler de maquinaria para el rallado de los rizomas de achira y el 16% de las UPA han diversificado sus ingresos con rentas, aparcería, comercialización e intermediación de otros productos agrícolas como café, transporte público, tejido de sombreros y otras artesanías, tiendas de abarrotes, construcción, comercialización de ganado ovino para producción de carne y leche, contratos laborales en docencia, e incluso, turismo rural. Se destaca que el 87,5% de las UPA en Huila, el 90% en Cundinamarca-Meta y el 54,5% en Nariño utilizan mano de obra familiar en todas las labores de cultivo y extracción de almidón.

Sobre la infraestructura disponible, el 85% de las UPA tienen acceso por carreteras sin pavimentar o caminos de herradura y el 15% restante tienen acceso por vías pavimentadas. El suministro de agua del 61,3% es mediante acueductos comunitarios, principalmente en el departamento de Nariño, el acueducto municipal provee el agua al 11% de las fincas y el 27,7% restante tiene fuentes naturales como quebradas, pozos y nacimientos.

3.1.2. Características de la dimensión tecnológica a nivel de cultivo

Agrobiodiversidad y asociación de cultivos. El 44%, el 67,3% y el 84,6% de los microfundistas, minifundistas y pequeñas propiedades tienen más de un cultivo, respectivamente. Se identificaron 20 especies agrícolas diferentes en las unidades productivas: café (*Coffea arabica* L.), caña (*Saccharum officinarum* L.), mora (*Rubus glaucus* Benth.), maíz (*Zea mays* L.), tomate (*Solanum lycopersicum*), tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* Sendt. *Solanaceae*), arveja (*Pisum sativum* L.), pepino (*Cucumis sativus* L.), uchuva (*Physalis peruviana* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.), plátano (*Musa* spp.), granadilla (*Passiflora ligularis* Juss.), habichuela (*Phaseolus vulgaris* L.), lulo (*Solanum quitoense* Lam.), yuca (*Manihot esculenta* Crantz), amapola (*Papaver somniferum* L), cebolla larga (*Allium fistulosum* L.) y pasto de corte (*Pennisetum* spp.). El 62% de los productores tiene al menos una especie pecuaria entre bovinos, porcinos, cuyes, equinos, gallinas, pollos y gallinetas.

La achira es sembrada principalmente en asociación con maíz y café y en menor medida con aguacate, granadilla, frijol, yuca, plátano, papa, mora y arracacha. Esta práctica es relacionada por el 32,5% de los productores de Huila, el 21,5% de los productores de Cundinamarca y el 46,4% de los productores de Nariño.

Semilla y variedades. El 80% de los productores utiliza semilla de su cosecha anterior y el material genético prevalente es el conocido como “Negra” en Nariño y Huila. Los productores del Huila (30%) y de Cundinamarca-Meta (61%) manifestaron preferencia por un material denominado “Morado”. Los productores identifican 24 materiales regionales diferentes que constituyen una importante reserva de germoplasma potencial para procesos de mejoramiento genético.

Densidades de siembra. Las mayores densidades de siembra son las registradas en Cundinamarca-Meta con distancias de hasta 50 cm entre surcos y entre plantas, en contraste con Huila donde la mayor frecuencia de densidades de siembra está por debajo de las 10.000 plantas ha⁻¹. En Nariño la distancia entre plantas es de 0,5 m y varían la distancia entre surcos entre 1 y 1,3 m (Tabla 2).

Tabla 2. Densidades de siembra registradas en sistemas agroindustriales de achira de Colombia.
Table 2. Planting densities reported for edible cana agroindustrial systems in Colombia.

Densidad (plantas ha ⁻¹)	Huila	Cundinamarca-Meta	Nariño
	Porcentaje (%)		
4.000 - 10.000	40,0	5,9	25,9
10.001 - 15.000	17,5	25,5	17,0
15.001 - 20.000	22,5	17,6	45,5
20.001 - 25.000	15,0	13,7	2,7
>25.000	5,0	37,3	8,9

Fertilización. Si bien se siguen múltiples tradiciones derivadas del conocimiento local como la reincorporación de los residuos de cosecha y el uso de subproductos como gallinaza, porquinaza, cascarilla de café, compost de cuy, bocashi, cascarilla de frijol, hojarasca, ceniza y lombricompostos, los productores han calendarizado la fertilización incorporando con mayor frecuencia fertilizantes de síntesis química. En la Tabla 3 se describen algunas prácticas del manejo del cultivo de achira en las tres regiones caracterizadas.

Tabla 3. Porcentaje de productores según las prácticas agronómicas realizadas en el sistema agroindustrial de achira o sagú.
Table 3. Percentage of producers according to the agronomic practices carried out in the edible cana agroindustrial system.

Práctica agronómica	Huila	Cundinamarca -Meta	Nariño
	Porcentaje (%)		
Selección de semilla	65,0	57,0	65,0
Desinfección semilla	7,5	15,6	4,5
Preparación mecanizada	17,5	37,25	6,31
Uso herbicidas	32,5	50,0	69,37
No fertiliza en presembr	70,0	23,5	92,9
Fertilización presembr químico	7,5	--	--
Fertilización presembr orgánico	20,0	72,5	6,3
Fertilización presembr orgánico y químico	2,5	3,9	0,9
Aplicación enmiendas presembr	22,5	39,2	8,9
No fertiliza post siembra	30,0	19,6	1,8
Una fertilización post siembra	47,5	64,7	7,1
Más de una fertilización post siembra	22,5	15,7	92

Cosecha. El método de cosecha es diferencial en Nariño, donde el 76% de las UPA practican el raleo, un método mediante el cual separan la semilla sin retirarla del suelo en el momento de la cosecha, lo que implica una menor remoción de suelo, pero también la imposibilidad de verificar la calidad de la semilla establecida para el siguiente ciclo de cultivo.

La cosecha se inicia entre los 9 y 12 meses después de la siembra. Nariño presenta un pico de cosecha entre julio y septiembre, mientras que Cundinamarca-Meta produce la mayor cantidad de almidón en un rango más amplio entre noviembre y marzo. Para el caso del Huila los periodos de siembra están distribuidos de manera uniforme durante todo el año (Figura 3).

