

**Clasificación de Sistemas de Producción Agropecuarios en la Cuenca del Río Chucurí,
Municipio de Betulia Santander, Mediante Métodos Estadísticos Multivariados**

Andrés Julián Rueda Quecho

Trabajo de grado para optar por el título de Especialista en Estadística

Directora

Tulia Esther Rivera Flórez

MSc En Estadística

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias

Escuela de Matemáticas

Especialización en Estadística

Bucaramanga

2018

Agradecimientos

Agradezco profundamente la elaboración de este trabajo a la profesora Tulia Esther Rivera, por todas las indicaciones, recomendaciones y correcciones realizadas en el transcurso de la tutoría. A la Fundación Natura, especialmente a todos los integrantes del Proyecto de Monitoreo Climático, que con su actitud me ayudaron a resolver cuantiosas dificultades, técnicas y logísticas, que se presentaron en el camino.

A los profesores de la Especialización que con su sapiencia me indicaron el camino conceptual a seguir; y a mis compañeros de clase, en los cuales encontré camaradería y amabilidad.

Pero especialmente les agradezco a mi familia; a mi esposa Zaira Milena Prada y a mi hija Maria Fernanda Rueda Prada por ser tan comprensibles en la distribución del tiempo en este año y medio. A mi mamá Edilia Quecho, a mi papá Pablo Rueda, por haberme enseñado los valores que formaron mi personalidad, y a todas las personas que de alguna manera aportaron un granito de arena en la construcción de ésta investigación.

Dedicatoria

“Dedico este trabajo a mi hija Maria Fernanda Rueda Prada por ser la luz de mi vida, el motivo de todos mis esfuerzos, esa persona tan especial que llena de sentido mi existir, y me da las fuerzas necesarias para seguir cosechando éxitos. A mí esposa por ser el sostén de mi hogar, y esa compañía incondicional en la buenas y en las malas”.

Contenido

	Pág.
Introducción	13
1. Justificación.....	15
2. Antecedentes	18
3. Objetivos	24
3.1 Objetivo General	24
3.2 Objetivos específicos.....	24
4. Marco Conceptual	25
4.1 Métodos Estadísticos.....	25
4.1.1 Análisis de Componentes Principales.	25
4.1.2 Análisis de conglomerados o Clúster.	29
5. Metodología	33
5.1 Descripción de la muestra	33
5.2 Etapas del análisis	34
5.3 Análisis descriptivo de los datos del censo	34
5.4 Análisis descriptivo de las variables al interior de cada vereda.....	34
5.4.1 Vereda Sogamoso.....	34

5.4.2 Vereda Peña Morada.	36
5.4.3 Vereda San Mateo.	38
5.4.4 Vereda la Armenia.	39
5.5 Análisis descriptivo comparativo entre cada una de las veredas.	41
5.5.1 Altura sobre el nivel del mar.	41
5.5.2 Área total y porcentaje agrícola de la finca.	42
5.5.3 Productividad por hectárea, incidencia de enfermedades y mano de obra.....	43
5.6 Selección de variables por medio del coeficiente de variación.....	44
5.7 Selección de variables por medio de la matriz de correlación	46
5.7.1 Análisis de la matriz de correlaciones.	47
5.8 Ejecución y Análisis de componentes Principales (ACP).....	48
5.8.1 Test de esfericidad de Bartlett y el KMO (Kaiser, Meyer y Olkin).	48
5.8.2 Selección de los factores.	49
5.8.3 Análisis de la matriz factorial.....	50
5.9 Ejecución y Análisis de conglomerados (AC).	53
5.9.1 Elección de variables.....	54
5.9.2 Elección de la medida de asociación.....	54
5.9.3 Elección de la técnica Clúster.	54
6. Resultados	55
6.1 Descripción de los tipos de sistemas de producción encontrados	55
6.1.1 Tipo 1. “Sistemas ganaderos-cacaoteros de mediana extensión”.	56
6.1.2 Tipo 2. “Sistemas cacaoteros tradicionales de economía campesina”.	57
6.1.3 Tipo 3. “Sistemas agropecuarios de alta tecnología”.	59
6.1.4 Tipo 4. “Sistemas agrícola –ganaderos de baja tecnología”.	60

6.1.5 Tipo 5. “Sistema agropecuario con potencial de conservación”62

7. Conclusiones65

Referencias Bibliográficas68

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Descripción de las variables incluidas en el estudio	33
Tabla 2. Resultados descriptivos vereda Sogamoso.....	35
Tabla 3. Resultados descriptivos vereda Peña Morada.	37
Tabla 4. Resultados descriptivos vereda San Mateo.	38
Tabla 5. Resultados descriptivos vereda La Armenia.	40
Tabla 6. Variación de las variables en estudio descrita a través de su coeficiente de variación.	45
Tabla 7. Variables excluidas del análisis.	47
Tabla 8. Matriz factorial con el respectivo peso por componente.	50
Tabla 9. Tipos de clúster encontrados en la clasificación	55
Tabla 10. Tipo 1 Sistemas cacaoteros-ganaderos de mediana extensión.....	56
Tabla 11. Tipo 2. Sistemas cacaoteros tradicionales de economía campesina	58
Tabla 12. Tipo 3. “Sistema agropecuario de alta tecnología”	59
Tabla 13. Tipo 4. Sistemas agrícola –ganaderos de baja tecnología.....	61
Tabla 14. Tipo 5. “Sistema agropecuario con potencial de conservación”	63

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Ubicación de la zona de estudio	16
Figura 2. Etapas metodológicas para el análisis de los sistemas de producción	34
Figura 3. BoxPlot para la altura sobre el nivel del mar entre veredas.....	41
Figura 4. BoxPlot del área total y agrícola de la finca entre veredas	42
Figura 5. BoxPlot de la productividad, la incidencia y la mano de obra de las fincas entre veredas.....	44
Figura 6. Matriz de correlación de las variables en estudio	46
Figura 7. Nueva matriz de correlación con variables finales	48
Figura 8. Gráfico de los componentes principales (CP).....	52
Figura 9. Dendrograma con los clúster encontrados	55
Figura 10. BoxPlot con el comparativo por variable y tipo de sistemas de producción encontrado	64

Resumen

Título: Clasificación de Sistemas de Producción Agropecuarios en la Cuenca del Río Chucurí, Municipio de Betulia Santander, Mediante Métodos Estadísticos Multivariados.*

Autor: Andrés Julián Rueda Quecho**

Palabras Clave: Sistemas Productivos, Tipificación, Análisis Multivariante.