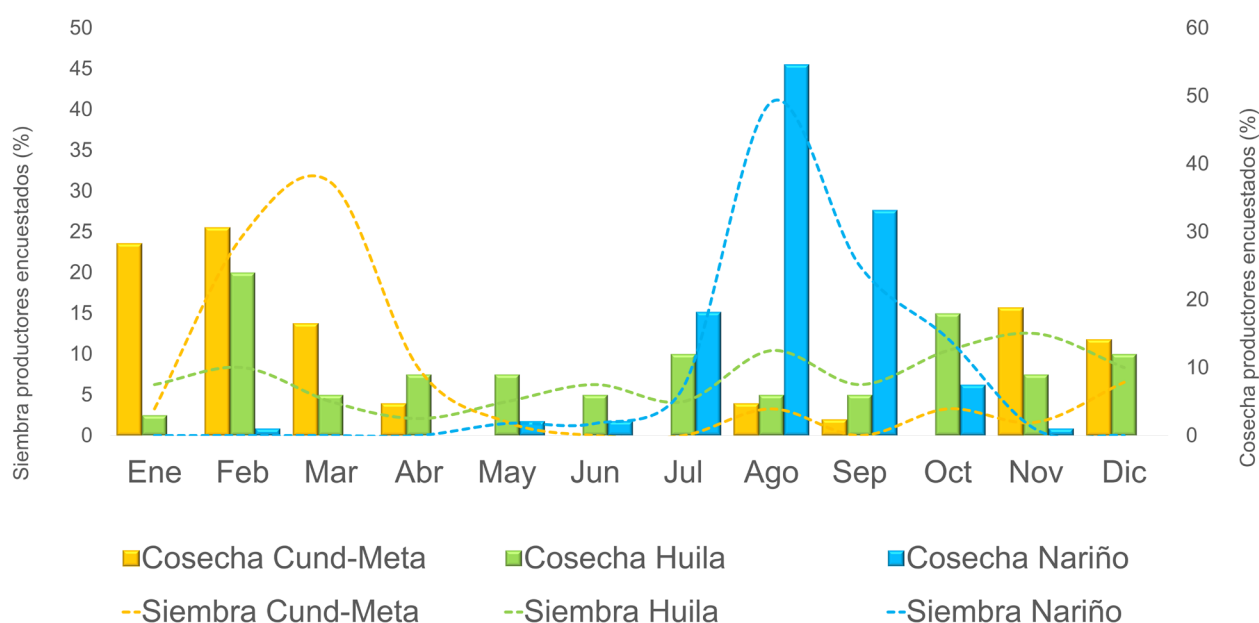


Figura 3. Meses de siembra y cosecha de 203 productores de achira encuestados en Huila, Nariño, Cundinamarca y Meta.

Figure 3. Planting and harvesting months of 203 edible cana producers surveyed in Huila, Nariño, Cundinamarca and Meta.

3.1.3. Características de la dimensión tecnológica de la extracción del almidón de achira

El proceso de extracción inicia con el transporte de la cosecha de rizomas, directamente relacionado con la existencia o tenencia de plantas de rallado: los productores con rallo propio pueden utilizar transporte animal o esfuerzo humano para trasladar los rizomas al sitio de extracción, mientras que otros deben transportarlos a plantas distantes, para lo cual usan vehículos automotores. En Huila y Cundinamarca-Meta predomina el transporte de rizomas por esfuerzo humano (60% y 39%, respectivamente), mientras que en Nariño el 66,7% utiliza vehículo automotor.

Más del 92% de los productores de todas las regiones realizan el rallado de forma mecanizada. En la Tabla 4 se presentan las características de las prácticas de extracción de almidón de achira identificadas en las que se aprecia una heterogeneidad importante entre las regiones. El pelado hace referencia a la práctica de limpiar las raíces del rizoma. El secado del almidón se realiza principalmente a cielo abierto, sobre plásticos en el suelo. Algunas UPA cuentan con espacios cubiertos que evitan la contaminación del producto. El almidón seco es cernido de forma manual con excepción de algunas UPA en donde esta actividad se realiza con máquinas de diseño propio.

El almacenamiento del almidón es una estrategia que el productor adopta para mitigar el efecto de la fluctuación de los precios en la economía de la finca, sin embargo, en muchas ocasiones la necesidad de generar ingresos no les permite sacar provecho de la baja perecibilidad del producto. En este sentido, el 17% de los productores encuestados no almacena almidón.

Sobre el uso de subproductos, Rodríguez et al. (2003) afirman que en este cultivo se producen casi 9 t ha⁻¹ de materia seca y su follaje tiene altos contenidos de proteína y fibra, una digestibilidad del 46%, alto valor calórico y significativos contenidos de potasio y fósforo; además, el afrecho (bagazo resultante del proceso de extracción de almidón) es utilizado como acondicionador de suelo, para compostaje y como sustrato para

la cría de lombriz roja californiana. Las UPA caracterizadas utilizan las hojas para reincorporarlas al suelo como cobertura, pero también se les aprovecha como envoltorio de preparaciones tradicionales, y en menor medida para la alimentación del ganado y otros animales de la finca. Finalmente, el almidón negro o mogolla es un residuo del lavado del almidón, que contiene fibras muy finas de los rizomas que son difíciles de separar. Este residuo es utilizado como abono, para alimentación de animales e incluso para consumo humano en preparaciones de bizcochos, colaciones o “carrumbas”, arepas dulces, mogollas, “champas”, panes y “panes de cemento”.

Tabla 4. Productores según sus las características del proceso de extracción de almidón de achira.
Table 4. Producers according to their characteristics of the achira starch extraction process.

Región	Pelado rizoma	Elementos lavado rizoma	Lavado manual rizoma	Tenencia rallo	Secado intemperie	Cernido manual almidón
Huila	32,5	100,0	92,5	82,5	28,0	100,0
Cundinamarca-Meta	100,0	98,0	51,0	29,4	75,0	80,4
Nariño	74,0	26,0	53,0	34,8	100,0	100,0

Comercialización. Los sistemas agroindustriales de achira están fuertemente integrados al mercado, predominando el valor mercantil del producto sobre su valor de uso. A pesar de eso, el almidón es un producto de gran arraigo en la dieta alimentaria de las tres regiones como se evidencia en los valores de autoconsumo (Tabla 5).

Tabla 5. Características de la comercialización de almidón y el autoconsumo de las UPAs de almidón de achira.
Table 5. Characteristics of starch commercialization and self-consumption edible cana starch APUs.

Características		Huila	Cundinamarca - Meta	Nariño
		Porcentaje (%)		
Comprador	Intermediarios	22,5	52,9	99,1
	Venta directa-Transformadores	62,5	9,8	0,0
	Venta directa-vecinos	0,0	9,8	0,0
	Asociación	10,0	0,0	0,0
	Sólo autoconsumo	5,0	27,5	0,9
Autoconsumo	No autoconsume	12,5	3,9	24,1
	<20 kg año ⁻¹	65,0	2,0	66,1
	20-63 kg año ⁻¹	17,5	47,1	7,1
	63-125 kg año ⁻¹	2,5	23,5	0,9
	<125 kg año ⁻¹	0,0	21,6	0,0

La cercanía de los productores del Huila con las empresas panificadoras de achira favorece que más de la mitad del almidón se comercialice de manera directa, contrario a lo que ocurre en Nariño y Cundinamarca-Meta, donde la mayor parte de la producción se comercializa por sistemas de intermediación.

3.2. Tipificación de unidades productivas de achira y almidón

La tipificación permite conocer la organización conceptual de la diversidad existente en la agricultura campesina (Tuesta Hidalgo et al., 2014) y se desarrolló por región debido a la alta heterogeneidad identificada principalmente en la participación del cultivo en el sistema finca, la forma de cosecha que determina factores de manejo de semilla y los esquemas de relacionamiento entre la fase de cosecha y el proceso de extracción de almidón. Cada tipología está relacionada con variables tanto de nivel tecnológico como de la estructura del sistema. Así mismo, a partir del análisis regional de frecuencias, algunas variables se excluyeron por su bajo poder discriminante (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de frecuencias por agrupaciones para tres regiones productoras de achira en Colombia.**Table 6.** Frequency analysis for groups in three edible cana producing regions in Colombia.

Región		Huila			Cundinamarca-Meta			Nariño		
Grupo- Clúster		I	II	III	I	II	III	I	II	III
Variable	Clase	n=13	n=23	n=3	n=24	n=10	n=17	n=39	n=45	n=27
Tenencia de la Tierra	Aparcero	7,69	0,0	0,0	4,17	0,0	0,0	46,15	0,0	18,52
	Asociación	0,0	0,0	0,0	4,17	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Propietario	92,31	78,26	75,0	91,67	100	76,47	51,28	100,0	77,78
	Arrendatario	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,65	2,56	0,0	3,7
	Sucesión o compañía	0,0	21,74	25,0	0,0	0,0	5,88	0,0	0,0	0,0
Experiencia en producción de achira	> 25 años	0,0	30,43	50,0	58,33	40,0	76,47	17,95	6,67	33,33
	15 - 25 años	38,46	21,74	25,0	20,83	30,0	11,76	2,56	11,11	18,52
	10 - 15 años	15,38	8,7	0,0	4,17	10,0	5,88	15,38	40,0	3,7
	5 - 10 años	23,08	17,39	0,0	16,67	20,0	0,0	28,21	42,22	29,63
	< 5 años	23,08	21,74	25,0	0,0	0,0	5,88	35,9	0,0	14,81
Tenencia de rallo	No	53,85	73,91	100,0	91,67	90,0	70,59	74,36	86,67	100,0
	Si	46,15	26,09	0,0	8,33	10,0	29,41	25,64	13,33	0,0
Compra semilla	No	100,0	78,26	25,0	91,67	80,0	94,12	74,36	91,11	74,07
	Si	0,0	21,74	75,0	8,33	20,0	5,88	25,64	8,89	25,93
Selecciona semilla	No	0,0	52,17	50,0	25,0	50,0	64,71	15,38	4,44	74,07
	Si	100,0	47,83	50,0	75,0	50,0	35,29	84,62	95,56	25,93
Desinfecta semilla	No	100,0	95,65	50,0	95,83	90,0	64,71		*	
	Si	0,0	4,35	50,0	4,17	10,0	35,29			
Preparación del suelo	Manual	61,54	91,3	100,0	79,17	90,0	5,88	43,59	55,56	59,26
	Mecanizado	38,46	8,7	0,0	20,83	10,0	76,47	2,56	4,44	14,81
	Tracción animal	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	17,65	53,85	40	25,93
Utiliza herbicidas	No	30,77	86,96	75,0	83,33	40,0	5,88	12,82	37,78	44,44
	Si	69,23	13,04	25,0	16,67	60,0	94,12	87,18	62,22	55,56
Tipo de fertilización	Ninguno	7,69	47,83	25,0	16,67	20,0	0,0			
	Orgánico	0,0	30,43	25,0	62,5	60,0	52,94		*	
	Químico	92,31	21,74	50,0	20,83	20,0	47,06			
Transporte de cosecha	Esfuerzo humano	23,08	91,3	0,0	79,17	0,0	5,88	10,26	35,56	22,22
	Transporte animal	61,54	8,7	0,0	20,83	0,0	70,59	5,13	11,11	14,81
	Vehículo mecanizado	15,38	0,0	100,0	0,0	100,0	23,53	84,62	53,33	62,96
Realiza pelado del rizoma	No	15,38	91,3	100,0				7,69	4,44	88,89
	Si	84,62	8,7	0,0		*		92,31	95,56	11,11
Lavado del rizoma	Manual	92,31	100,0	50,0	91,67	10,0	17,65	97,44	31,11	22,22
	Mecanizado	7,69	8,7	50,0	8,33	90,0	82,35	0,0	0,0	77,78
	No lava el rizoma	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,56	68,89	0,0
Rallado del rizoma	Manual	0,0	4,35	0,0		*		0,0	2,22	0,0
	Mecanizado	100	95,65	100,0				100	97,78	100
Secado del almidón	Intemperie sobre plástico	0,0	47,83	0,0	58,33	90,0	88,24			
	Invernadero plástico para otros cultivos	38,46	26,09	75,0	20,83	0,0	5,88		*	
	Invernadero plástico solo para el almidón	61,54	26,09	25,0	4,17	0,0	5,88			
	Otro espacio de la UPA	0,0	0,0	0,0	16,67	10,0	0,0			
Tipo de combustible	Diesel				20,83	60,0	100,0	0,0	0,0	0,0
	Electricidad		*		0,0	30,0	0,0	10,26	48,89	81,48
	Gasolina				70,83	10,0	0,0	89,74	51,11	18,52

*Variable excluida por bajo nivel discriminante en la región. / Variable excluded due to low discriminant value in the region.

3.2.1. Tipificación Huila

A partir del análisis de componentes principales se estableció que las primeras nueve dimensiones explican el 73% de la varianza acumulada de los datos. En cada vector se seleccionaron las variables o factores que mayor representatividad tienen entre cada segmento y se realizó el análisis clúster multivariante de naturaleza jerárquica (Figura 4). En este dendrograma, a menor distancia entre las unidades productivas hay mayor homogeneidad en las variables, generando una separación en tres grupos.