Descripción:

El objeto del presente trabajo fue identificar una clasificación de los sistemas de producción agropecuarios a partir del uso de herramientas estadísticas multivariadas en la cuenca del río Chucurí en las veredas de Sogamoso, Peña Morada, San Mateo y la Armenia ubicadas en el municipio de Betulia, Santander, Colombia. Por medio de un análisis de componentes principales (CP) y posterior análisis de conglomerados (AC) se logró tipificar 106 sistemas productivos que se encuentran en área de estudio. El análisis identificó cinco tipologías de sistemas de producción bien diferenciada entre sí y caracterizada fundamentalmente por el área total, el área agrícola, el área pecuaria, la oferta en mano de obra, la incidencia en enfermedades, las características de los cultivos de cacao y la producción de los sistemas productivos. Los cinco tipos de sistemas de producción encontrados arrojaron que todos poseen la agricultura como rubro principal de producción, aunque los sistemas tipo uno, tres y cuatro, presentan un área significativa dedicada a las actividades ganaderas. El sistema productivo tipo cinco es el que mayor área de bosques posee y el sistema tipo dos es el menor tamaño. El cultivo del cacao es el principal sistema productivo de la zona; y la variedad de cacao híbrido es la de mayor representatividad en todos los tipos de sistemas encontrados. También se evidenció que los sistemas tipo cinco es en donde los convenios de compañía en la administración del predio representa la forma predominante de contratación de mano de obra, seguido de los sistemas Tipo tres donde también se presenta esta forma de arreglo. Los sistemas de producción del Tipo dos y cuatro son administrados exclusivamente por sus dueños, al igual que un porcentaje significativo de los sistemas Tipo uno.

* Monografía

** Facultad de Ciencias. Escuela de Matemáticas. Directora: Tulia Esther Rivera Flórez. MSc En Estadística

Abstract

Title: Classification of Agricultural Production Systems in the Chucurí River Basin, Municipality of Betulia Santander, by Multi-Statistical Statistical Methods.*

Author: Andrés Julián Rueda Quecho**

Keywords: Productive Systems, Typing, Multivariate Analysis.

Description:

The goal of this work was to identify the classification of the agricultural production systems in the basin of the Chucurí river using multi-variable statistics tools. It was developed in the Sogamoso, Peña Morada, San Mateo and the Armenia rural districts located in the municipality of Betulia, Santander, Colombia. Through the initial analysis of Main Components (MC) and later Analysis of Conglomerates (AC) 106 production systems were typified within the study area. The analysis identified five types of well differentiated types of production systems and characterized mainly by the total area, agricultural area, livestock area, man-power offer, illness affectation, characteristics of the cacao growing areas and the production of the productive systems. The five production systems types found gave as a common feature the agriculture as a main production item though the system types one, three and four show a significant area dedicated to cattle activities. The production system type five is the one with more forest areas and the type two is the smallest. Cacao crops is the main productive system in the region and the variety of hybrid cacao is the most representative in all of the found types of productive systems. It was also evident that type five systems are where the company agreements in the administration of the property represent the predominant form of labor contracting, followed by Type Three systems where this form of arrangement is also presented. Type two and four production systems are managed exclusively by their owners, as is a significant percentage of Type One systems.

*Monograph

**Science Faculty. School of Mathematics Director: Tulia Esther Rivera Flórez. MSc in Statistics

Introducción

A medida que los programas estadísticos presentaron avances significativos en su desarrollo e implementación, la estadística multivariante evolucionó en su aplicabilidad, lo que permitió que varias áreas del conocimiento, entre ellas el desarrollo rural, utilizaran el análisis y el tratamiento de datos para comprender de manera más profundas las circunstancias que lo rodean (Muñoz Giro, 1995).

En el ámbito rural, tradicionalmente los sistemas de producción agrícolas eran estudiados desde la unidimensionalidad¹; los programas de extensión rural, de investigación, de políticas agropecuarias, de crédito y de productividad se basaban en desagregar como único criterio de selección el tamaño de la explotación agrícola (grandes medianas o pequeñas), y sobre este criterio se construían políticas y se ejecutaban recursos en busca de mejorar las condiciones de vida del productor (Coronel de Renolfi & Ortuño Pérez, 2005) (Escobar & Berdegue, 1990).

Con el transcurso de los años y la implementación de evaluaciones de impacto de los programas rurales se empiezan a evidenciar falencias en sus resultados bajo el concepto convencional de clasificación unidimensionalidad (Hart, 1990), (Rueda, 2013); por tal motivo fue necesario por parte de los centros de investigación e instituciones de desarrollo rural, implantar nuevas técnicas que permitieran fortalecer la comprensión sistémica de las dinámicas internas de las fincas de producción agropecuarias, y así comprender la estructura, el funcionamiento y la evolución de las mismas (Escobar & Berdegue, 1990).

¹ La unidimensionalidad en el análisis de sistemas de producción se basa en la elección de criterios únicos para la clasificación de unidades de producción en zonas rurales. Este tipo de clasificación se encuentra con regularidad en los informes censales, y las series estadísticas nacionales.

Debido a lo anteriormente expuesto, las técnicas multivariantes de clasificación se erigieron como la herramienta a implementar para trasegar por esta ruta de análisis. Esta relación entre sistemas de producción y técnicas multivariantes no es cuestión de azar, los investigadores evidenciaron que los sistemas de producción agropecuarios contienen en su funcionalidad interacciones multidimensionales, las cuales se pueden asemejar con una matriz de funciones multivariadas (Dufumir, 1990).

En este sentido, al adoptar un enfoque multivariado, se parte de dimensionar el adecuado discernimiento de las condiciones y circunstancias que rodea las fincas agrícolas, y así se logra profundizar en la comprensión de su funcionalidad sus limitaciones y posibilidades de desarrollo (Coronel de Renolfi & Ortuño Pérez, 2005), (Hart, 1990). De allí que cualquier esfuerzo que pretenda entender las circunstancias de una zona agrícola, posibilita ampliar el rango de aciertos en los procesos de adaptación, extensión, apropiación tecnológica, investigación, y comercialización, que éstas inicien. Al Considerar el escenario anteriormente descrito, el presente trabajo tiene como finalidad proponer una clasificación de los sistemas de producción agrícola ubicados en la cuenca del río Chucurí, en el sector que atraviesa el municipio de Betulia, haciendo uso de herramientas estadísticas multivariadas y de la información disponible en el censo cacaotero (Federación Nacional de Cacaoteros, 2008). El resultado esperado es una caracterización de estos entornos productivos que dé cuenta de su variabilidad en relación con factores de tipo físico-biológico, sociocultural y económico. Los resultados obtenidos en la investigación servirán a posteriori, para que la Fundación Natura² construya sobre la clasificación de sistemas de producción encontrados, estrategias para minimizar la vulnerabilidad en su entorno productivo, ambiental, socio-cultural, económico y climático.

² La Fundación Natura es una organización de la sociedad civil dedicada a la conservación, uso y manejo de la biodiversidad para generar beneficio social, económico y ambiental, en el marco del desarrollo humano sostenible.

1. Justificación

El Territorio Estudiado

El municipio de Betulia se encuentra ubicado en el centro – occidente del departamento de Santander, coordenadas 73,18° de longitud oeste y 6,55° de latitud norte; pertenece a la región del Magdalena medio y hace parte de la provincia de Mares. Su casco urbano se localiza a unos 130 km de Bucaramanga, por la vía Betulia - Zapatóca - Girón - Bucaramanga (Alcaldía de Betulia, 2000).

Limita con los municipios de San Vicente de Chucurí (sur y occidente), Zapatóca (sur y suroriente), y Girón (Norte y nororiente). Comprende tierras montañosas y planas, teniendo alturas que oscilan entre los 200 y los 2200 msnm. Por ello, posee variedades de climas que van desde los cálidos lluviosos (Valle del Sogamoso y llanura del Río Magdalena) hasta los templados y fríos (Zonas altas de la Serranía de los Yarigués) (Alcaldía de Betulia, 2000).

El núcleo urbano (casco urbano) se sitúa en los 1820 msnm y mantiene una temperatura media de 21 °C; la extensión total de este municipio es de 413,3 Km², distribuidos en catorce (14) veredas (Alcaldía de Betulia, 2000).

En el 2009 se inicia en la zona baja del municipio de Betulia, San Vicente, Girón y Zapatóca, la construcción de la Central Hidroeléctrica Sogamoso, la cual contemplaba la inundación de 7000 hectáreas para la construcción del embalse que almacenaría el agua para la generación de energía de la Central.

Betulia es el municipio que aporta la mayor cantidad de área inundada en el embalse Topocoro³, con un porcentaje del 40% del total de la inundación. Las veredas de Sogamoso, Peña Morada, San Mateo y el Placer (*Figura 1*) se encuentran ubicadas en la cuenca del río Chucurí y el río Sogamoso, afluente que desemboca en el embalse. Esta zona presenta condiciones agroclimáticas adecuadas para el desarrollo de cultivos de cacao, café, y críticos, y se ha caracterizado históricamente por ser una región dedicada a la agricultura y la ganadería.

En la última década la producción de este territorio ha venido a la baja por varias circunstancias, entre las que se encuentran la poca capacidad adaptativa a las condiciones de variabilidad climática, el inadecuado manejo que se le realiza a los cultivos, y el envejecimiento de las plantaciones de cacao y café (Rueda, 2013); es claro que esta situación pone en alto riesgo la producción y la estabilidad económica de la zona en la cual viven más de 800 familias de campesinos.

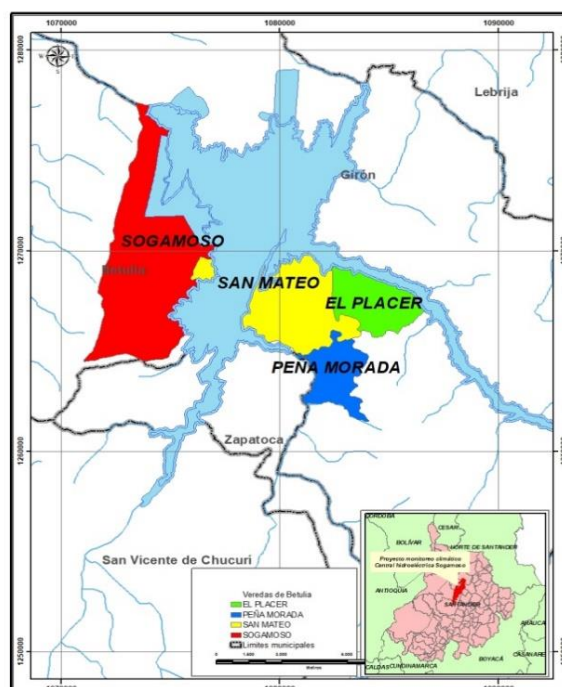


Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

³ El nombre Topocoro proviene del dialecto de la comunidad indígena Guane que antiguamente habitaba la región y conocía a Betulia como Topocoro. Por ser el municipio que mayor área aporta al embalse, se dio ese nombre en su honor.

Sumado a lo anterior, se ha identificado que uno de los principales problemas al iniciar un desplome de la productividad de un sector agrícola específico, es por lo general la incompreensión por parte de los entes gremiales y de investigación de las necesidades prioritarias de dicha población; en el caso del sector agropecuario, estrategias como suministrar tecnología que no se encuentre al alcance de los productores, capacitar en prácticas de manejos agrícolas que no se adecuen a las circunstancias de mano de obra disponible y basar el desarrollo tecnológico en altas inversiones de capital, son algunos ejemplos de los errores que se han documentado (Dufumir, 1990) (Harwood, 1986), (Hart, 1990).

En este mismo sentido, Forero (2009) advierte sobre la relación directa entre la falta de información con la cual operan los entes territoriales y de investigación en el país y la funcionalidad de los programas establecidos. Por lo anterior, el primer paso que se tiene que generar hacia la construcción de planes de desarrollo acertados es conocer las características reales de los sistemas de producción agropecuarios de las zona investigada, así se podrá medir de manera correcta las necesidades y limitaciones que éstos poseen, y sobre todo articular acciones que conlleven a establecer programas rurales que obtengan el mayor impacto posible.

Con base en los elementos expuestos anteriormente, contar con una clasificación de fincas agrícolas permitirá observar con mayor objetividad las características estructurales de los sistemas de producción de la región en estudio, y así identificar grupos homogéneos en su interior y heterogéneos entre sí, que en este contexto implica recoger la diversidad de la estructura y la funcionalidad de la unidad productiva.