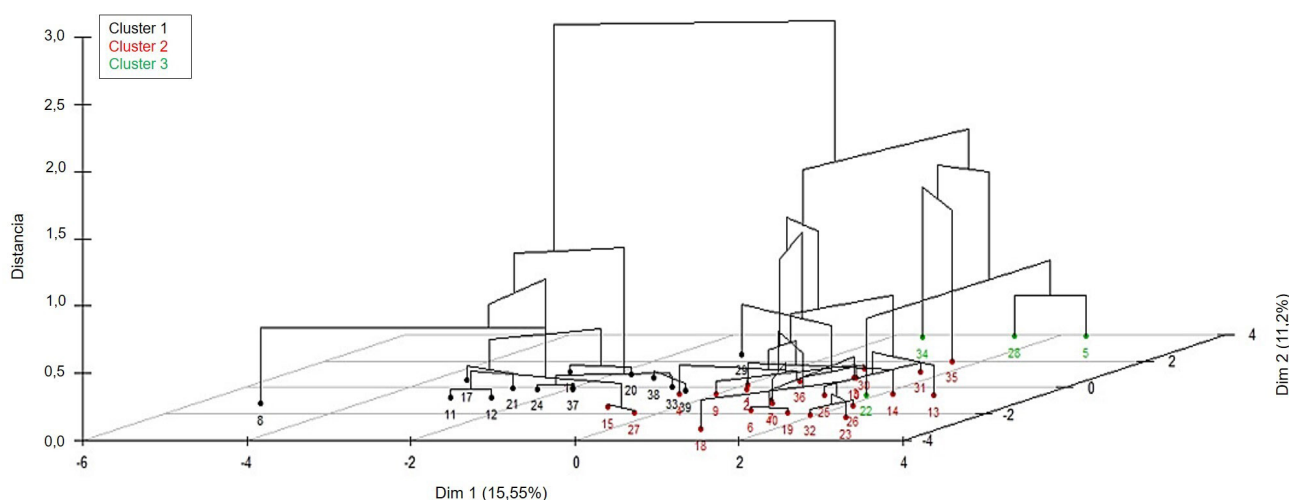


Figura 4. Análisis de clúster jerárquico del Huila.

Figure 4. Huila Municipality hierarchical cluster analysis.

Las características de los grupos formados por las frecuencias de las variables en el Huila son:

- **Grupo I - Productores con menor nivel de tecnificación:** Conformado por 13 UPA, el 54% de las cuales se encuentra en el municipio de Isnos. Tienen un área total media de $0,44 \text{ ha}^{-1}$ y una participación en achira promedio del 15,35% (CV 73,94). Este tipo de productor se caracteriza por realizar la preparación de suelo principalmente de forma manual, no compra ni desinfecta, pero sí selecciona la semilla, fertiliza principalmente con insumos de origen químico y utiliza herbicidas en una importante porción de las UPA (70%). El transporte de la cosecha se realiza principalmente por tracción animal y se realiza el pelado y el lavado manual del rizoma.
- **Grupo II- Productores con nivel de tecnificación intermedia:** Conformado por 23 UPA con un área media de $0,33 \text{ ha}^{-1}$ y una participación media de achira del 21,48% (CV 99,16). El 65% de las fincas se encuentra en el municipio de Isnos, especialmente en la vereda San Vicente. Caracterizadas por realizar desinfección de semilla y preparar el suelo de forma manual, la mitad de las UPA no fertiliza, la cuarta parte realiza fertilización química y una gran proporción utiliza herbicidas. El transporte de la cosecha es principalmente mediante esfuerzo humano y se realiza el pelado manual del rizoma. El lavado del rizoma es manual y el 48% seca el almidón a la intemperie sobre plásticos.
- **Grupo III- Productores con mayor nivel de tecnificación:** Conformado por cuatro UPA con un promedio de área de $1,28 \text{ ha}^{-1}$ y una participación media de achira del 16,4% ubicadas de forma proporcional en los municipios de Isnos y San Agustín. Las características destacadas son preparación del suelo manual, la mitad de las UPA selecciona y desinfecta la semilla y el 75% de las UPA utiliza herbicidas. El transporte de la cosecha es exclusivamente en vehículo automotor, todas las UPA pelan el rizoma, el lavado del rizoma es tanto manual como mecanizado y disponen de infraestructura para secar el almidón.

3.2.2. Tipificación Cundinamarca-Meta

Se identificaron 11 dimensiones que explican el 73% de la variabilidad de los datos. En la Figura 5 se presenta el análisis de clúster jerárquico.

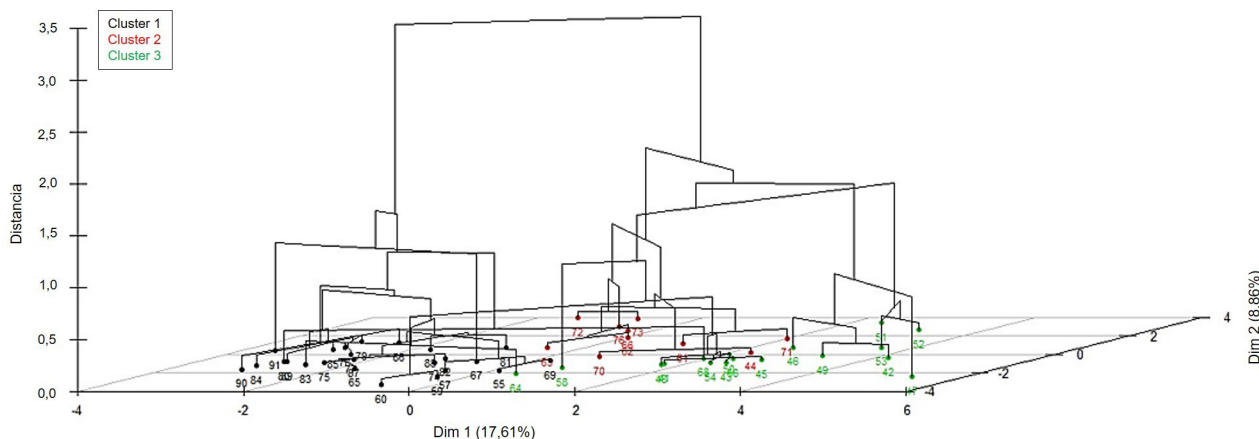


Figura 5. Análisis de clúster jerárquico de Cundinamarca-Meta.

Figure 5. Cundinamarca-Meta Municipality hierarchical cluster analysis,

La variable “cernido de almidón” fue discriminante de forma exclusiva para esta región debido a la existencia de máquinas de diseño artesanal para realizar este proceso. Las características de cada grupo son:

- **Grupo I- Productores con menor nivel de tecnificación:** Ubicadas principalmente en los municipios de San Juanito y El Calvario, se trata de 24 UPAs con promedios de áreas totales en achira de $0,33 \text{ ha}^{-1}$ y una participación media del cultivo en el área total del 24,5 % (CV 117,34). Realizan manualmente la preparación del suelo, no utilizan herbicidas y en el 75 % de las UPAs se realiza selección de semilla. El transporte de la cosecha se realiza principalmente con esfuerzo humano y tracción animal, el 90 % de las UPAs no tiene rallo propio y realiza el lavado del rizoma y el cernido del almidón de forma manual.
- **Grupo II- Productores con nivel de tecnificación intermedia:** Con un área media en achira de $0,47 \text{ ha}^{-1}$ y una participación de esta especie en el 68% del área de la finca, este clúster está conformado por 10 UPA ubicadas principalmente en los municipios de Fómeque y El Calvario. Un 90% de estos productores prepara el suelo de forma manual, utiliza herbicidas en un 60% de los casos y no realiza desinfección de la semilla. En todos los casos transportan la cosecha en vehículo automotor dada la lejanía de la planta de rallado en donde el lavado del rizoma se realiza mecánicamente.
- **Grupo III- Productores con mayor nivel de tecnificación:** Este clúster corresponde a 17 fincas ubicadas en Quetame, Fosca y Guayabetal con un área promedio de $1,8 \text{ ha}^{-1}$ y una participación media de achira del 49%. Son el grupo de productores con mayor experiencia en el sistema. La preparación del suelo es principalmente mecanizada, utilizan herbicidas y fertilizantes en todos los casos ya sean orgánicos o de síntesis química. En su mayoría (64%) selecciona y desinfecta la semilla y lava el rizoma de forma mecanizada (82%). Transportan la cosecha principalmente por tracción animal (70%) considerando la cercanía de las plantas de rallado y que es el clúster con mayor proporción de tenencia de rallo.

3.2.3. Tipificación Nariño

Para la tipificación de Nariño se utilizaron 10 dimensiones que explican el 70% de la variabilidad de los datos. El análisis de clúster se detalla en la Figura 6. Solo para esta región la variable método de cosecha fue discriminante.

Las características de cada grupo son:

- **Grupo I- Productores con menor nivel de tecnificación:** Conformado por 39 UPA con un promedio de área sembrada de achira de $1,71 \text{ ha}^{-1}$. Las fincas están ubicadas principalmente en las veredas Tajumbina, Cofradía, La Cañada y Escandoy de La Cruz. En su mayoría son productores con menos de 15 años de experiencia que dedican más del 90% de su área total al cultivo de achira. Compran y seleccionan la semilla y utilizan herbicidas. El 92% cosecha por raleo y pela el rizoma. No tienen rallo propio, por lo que el transporte de la cosecha se realiza con vehículo automotor y el lavado del rizoma se realiza de forma manual.
- **Grupo II- Productores con nivel de tecnificación intermedia:** Constituido por 45 UPA con un área promedio de achira de $0,77 \text{ ha}^{-1}$ y una participación del cultivo sobre el área de la finca del 79%. El 80%

de los productores tiene menos de 10 años de experiencia en el cultivo y son propietarios en su totalidad. En una proporción cercana al 60% de las UPA realiza cosecha por raleo, razón por la cual la compra de semilla está por debajo del 9%. El 95% de los productores pela el rizoma y selecciona la semilla, la mayoría no lava el rizoma y el 31% restante lo lava de forma manual. La mayoría no tiene rallo y transporta la cosecha en vehículo automotor.

- **Grupo III- Productores con mayor nivel de tecnificación:** Este grupo está constituido por 27 UPA con un promedio de área en achira de 1,2 ha⁻¹ y una participación del cultivo en el total del área del 60,7%, la menor de los tres clústeres, ubicadas principalmente en La Cofradía, San Francisco y Campoalegre. Son UPA en las que la mayoría son propietarios, pero no tienen rallo y no seleccionan la semilla (84%). No pelan el rizoma y lo lavan principalmente de forma mecanizada. El método de transporte de cosecha también es principalmente en vehículo automotor, pero está uniformemente distribuido entre tracción animal y esfuerzo humano.

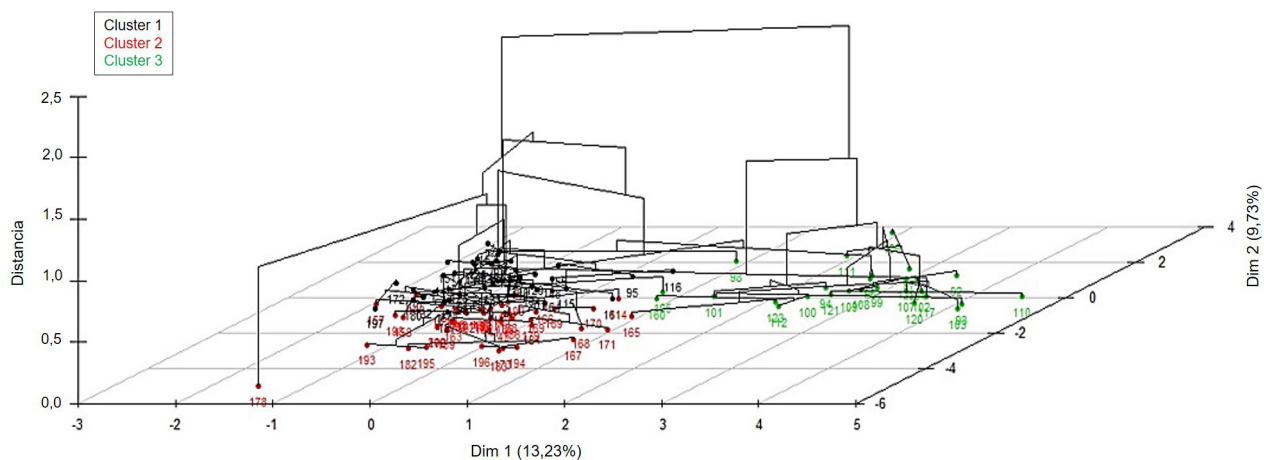


Figura 6. Análisis de clúster jerárquico de Nariño.

Figure 6. Nariño Municipality hierarchical cluster analysis.

4. Discusión

El esquema productivo de la achira, según las características definidas, está en el marco de la agricultura familiar que tiene la función tanto de producir bienes y servicios, como la de generar los ingresos que permiten su reproducción, así, la familia tiene un valor simbólico y es el eje primordial de referencia y significación (Acevedo Osorio y Martínez Collazos, 2016; Forero Álvarez, 2002). En este contexto, la diversificación de ingresos característica de la agricultura familiar disminuye la vulnerabilidad económica (Acevedo Osorio y Martínez Collazos, 2016; Kaur et al., 2021) y contribuye a que se conserve la tradición productiva de la achira más allá de la racionalidad económica. En las UPA evaluadas se evidenciaron diferentes mecanismos como el cultivo de diversas especies vegetales, la cría de animales, la comercialización de subproductos de la ganadería, el trabajo por jornal, la prestación de los servicios de extracción del almidón de achira y el transporte de cosechas. Sin embargo, Nariño presenta una mayor participación del cultivo de achira, a pesar de que se cuenta con una menor experiencia en su producción, lo cual se debe en gran parte al apreciable incremento de la demanda de almidón nariñense por parte de las empresas productoras del bizcocho de achira del sur de Huila. En contraste, en las regiones de Cundinamarca-Meta y de Huila, se evidenció una mayor diversificación de fuentes de ingreso, en actividades agrícolas como café y frutales en el caso de Huila y no agrícolas en el caso de Cundinamarca, especialmente, por el trabajo y los servicios demandados en la ampliación de la vía que conduce de Bogotá a Villavicencio.