Finalmente, es importante resaltar que el país cuenta con los datos provenientes del censo cacaotero en el departamento de Santander, realizado por la Federación Nacional de Cacaoteros

en el año 2008, cuyo objetivo fue el de construir y desarrollar el sistema de información estadístico del cultivo de cacao para la región santandereana.

2. Antecedentes

La incorporación de métodos estadísticos para el análisis de sistemas de producción en el sector agropecuario ha sido regla general en los últimos 30 años (Coronel de Renolfi & Ortuño Pérez, 2005), (Hart, 1990), (Dufumir, 1990). Es por ello que a la fecha se cuenta con un número importante de trabajos que sirven de referente tanto a nivel conceptual como aplicado. A continuación un resumen de estos:

- La Red Internacional de Metodologías de Investigación de Sistemas de Producción (RIMISP) en 1986 dio inicio la formalización de una metodología que permitiera crear herramientas de análisis para la clasificación y tipificación de los sistemas de producción agropecuarios dentro de un enfoque sistémico. El RIMISP poseía como objetivo central ayudar a mejorar los estándares de calidad en la investigación rural en América Latina.

Por medio de la clasificación de sistemas de producción se buscaba homogenizar grupos de productores, analizar las dinámicas internas de los tipos de fincas encontrados, y examinar la toma de decisiones dentro de las tipologías. El programa veía que la tipificación ayudaría a que los programas de extensión rural, de investigación y de políticas rurales se adaptaran de forma adecuada a las necesidades de cada grupo de productores (Escobar & Berdegué, 1990).

- En Chile, Berdegué, et al (1990) documentaron por medio de técnicas multivariantes que en la provincia de Ñuble existían 8 tipos de pequeños productores. Éstos se dividían en un

grupo de minifundistas asalariados, donde la producción agropecuaria de sus fincas prácticamente se destinaba al autoconsumo, mientras la fuerza laboral de gran parte de los miembros de la familia era utilizada en labores extra prediales. Un segundo grupo de minifundistas propietarios, que generan sus ingresos prácticamente de las ventas del predio, cultivan trigo y viña, y orientan su producción prácticamente en su totalidad al mercado. Un tercer grupo que está compuesto por micro fundíos; por la vía de las medierías llegan a producir un mínimo aceptable, pero sus niveles de ingresos son significativamente bajos, la producción es compartida entre el autoconsumo y las ventas en los mercados.

Un cuarto grupo, que está compuesto por minifundistas que complementan su trabajo con medierías, orientan su producción principalmente en el autoconsumo, aunque dejan algún stock para la venta. El quinto grupo, son dueños de viviendas, sus predios no superan las 0.5 ha, debido a la falta de tierra, se toman medierías, aunque la poca tierra es utilizada intensamente, la producción se utiliza totalmente en el autoconsumo. El sexto grupo, son los medianos productores de las zonas de suelos Arrayán, sus producciones se basan en el trigo la remolacha y los animales, generan ingresos altos, y la producción se destina en gran porcentaje al mercado. El séptimo grupo son los medianos propietarios del secado interior sur, sus producciones son de viña, orientadas en su totalidad al mercado, sus ingresos son medianos al igual que sus niveles de tecnificación. Por último están los campesinos en proceso de descampesinación, son dueños de una importante masa ganadera, y cultivan remolacha y trigo, poseen altos rendimientos y buenos niveles de tecnificación.

- Landín, (1990), Realizó una investigación de tipificación de sistemas lecheros ubicados en Cuencas en Ecuador; el autor identificó 4 grupos de fincas, el primero agrupaba a pequeños empresarios, que poseían como estrategia de explotación la ganadería extensiva, con fincas que ostentaban en promedio 112 hectáreas. El segundo grupo estaba conformado por pequeños

productores, utilizan la forma de explotación intensiva, la producción de leche por vaca supera los 15 litros día, con altos niveles de tecnología y con fincas promedios iguales a las del grupo 1 (112Ha). El tercer grupo son medianos empresarios del tipo de explotación intensiva, en promedio las finca poseen una extensión de 200 hectáreas, y producción de leche por vaca de 12 litros día. Por último se encuentran los grandes empresarios de tipo de explotación extensiva, con fincas que superan las 820 hectáreas, pero con un rendimiento menor por vaca (9,67 litros día) (Landín R. , 1990).

- A nivel local, Mantilla Blanco, et al, (2000), realizaron un estudio por municipio que intentaba clasificar los productores de cacao en el departamento de Santander. Con la necesidad de identificar específicamente las características técnicas y socioeconómicas inherentes a los cacaocultores de la región, se distribuyó espacialmente zonas en cada uno de los municipios. Según, Mantilla Blanco, et al, (2000), en el Municipio de San Vicente de Chucuri, existen tres tipologías de productores situados en diferentes zonas de la región; el primer grupo está ubicado entre los 700 y 1100 metros sobre el nivel del mar, en veredas cercanas al municipio, ésta tipología presenta las mejores condiciones de suelo y de clima, posee zonas de acceso adecuadas y se establecen los promedios de predios de mayor tamaño (17 ha aproximadamente), El segundo grupos abarca el 46% de las veredas del municipio, se encuentra entre los 550 y 1100 metros sobre el nivel del mar, el 55% de los productores manejan la explotación, y el promedio de hectáreas es de 13 Ha. Por último, el tercer tipo, posee las peores condiciones de la región para la siembra de cacao, está conformado por 7 veredas, el ambiente natural no ofrece condiciones favorables para el cultivo, y el promedio de hectáreas por finca es de 11.7 Ha (Mantilla , Arguello, & Méndez, 2000).

- En el sector ganadero García & Calle, (1998), efectuaron un estudio de clasificación de fincas para el departamento de Santander. Los autores encontraron al igual que Landín, (1990),

4 clasificaciones de sistemas de producción ganaderos, el primero respondía a características de fincas de economía campesina dedicadas a la cría de bovinos, con baja tecnología y alejada de centros de comercialización. La segunda clasificación eran fincas dedicadas a la producción de bovinos para carne, de mediana y alta extensión. El tercer grupo respondía a características de ganadería bovina complementaria a la economía campesina agrícola, se desarrolla en fincas de baja extensión y por lo general se establece la cría como única forma de producción ganadera, y la agricultura es la principal actividad del sistema de producción. Y la cuarta y última clasificación responde a fincas con características de producción de bovinos de cría y levante en un modelo pre-empresarial, con altos niveles de tecnología y localizada en zonas cerca a centros de comercialización (García & Calle, 1998).

- El sector cafetero colombiano también ha sido parte de investigaciones en clasificación de sistemas de producción, Ávila, et al, (2000) realizaron un estudio en el departamento de Caldas en el año 2000, en medio del marco del programa UNIR que buscaba promover el desarrollo micro-regional por medio de proyectos de investigación y extensión rural. Los investigadores encontraron 8 clasificaciones de sistemas de producción agropecuarios, especialmente cafeteros, el primer tipo era de fincas pequeñas con extensiones cultivadas en café y plátano, el segundo tipo lo conformaban sistemas con extensiones medianas y cultivos de café, plátano y cacao, el tercer tipo reclutaba fincas con extensiones medias dedicadas exclusivamente al cultivo del café, el cuarto grupo estaba compuesto por fincas con extensiones medianas y diversidad de cultivos permanente y de ciclo corto, el quinto grupo ostentaba sistemas con cultivos en café y amplias zonas de rastrojos, el sexto tipo poseía predios de grandes extensiones y con plantaciones en café y plátano, el séptimo grupo era conformado por sistemas de gran extensión dedicados exclusivamente al cultivo de la caña, y el último grupo

estaba compuesto por fincas de gran tamaño dedicadas a la ganadería extensiva. (Ávila, Muñoz, & Rivera, 2000).

- Por último, se expone una investigación de zonificación y clasificación de fincas que fue realizada por Ríos, et al (2004), en el eje cafetero en cultivos transitorios como es el caso del lulo, utilizado como complemento de la producción cafetera; en ella encontraron 5 tipos de sistemas de producción de lulo. El primero tipo responde a fincas que se ubican en el noroeste del departamento de Quindío; implementan el cultivo de lulo Castilla intercalado con café. El segundo grupo se ubica en el occidente de Risaralda y Caldas, y al igual que el grupo anterior cultiva el lulo Castillo intercalado con café; el tercer tipo agrupa a fincas que se dedican exclusivamente a la producción de lulo Castilla, lo cual hace del sistema productivo un monocultivo, se ubican en la vertiente occidental de Risaralda y Caldas. El cuarto tipo está compuesto por fincas cultivadoras de lulo Selva, se ubican en el oriente de Caldas, y el último grupo, se ubica en la vertiente oriental de Risaralda y el noreste del Quindío, al igual que tipo anterior dedica su producción al cultivo del lulo selva (Ríos Gallego, y otros, 2004).

Como se ha establecido hasta el momento, el aporte realizado al sector agropecuario por parte de los estudios en clasificación de sistemas de producción se ha convertido en una herramienta esencial para entender y conocer la estructura, dinámica y heterogeneidad que define los sectores rurales latinoamericanos y colombianos.

Estas metodologías han permitido crear un cúmulo de información para la planificación de investigaciones, programas de extensión rural, capacitaciones, proyectos de agroindustria, planes de mitigación y mecanismo de asistencia técnica, enfocados siempre en la búsqueda de dar cuenta de las necesidades y requerimientos específicos de los productores, lo cual

tendería a traducirse por lo menos, en entender mejor sus realidades y a cualificar o hacer más acertadas las intervenciones de dichos programas en mejorar la calidad de vida de estas familias (Ávila, Muñoz, & Rivera, 2000) (Berdegue, Sotomayor, & Zilleruelo, 1990) (Berdegue, Sotomayor, & Zilleruelo, 1990) (Ríos Gallego, y otros, 2004)

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Identificar una clasificación de los sistemas de producción agropecuarios de la cuenca del río Chucurí en el municipio de Betulia a partir del uso de herramientas estadísticas multivariadas.

3.2 Objetivos específicos

- Explorar los datos a fin de seleccionar las variables que contengan mayor importancia en la estructura de los sistemas de producción a estudiar y que cumplan con los requerimientos estadísticos necesarios.
- Implementar las técnicas estadísticas multivariadas que nos permiten identificar una clasificación adecuada desde el punto de vista estadístico y de utilidad para la consolidación de procesos de desarrollo local en el territorio.
- Caracterizar los tipos de sistemas de producción agropecuarios encontrados tras aplicar técnicas estadísticas multivariadas.

4. Marco Conceptual

4.1 Métodos Estadísticos

El análisis de datos en el que se basa la presente investigación propone la combinación de dos técnicas multivariadas; el uso de Análisis de Componentes Principales (ACP) y Análisis de Conglomerados (AC). Por medio de estas dos técnicas se busca conseguir un agrupamiento bien definido y con características ideales según criterios estadísticos. El análisis de componentes principales se usará para hacer una simplificación estructural de la matriz original de variables y con el análisis de conglomerados se pretende obtener la clasificación de las unidades estudiadas a partir de las variables que muestren mayor capacidad al discriminar.

4.1.1 Análisis de Componentes Principales. La técnica de Componentes Principales fue desarrollada en primera instancia por Pearson a finales del siglo XIX; posteriormente fueron estudiadas por Hotelling en los años 30 del siglo XX. Sin embargo, fue con la aparición de los computadores cuando inicio su popularidad y aplicabilidad (De la Fuente Fernández, 2011).

El Análisis de Componentes Principales (ACP) busca reducir la dimensión de las variables que se midieron, ganar mayor capacidad de interpretación de sus interrelaciones y de este modo reducir la dimensión del problema sin perder la información original (Escobar & Berdegue, 1990), (Coronel de Renolfi & Ortuño Pérez, 2005), (Muñoz Giro, 1995), (Guisande & Vaamonde Liste, 2012).

La técnica se basa en la transformación de un conjunto de variables originales en otro conjunto de nuevas variables, denominadas componentes principales, que se construyen como

combinación lineal de las originales. Las nuevas variables, en igual número que las originales, guardan toda la información en lo que se refiere a la varianza total del conjunto de unidades muestrales en estudio, pero la varianza de las componentes principales va decreciendo de modo que a partir de cierta componente las demás pueden ser ignoradas, generalmente cuatro o menos componentes principales permiten representar y explicar razonablemente el conjunto de objetos de la muestra sin pérdida importante de información (Guisande & Vaamonde Liste, 2012).

Así, para una matriz de datos de dimensión $n * p$, n individuos y p variables, el objetivo es buscar un número $m < p$ de componentes principales que puedan describir los datos.