Para Tito Velarde y Wanderley (2021), todas las unidades campesinas son de producción y consumo, sin embargo, el autoconsumo de almidón de achira evidencia heterogeneidad entre las tres regiones productoras con una tradición de uso en las regiones de Cundinamarca-Meta y Huila, mientras que, en la región de Nariño, aun siendo en la actualidad la mayor productora, el autoconsumo de achira es mínimo.

A nivel de la tecnología de cultivo, se confirma que la producción de almidón de achira es básicamente

convencional, como lo definen Vasquez y Vignolles (2015), con sistemas de monocultivo, incorporación calendarizada de fertilizantes de síntesis química y plaguicidas en respuesta a la percepción de pérdida de fertilidad del suelo y la incidencia de nuevas plagas y enfermedades de difícil manejo. Por su parte, la tecnología de proceso corresponde a agroindustrias rurales con utilización de equipos y herramientas convencionales, que han introducido la mecanización para facilitar, ante todo, las operaciones que más demandan esfuerzo físico, como son el rallado de rizomas y la separación del almidón de la masa rallada. Los desarrollos en mecanización generalmente han correspondido a la inventiva local y se han mejorado en términos de su operación mediante proyectos de investigación. Esta tendencia general del sistema agroindustrial se convierte en una oportunidad de trabajo en la búsqueda de innovaciones tecnológicas que prioricen el conocimiento del sistema socioecológico en la toma de las decisiones de manejo.

En cuanto a la comercialización, la alta intermediación evidenciada convierte a los productores, según Díaz del Castillo (2013) en tomadores del menor precio, con escaso poder de negociación impactando negativamente su nivel de ingresos, porque mientras los costos de producción se incrementan, el precio del producto final disminuye. Estrategias como el establecimiento de circuitos cortos de comercialización (Furnaro et al., 2015) o el fortalecimiento de las estrategias de asociatividad pueden incluirse en la agenda de investigación y de asistencia técnica de entidades gubernamentales, buscando hacer frente a esta situación de vulnerabilidad de los productores.

La tipificación permite definir el potencial para mejorar los sistemas productivos (Tuesta Hidalgo et al., 2014; Vélez Izquierdo et al., 2016). Estudios relacionados con la adopción de tecnologías como herramientas electrónicas de apoyo a la toma de decisiones y agricultura de precisión, están estrechamente ligadas al tamaño de finca, a la experiencia en el sistema productivo, a la edad del jefe de hogar y al nivel de formación académica de sus integrantes (Lambert et al., 2014; Paustian y Theuvsen, 2017). Por lo anterior, es importante considerar que, si bien la experiencia del productor de achira es amplia en la mayoría de las regiones, las áreas sembradas son microfundios o minifundios y la probabilidad de adopción de tecnologías con elevados costos de implementación es menor, lo que demanda un esfuerzo adicional en el desarrollo y la adaptación de innovaciones más económicas y sencillas.

Según Kumar et al. (2019), las granjas familiares han sido tradicionalmente clasificadas en función del tamaño de la propiedad: agricultor marginal, pequeño, semi-mediano, mediano-alto y grande, es por eso que el proceso de caracterización desde un enfoque de sistema agrícola integrado complementa el estudio de los sistemas agroindustriales en cuanto a las estrategias utilizadas por las UPA en prácticas mejoradas de cultivo, diversificación de ingresos, cría de especies menores, reutilización de residuos y aumento informado en los ingresos y en general la estructura socio-ecológica de la finca, el sistema de toma de decisiones de los productores y su disponibilidad de recursos (Kaur et al., 2021).

En los lineamientos de política colombiana ACFC (Resolución N° 464) se entiende la agricultura campesina familiar y comunitaria como un sistema de producción y organización gestionado y operado por familias y comunidades campesinas, que desarrollan principalmente actividades de producción, transformación y comercialización de bienes agropecuarios y que frecuentemente se complementan con actividades no agropecuarias. La diversificación de actividades y medios de vida se realiza predominantemente a través de la gestión y el trabajo familiar, aunque también puede emplearse mano de obra contratada. El territorio y los actores que gestionan este sistema están estrechamente vinculados y co-evolucionan combinando funciones económicas, sociales, ecológicas, políticas y culturales. Dadas las anteriores características, la mayor parte de las unidades productoras de achira y su almidón, independientemente de la tipología a las que pertenecen corresponden a este concepto, pues producen y transforman los rizomas en almidón, bajo condiciones de pequeña escala, con alto uso de mano de obra familiar, con preparación y autoconsumo de alimentos autóctonos y una alta dependencia de sus ingresos de la venta del almidón en el mercado.

5. Conclusiones

La caracterización de las UPA de achira confirma la predominancia de los esquemas de agricultura familiar con manejo convencional de los cultivos que implica una marcada aplicación de insumos externos al sistema de acuerdo con lo establecido por calendario tanto a nivel de aplicación de fertilizantes inorgánicos, como de control químico de plagas, labranza intensiva y monocultivo.

El proceso de extracción de almidón presenta características diferenciales a nivel regional influenciadas

por la proximidad geográfica en Nariño y la alta dispersión en Cundinamarca-Meta y Huila, que por la cercanía a los centros de rallado del rizoma determinan el tipo y costo de transporte y en algunos casos los periodos de cosecha directamente relacionados con el precio del producto final.

El uso de técnicas de análisis multivariado permitió identificar tres tipos de productores de acuerdo con su nivel de tecnificación de forma independiente para las tres regiones productoras caracterizadas con predominancia de niveles tecnológicos intermedios en Nariño y Huila y menores en Cundinamarca – Meta.

6. Recomendaciones

Ante la predominancia del modelo agrícola convencional se requieren trabajos que exploren la relación del sistema agroindustrial con el ecosistema y las estrategias para el rescate de prácticas agronómicas más sostenibles como la asociación y rotación de otras especies con la achira, la fertilización orgánica, los sistemas integrales de producción de semilla de calidad, la cosecha por entresaque, la reincorporación de biomasa aérea residual de cosecha o el compostaje de residuos de la extracción, que hacen parte del conocimiento local de las comunidades. Aunadas a estas prácticas se puede experimentar el microriego, la fertilización biológica con micorrizas, el manejo cultural y biológico de insectos plaga, enfermedades y arvenses, tecnologías de fácil implementación, que no impliquen una salida significativa de recursos de la UPA para su adquisición y que no impactan significativamente los recursos naturales y el ambiente.