Cálculo de los componentes principales

Dado un conjunto de variables X_1, X_2, \dots, X_p medido sobre un grupo de n individuos, al cual se hace referencia como las variables originales, y la varianza total del mismo, la cual es la suma de las varianzas de cada una de estas variables, se calcularán unas nuevas variables Y_1, Y_2, \dots, Y_p que serán combinaciones lineales de las variables originales.

Esto se logra a través de un algoritmo basado en dos restricciones: la primera, las Y_j no están correlacionadas entre sí y la segunda exige que la primera componente recoja la mayor cantidad posible de variación total, la segunda componente contiene la mayor parte de la variación total no explicada por la primera, igual sucede con la tercera componente la cual debe tener la porción más alta de la variación total no explicada por las dos primeras componentes y así sucesivamente hasta llegar a contruir la p -ésima componente la cual generalmente contiene poca variación pero sumada con la variación de las anteriores componentes iguala la variación total contenida en la muestra de datos.

Simbólicamente tendríamos los siguientes hechos:

- 1) $Varianza_{Total} = Var(X_1) + Var(X_2) + \dots + Var(X_p)$
- 2) $Var(Y_1) > Var(Y_2) > \dots > Var(Y_p)$
- 3) $Var(Y_1) + Var(Y_2) + \dots + Var(Y_p) = Var(X_1) + Var(X_2) + \dots + Var(X_p)$
- 4) $Cor(Y_i, Y_j) = 0$, para cualquier par de componentes

En igual forma, la representación matricial de la j -ésima componente principal viene dada por: $y_j = a_{j1}x_1 + a_{j2}x_2 + \dots + a_{jp}x_p = a'_j x$ (1)

donde $a'_j = (a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jp})$ un vector de constantes, y $x = \begin{pmatrix} x_1 \\ \dots \\ x_p \end{pmatrix}$ el vector de variables.

Como lo que se pretende es maximizar la varianza, la forma sencilla de hacerlo es aumentar los coeficientes a_{ij} y para conservar la ortogonalidad de la transformación se establece que el módulo del vector $a'_j = (a_{j1}, a_{j2}, \dots, a_{jp})$ sea 1. Es decir, $a'_j \cdot a_j = \sum_{k=1}^p a_{kj}^2 = 1$

Particularmente, la primera componente principal se calcula al elegir a_1 de modo que y_1 tenga la mayor varianza posible, sujeta a la restricción $a'_j \cdot a_j = 1$. La segunda componente principal se calcula al obtener a_2 de modo que la variable obtenida y_2 esté incorrelacionadas con y_1 y exhiba la segunda mayor varianza. (De la Fuente Fernández, 2011). De esta manera se obtienen y_1, y_2, \dots, y_p , variables incorrelacionadas entre sí y que incorporan cada vez menor varianza (De la Fuente Fernández, 2011) (González, Díaz, Torres, & Garnica, 2014), (Guisande & Vaamonde Liste, 2012).

Desde el punto de vista práctico, el método funciona si se halla que con unas pocas componentes principales, usualmente dos o tres, se logra explicar gran parte de la varianza total producida por las variables originales, de ser así se considera que se ha logrado disminuir la

dimensionalidad del problema ya que el análisis se hará basado en dos o tres dimensiones y no en las p dimensiones que supone el problema inicial (Guisande & Vaamonde Liste, 2012).

En cuanto a los supuestos que exige el método, es indispensable para la aplicabilidad de ésta técnica que las variables originales estén correlacionadas, de lo contrario la técnica no es viable.

Al abordarse desde un enfoque exploratorio, el análisis de componente principales no requiere de normalidad multivariante de los datos, como sí es requisito para la aplicabilidad de métodos estadísticos inferenciales; este hecho hace que estas técnicas reviertan una significativa importancia para el análisis de sistemas de producción, debido a que las variables obtenidas para un estudio de este tipo, por lo general no poseen normalidad (Coronel de Renolfi & Ortuño Pérez, 2005), (De la Fuente Fernández, 2011), (Escobar & Berdegue, 1990). Pautas para la interpretación de las componentes principales:

La interpretación se basa en la observación de las constantes que forman las combinaciones lineales (componentes principales) a las cuales suele denominarse coeficientes factoriales o pesos, a continuación algunas pautas generales:

- Los coeficientes factoriales altos, próximos a 1 o -1, son quienes más influyen la componente principal, así si sólo hay una variable pesando fuerte, la componente resulta muy fácil de interpretar.
- Cuando hay dos o más variables con pesos altos similares en una misma componente debe examinarse el tipo de información que dicha combinación genera para a partir de esto buscar un nombre o interpretación de dicha componente.

- En una componente pueden aparecer dos grupos de variables a partir de la consideración del signo de los coeficientes factoriales, en este caso ordenar los individuos a través de esta componente y observar quienes son los más negativos (menor valor) y quienes son los más positivos (mayor valor) puede dar la clave para identificar el contraste que ofrece dicha componente.
- El biplot es una representación cartesiana donde en cada eje va una componente principal, suelen analizarse sólo los primeros planos factoriales que son los construidos a partir de las componentes seleccionadas. La observación de la ubicación de los individuos en los biplots mencionados orienta la interpretación de la información asociada a cada componente, los más informativos son aquellos individuos que se ubican en los extremos de cada eje contrario a lo que sucede con los ubicados en la parte central quienes se identifican por tener un comportamiento promedio.
- Conviene analizar también los biplots que contienen la representación conjunta de individuos y variables para explorar los subgrupos de individuos que se forman; en este caso, la interpretación se basa tanto en la ubicación de estos subgrupos respecto a los ejes del biplot como en la cercanía a algún subgrupo de variables.

4.1.2 Análisis de conglomerados o Clúster. El análisis de conglomerados, también conocido como análisis de clúster, se describe como una técnica estadística multivariante, la cual tiene como propósito agrupar individuos (o variables) y obtener así, la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre los grupos (De la Fuente Fernández, 2011). Esta técnica posee una alta aplicabilidad en varias áreas del conocimiento, sin embargo cuenta con algunas limitantes entre las que se halla que es atórica y no inferencial, se podría decir que es únicamente descriptiva (Guisande & Vaamonde Liste, 2012).

Por lo tanto, el análisis de conglomerados no posee bases estadísticas en las cuales se logre deducir inferencias estadísticas para una población a partir de una muestra, solamente es un método fundado en razonamientos geométricos y se utiliza esencialmente como una técnica exploratoria (De la Fuente Fernández, 2011), (Coronel de Renolfi & Ortuño Pérez, 2005).