Las características diferenciales en los procesos de extracción entre regiones demandan espacios de interacción que exploren alternativas para dinamizar su economía haciendo uso de los activos sociales y culturales existentes, así como de la tradición productiva y el saber hacer. Dada la pequeña escala de la producción agrícola, para la extracción del almidón se deben establecer plantas de procesamiento de mayor escala, que permitan reducir el consumo de agua, energía y los costos de producción. Para esto, se requiere una transformación en los modelos de negocio entre cultivadores y procesadores o la generación de modelos asociativos de productores agrícolas para el establecimiento de dichas plantas de proceso.

La tipificación resultante es un insumo para que otros actores de la cadena como grupos de investigación y tomadores de decisión a nivel de política pública puedan diseñar intervenciones diferenciadas en procura de la mejora de la calidad de vida de quienes dependen de esta frágil agroindustria rural.

Agradecimientos

Los autores agradecen a los productores de achira que permitieron el acceso a su información, al Ingeniero Lindolfo Galeano Cupita por el apoyo en la colección de datos y al equipo técnico - administrativo de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA por el apoyo en adquisiciones y revisiones anónimas del manuscrito.

Financiamiento

Este trabajo se desarrolló en el marco del proyecto Análisis socioeconómico de la cadena de valor de la agroindustria de la achira o sagú (*Canna edulis* Ker- Gawler) financiado por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR] de Colombia.

Contribuciones de los autores

- Lorena Mojica-Ramos: conceptualización (de apoyo), análisis formal (de apoyo), investigación (principal), administración del proyecto (de apoyo), supervisión (principal), visualización (principal), redacción – revisión y edición (principal).
- Gonzalo Alfredo Rodríguez-Borray: conceptualización (principal), adquisición de fondos, administración del proyecto (principal), supervisión (de apoyo), redacción – revisión y edición (de apoyo).
- José Luis Tauta-Muñoz: curación de datos (principal), análisis formal (principal), investigación (de apo-

yo), metodología, visualización (de apoyo), redacción – revisión y edición (de apoyo).

- Andrea Johana Reyes-Medina: curación de datos (de apoyo), redacción – borrador original (de apoyo).
- Belisario Volverás-Mambuscay: investigación (de apoyo), redacción – revisión y edición (de apoyo).
- Juan Fernando López-Rendón: curación de datos (de apoyo), investigación, revisión y edición.
- José Manuel Campo-Quesada: investigación (de apoyo), redacción – revisión y edición (de apoyo).
- Johanna Paola Garnica-Montaña: curación de datos (de apoyo), investigación (de apoyo), redacción – revisión y edición (de apoyo).
- Pablo Fernando Ramos-Calderón: investigación (de apoyo), redacción – revisión y edición (de apoyo).

Implicaciones éticas

Los autores declaran que en el levantamiento de Información mediante encuestas a las 203 personas participantes fueron informadas sobre la política de tratamiento de información y datos personales de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – AGROSAVIA, disponible en <https://www.agrosavia.co/media/3620/politicas-para-la-proteccion-de-datos-personales-2019.pdf>. Sin embargo, la base de datos se anonimizó para efectos del análisis y redacción del manuscrito. En evidencia del cumplimiento de esta política, se obtuvo el aval del Comité de Ética de la Investigación de Agrosavia (CEIA) en agosto de 2024.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés financieros o no financieros que podrían haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Referencias

- Acevedo Osorio, Á., y Martínez Collazos, J. (comps.). (2016). *La agricultura familiar en Colombia. Estudios de caso desde la multifuncionalidad y su aporte a la paz*. Ediciones Universidad Cooperativa de Colombia - Corporación Universitaria Minuto de Dios - Agrosolidaria <https://doi.org/10.16925/9789587600476>
- Algar, A. F. C., Umali, A. B., y Tayobong, R. R. P. (2019). Physicochemical and functional properties of starch from Philippine edible canna (*Canna indica* L.) rhizomes. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 9(1), 34-37. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2019.9.1.34-37>
- Amadu, F. O., McNamara, P. E., y Miller, D. C. (2020). Understanding the adoption of climate-smart agriculture: A farm-level typology with empirical evidence from southern Malawi. *World Development*, 126, 104692. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2019.104692>
- Berre, D., Baudron, F., Kassie, M., Craufurd, P., y Lopez-Ridaura, S. (2019). Different ways to cut a cake: Comparing expert-based and statistical typologies to target sustainable intensification technologies, a case-study in Southern Ethiopia. *Experimental Agriculture*, 55(S1), 191-207. <https://doi.org/10.1017/S0014479716000727>
- Caicedo Diaz, G. E., Roza Wilches, L. S., y Rengifo Benítez, G. (2003). *La achira: Alternativa agroindustrial para áreas de economía campesina*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA]. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/13024>
- Carrera, J. (2006). Cultivando la achira. *Revista Allpa La Voz de La Tierra*, (2), 13-16. https://www.rapaluruquay.org/sitio_1/organicos/articulos/Cultivando_Achira.pdf
- Collier, D., LaPorte, J., y Seawright, J. (2012). Putting typologies to work: Concept formation, measurement, and analytic rigor. *Political Research Quarterly*, 65(1), 207-232. <https://doi.org/10.1177/1065912912437162>
- Díaz del Castillo, J. F. C. (2013). La intermediación como un impedimento al desarrollo del pequeño productor de Medellín. *Ciencia & Tecnología Agropecuaria*, 14(1), 27-32. https://doi.org/10.21930/rcta.vol14_num1_art:264
- Forero Álvarez, J. (2002). Elementos conceptuales para el estudio integrado de sistemas de producción familiares rurales. En N. A. Castillo Rodríguez, y D. C. Hernández Cruz (eds.), *Sistemas de producción rurales en la Región Andina colombiana : análisis de su viabilidad económica, ambiental y cultural* (pp.

- 23-55). Pontificia Universidad Javeriana, Colciencias.
- Furnaro, A., Ramírez, E., Eguillor, P., Laval, E., Acuña, D., Sotomayor, N., Jiménez, J., Namdar-Irani, M., Peñailillo, L., Vidal, J., Guido Acuña, J., Pérez, S., Danessi, R., Saa, C., Gajardo, I., Miranda, M., Baracatt, K., y Urzúa, Á. (2015). *Cómo vender en circuitos cortos. Desafíos y oportunidades para la agricultura familiar campesina*. Serie Manuales y Cursos, N°4. Rimisp. http://rimisp.org/wp-content/files_mf/1448285606manual_circuitos_cortos.pdf
- Hermann, M., Quynh, N. K., y Peters, D. (1999). Reappraisal of *Edible canna* as a high-value starch crop in Vietnam. En *Impact on a changing world. Program Report 1997-1998* (pp. 415-424). International Potato Center. <https://hdl.handle.net/10568/109460>
- Imai, K. (2011). *Edible canna* - A valuable plant resource from the Andean region. *Japanese Journal of Crop Science*, 80(2), 145-156. <https://doi.org/10.1626/jcs.80.145>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (2012). Atlas de la distribución de la propiedad rural en Colombia. IGAC.
- Kaur, J., Prusty, A. K., Ravisankar, N., Panwar, A. S., Shamim, M., Walia, S. S., Chatterjee, S., Pasha, M. L., Babu, S., Jat, M. L., López-Ridaura, S., Groot, J. C. J., Toorop, R. A., Barba-Escoto, L., Noopur, K., y Kashyap, P. (2021). Farm typology for planning targeted farming systems interventions for smallholders in Indo-Gangetic Plains of India. *Scientific Reports*, 11, 20978. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-00372-w>
- Kumar, S., Craufurd, P., Hailelassie, A., Ramilan, T., Rathore, A., y Whitbread, A. (2019). Farm typology analysis and technology assessment: An application in an arid region of South Asia. *Land Use Policy*, 88, 104149. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104149>
- Lambert, D. M., English, B. C., Harper, D. C., Larkin, S. L., Larson, J. A., Mooney, D. F., Roberts, R. K., Velandia, M., y Reeves, J. M. (2014). Adoption and frequency of precision soil testing in cotton production. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 39(1), 106-123. <https://jareonline.org/articles/adoption-and-frequency-of-precision-soil-testing-in-cotton-production/>
- López-Roldán, P., y Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Universitat Autònoma de Barcelona. <http://ddd.uab.cat/record/129382>
- Martín, T., Penagos, A. M., Ramírez, J. M., Bateman, A., Díaz, Y., Satizábal, S., y Espinoza, A. (2018). *Tipología de Subregiones Funcionales para Colombia partir de la OCDE: metodología y resultados*. Centro Latinoamericano para el Desarrollo Rural [RIMISP]. <https://rimisp.org/tipologia-de-subregiones-funcionales-para-colombia-partir-de-la-ocde-metodologia-y-resultados/>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2019). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales [EVA]*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. https://upra.gov.co/es-co/Paginas/eva_2019.aspx
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2023). *Evaluaciones Agropecuarias Municipales [EVA]*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria [UPRA]. https://upra.gov.co/es-co/Paginas/eva_2023.aspx
- Morales Rodríguez, R. (1969). Características físicas, químicas y organolépticas del almidón de “achira” (*Canna edulis* Ker var.). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, XIII(51), 357-370. https://www.accefyn.com/revista/Volumen_13/51/357-370.pdf
- Paustian, M., y Theuvsen, L. (2017). Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. *Precision Agriculture*, 18(5), 701-716. <https://doi.org/10.1007/s11119-016-9482-5>
- Perasso Cerda, P., Santana Acevedo, F., y Ugarte Johnson, A. (2019). *Propuesta metodológica para la construcción de una tipología de territorios rurales en Chile. Informe final*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias del Ministerio de Agricultura, Gobierno de Chile. <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/handle/20.500.12650/70204>
- Praseptiangga, D., Tryas, A. A., Affandi, D. R., Atmaka, W., Ariyantoro, A. R., y Minardi, S. (2018). Physical and chemical characterization of composite flour from canna flour (*Canna edulis*) and lima bean flour (*Phaseolus lunatus*). *AIP Conference Proceedings*, 1927(1), 030020. <https://doi.org/10.1063/1.5021213>
- Puncha-arnon, S., Puttanlek, C., Rungsardthong, V., Pathipanawat, W., y Uttapap, D. (2007). Changes in physicochemical properties and morphology of canna starches during rhizomal development. *Carbohydrate Polymers*, 70(2), 206-217. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2007.03.020>
- Resolución N° 23115 que declara la protección de la denominación de origen Bizcocho de Achira del Huila. 20 de abril de 2012 (Colombia) <https://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Denominacion%20de%20>

Origen/biscocho_de_achira.pdf

- Resolución N° 464. Lineamientos estratégicos de política pública para la Agricultura Campesina, Familiar y Comunitaria y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial N° 50.505, 12 de febrero de 2018 (Colombia). <https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC173052/>
- Rodríguez, G., García, H. R., Camacho, J. H., Rivera, J. J., Caicedo, G., Torres, L. J., Sánchez, C., de la Torre, F., García, C., y Rivera, E. (2003). Concepción de un modelo de agroindustria rural para la elaboración de harina y almidón a partir de raíces y tubérculos promisorios, con énfasis en los casos de achira (*Canna edulis*), arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*) y ñame (*Dioscorea sp.*). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [CORPOICA]. <https://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3743/>
- Spiegel, M., y Stephens, L. (2009). *Estadística* (4ª ed.). McGraw Hill. <https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/61353>
- Tito Velarde, C., y Wanderley, F. (2021). *Contribución de la agricultura familiar campesina indígena a la producción y consumo de alimentos en Bolivia*. Centro de Investigación y Promoción del Campesinado e Instituto de Investigaciones Socio-Económicas de la Universidad Católica Boliviana. https://cipca.org.bo/skin/download.php?doc=247_cuaderno-91ok-comprimido.pdf&uid=247
- Tuesta Hidalgo, O., Julca Otiniano, A., Borjas Ventura, R., Rodríguez Quispe, P., y Santistevan Méndez, M. (2014). Tipología de fincas cacaoteras en la subcuenca media del río Huayabamba, distrito de Huicungo (San Martín, Perú). *Ecología Aplicada*, 13(1-2), 71-78. <https://doi.org/10.21704/rea.v13i1-2.457>
- Vasquez, P., y Vignolles, M. (2015). Establecimiento agroproductivo ecológico vs. agricultura convencional: partido de Tandil, provincia de Buenos Aires. *Sociedade & Natureza*, 27(2), 267–280 <https://doi.org/10.1590/1982-451320150206>
- Vélez Izquierdo, A., Espinosa García, J. A., Amaro Gutiérrez, R., y Arechavaleta Velasco, M. E. (2016). Tipología y caracterización de apicultores del estado de Morelos, México. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 7(4), 507–524. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v7i4.4279>
- Zhu, Q., Cai, L., Li, H., Zhang, Y., Su, W., y Zhou, Q. (2020). The complete chloroplast genome sequence of the *Canna edulis* Ker Gawl. (Cannaceae). *Mitochondrial DNA Part B*, 5(3), 2427-2428. <https://doi.org/10.1080/23802359.2020.1775512>