Los algoritmos de formación de conglomerados se agrupan en dos categorías:

- **Algoritmos de partición:** Método de dividir el conjunto de observaciones en k conglomerados (clusters), en donde k lo define inicialmente el investigador.
- **Algoritmos jerárquicos:** Método que entrega una jerarquía de divisiones del conjunto de elementos en conglomerados.

Cálculo de los conglomerados

Para el cálculo de los conglomerados se parte de un conjunto de m individuos, cada uno de los cuales viene descrito por un conjunto de p variables. El objetivo es la partición de los m individuos en un conjunto de grupos donde un objeto pertenezca a un sólo grupo y el conjunto de dichos grupos contenga a todos los individuos (De la Fuente Fernández, 2011). En su forma matricial el conjunto de datos se expresaría de la siguiente manera:

X es un conjunto de valores numéricos que se presenta en forma matricial de la siguiente manera:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \vdots & x_{mp} \end{pmatrix}$$

x_{11} : Valor que presenta el primer individuo en la primera variable.

x_{11} : Valor que presenta el primer individuo en la primera variable.

x_{12} : Valor que presenta el primer individuo en la segunda variable.

x_{ij} : Valor que el individuo i – ésimo en el variable j . ésima

Una vez establecido el conjunto de datos es necesario realizar los siguientes 3 pasos: 1) Elección de la medida de asociación, 2) Elección de la técnica de clúster, 3) Validación de los resultados, a continuación su descripción.

Elección de la medida de asociación: Para poder unir variables o individuos es necesario tener algunas medidas numéricas que caractericen las relaciones entre las variables o los individuos, estas son una distancia métrica o una medida de similitud. Si se elige una medida de distancia métrica (por ejemplo la euclidiana), los grupos formados tendrán individuos parecidos de forma que la distancia entre ellos sea pequeña. Por otra parte si se elige una medida de similitud (por ejemplo el coeficiente de correlación) los grupos formados contendrán individuos con una similitud alta entre ellos (Romesburg, 1984).

Matemáticamente una **distancia métrica** se expresa de la siguiente manera:

Para U un espacio de dimensión n , una función $d: U \times U \rightarrow \mathbb{R}$ se llama distancia métrica si $\forall x, y, z \in U$ se verifica:

$$\left\{ \begin{array}{l} d(x, x) \geq 0 \\ d(x, y) = 0 \leftrightarrow x = y \\ d(x, y) = d(y, x) \\ d(x, z) \leq d(x, y) + d(y, z) \end{array} \right.$$

De igual forma, una medida de la **similitud** se expresa de la siguiente manera:

Una función $d: U \times U \rightarrow \mathbb{R}$ se llama similitud si $\forall x, y \in U$ se verifica:

$$S_0 \equiv \text{Número real finito arbitrario} \left\{ \begin{array}{l} s(x, y) \leq s_0 \\ d(x, x) = s_0 \\ s(x, y) = s(y, x) \end{array} \right.$$

Para el presente estudio se utilizó como medida de asociación una medida de distancia y entre las opciones disponibles en el software R se eligió la euclidiana, la cual se calcula de la siguiente manera:

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{c=1}^p (x_{ic} - x_{jc})^2}$$

Elección de la técnica clúster: La técnica de asociación que genera los resultados mostrados más adelante es el método jerárquico. Como se estableció anteriormente, el objetivo de esta técnica es agrupar clúster para formar un grupo nuevo o separar alguno ya existente para dar origen a otros dos de forma que se maximice una medida de similaridad o se minimice alguna distancia.

Esta técnica de asociación ofrece dos métodos para agrupar, los de tipo asociativo o aglomerativos y los disociativos, estos se diferencian en que los asociativos parten de considerar tantos clúster como individuos existan, y éstos se agrupan hasta terminar con un sólo grupo contrario a lo que sucede en los métodos disociativos. En esta etapa puede considerarse el número de clases a usar, esta decisión puede hacerse a partir del criterio de máxima varianza entre grupos y mínima varianza intra grupo.

Validación de los resultados: Para validar la clasificación propuesta con cierto número de clases se puede adoptar criterios de validez interna o externa, en los primeros se evalúan criterios inherentes a la ejecución del algoritmo computacional mientras que en la otra prima la interpretación de la clasificación encontrada acorde al contexto.

5. Metodología

5.1 Descripción de la muestra

La base de datos utilizada en la presente investigación hace parte del censo cacaotero realizado por la Federación Nacional de Cacaoteros en el año 2008, para el departamento de Santander; en ella se encuentra un registro de 106 sistemas de producción pertenecientes a cuatro veredas del municipio de Betulia pertenecientes a la cuenca del río Chucurí. La base de datos cuenta con las siguientes variables:

Tabla 1.

Descripción de las variables incluidas en el estudio

Componente	Variable	Unidad	Sigla
Localización de la explotación y características físicas	Municipio	Nombre	NA
	Vereda	Nombre	NA
	Altura sobre el nivel del mar	Metros	A.S.N. M
Composición del hogar y fuerza de trabajo	Lugar de residencia	Nominal	NA
	Escolaridad	Años	AE
	Edad del productor	Años	EA
	Oferta de mano de obra	# de trabajadores	OMO
	Trabajo extra predial	Porcentaje	TE
Área y distribución de cultivos y producción animal	Área total del predio	Hectáreas	AT
	Área Agrícola	Hectáreas	AA
	Porcentaje área Agrícola	Porcentaje	PA
	Área Pecuaria	Hectárea	AP
	Porcentaje área Pecuaria	Porcentaje	PA
	Área de Bosque	Hectáreas	AB
	Porcentaje área en bosques	Porcentaje	PA
	Área Total en cacao	Hectáreas	ATC
	Área en cultivos de café	Hectáreas	ACF
Densidad de siembra cacao	# de árboles por Ha	NAH	
Nivel de manejo tecnológico	Jornales contratados	# de Jornales	JC
	Jornales Familiares	# de Jornales	JF
	incidencia de enfermedades	% de la incidencia	INC
Producción Agrícola	Producción de cacao de la finca	Kilos	PR.CA
	Productividad por hectárea	Kilos/ha	P.HA
Nivel de capitalización	Recursos de créditos	Pesos	RC

5.2 Etapas del análisis

La metodología establecida desarrolló las siguientes etapas que se implementaron de manera secuencial e iterativa a partir del tercer paso:

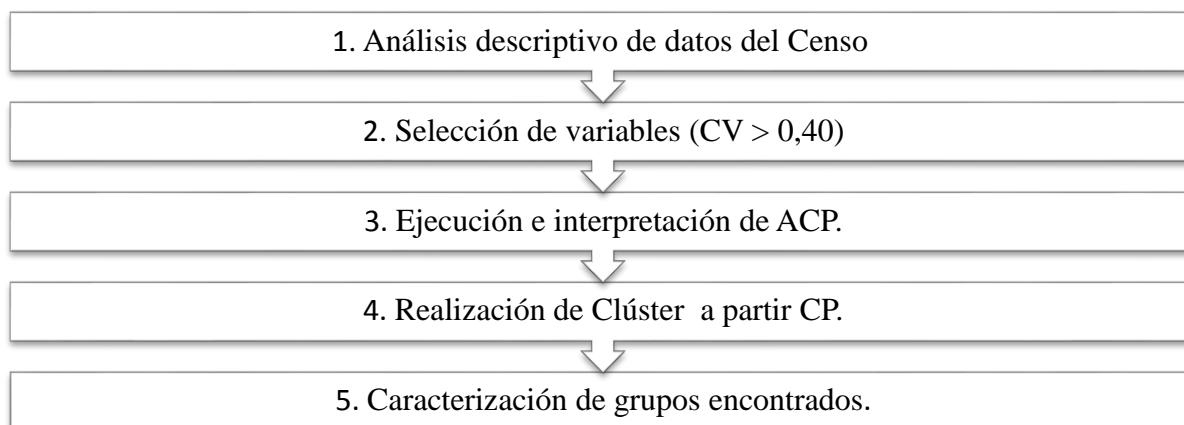


Figura 2. Etapas metodológicas para el análisis de los sistemas de producción

5.3 Análisis descriptivo de los datos del censo

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico R en su versión 3.4.3; se seleccionó este paquete estadístico por su potencia para los análisis y su amplia gama de gráficos, además de presentar ventajas por su libre acceso. Por medio de técnicas descriptivas se exploró el comportamiento de cada una de las variables establecidas para el estudio. La importancia de abordar de manera descriptiva los datos fue explorar las características de las variables y por tanto las observaciones (sistemas de producción) en estudio.

5.4 Análisis descriptivo de las variables al interior de cada vereda

5.4.1 Vereda Sogamoso. La vereda Sogamoso es la zona de mayor extensión, cuenta con 3 sectores denominados, Altamira, La Estrella y Corintios. Según el esquema de Ordenamiento

Territorial de Betulia, (2000), en esta vereda habitan 481 personas y su vocación se divide en actividades agrícolas y ganaderas.

Esta vereda es la que albergan la mayor cantidad de sistemas productivos estudiados en la presente investigación, 71 en su totalidad; estos sistemas se ubican entre los 330 y 955 metros sobre el nivel del mar (msnm), con una media de 573 msnm y una desviación estándar de 192,2 msnm.

Como se mencionó anteriormente, las fincas poseen una vocación agrícola y ganadera. En promedio su área es de 21,2; el principal cultivo es el cacao que posee una media para cada finca de 4,0 hectáreas. La ganadería es otro de los rubros productivos de las fincas, el porcentaje medio del área designada para la ganadería es del 30% de la totalidad del predio.

Los años de escolaridad de sus propietarios son bajos, no sobrepasa la primaria (2,4 años, con una desviación de 2,3), y la mano de obra es principalmente la familiar debido a que cuenta con una oferta media de 3 trabajadores por finca y una desviación estándar de 1, sin embargo esta cantidad podría ser escasa para el área agrícola y pecuaria con que cuentan los predios.

Tabla 2.

Resultados descriptivos vereda Sogamoso.

VARIABLES	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	MODA	DES.EST
Altura sobre el nivel del mar	71	330	955	573.4	432	192.2
Años Escolaridad	71	0	11	2.4	1	2.3
Edad del productor	71	28	86	61.4	46	18.4
Oferta de Mano de obra	71	1	6	3	2	1
Trabajo extra predial	71	0	0.5	0.1	0	0.1
Área Total	71	1.5	80	21.2	8	18.9
Área Agrícola	71	1	19	5,3	4	3,8
Área Pecuaria	71	0	65	7,8	0	12,8
Área en Bosque	71	0	54	8,1	0	11,7
Porcentaje de Área Agrícola	71	0	1	0.4	0.1	0.3
Porcentaje de Área Pecuaria	71	0	0.9	0.3	0	0.3

Porcentaje de Área de Bosques	71	0	0.9	0.3	0	0.3
Área en cacao	71	1	15	4.8	4	3
Área en Café	71	0	0	0	0	0
Número de árboles	71	1000	10500	3931.5	2400	2102.5
Jornales familiares	71	19	707	343.8	307	187.5
Jornales contratados	71	42	653	156.9	77	135.1
Producción de la finca	71	600	6750	2528.9	NA	1146
Incidencia de enfermedades	71	0.06	0.4	0.1	0.11	0.1
Productividad por hectárea	71	250	1800	628.3	600	292.1
Financiamiento con crédito	71	\$1.000.000	\$30.000.000	\$12.859.155	\$8.000.000	\$6.262.555

En promedio las fincas cuentan con un alto porcentaje de recursos financiados, \$12.859.154; sin embargo este resultado puede ser incongruente con algún segmento de la vereda, en el cual el acceso al crédito es limitado; este resultado se evidencia en la amplitud de la variable la cual se distribuye entre \$1.000.000 y los 30.000.000 millones.

Estas circunstancias solidifican aún más la importancia de la presente propuesta, debido a que en un mismo espacio (vereda), se encuentran diferentes tipos de sistemas productivos. Para el caso de la vereda Sogamoso en la parte baja no mayor a los 600 metros de altura se localizan sistemas productivos extensos en su área dedicados principalmente a la ganadería con amplia capacidad de flujo de caja y altos índices de tecnología, mientras que los sistemas que se sitúan hacia la montaña son pequeños con bajo acceso al crédito y su principal rubro productivo es la agricultura.

5.4.2 Vereda Peña Morada. La vereda Peña Morada cuenta con un registro de 24 sistemas de producción (*tabla3*), éstos se ubican entre los 309 y 1300 metros sobre el nivel del mar con una desviación de 337 metros. Las fincas están dedicadas principalmente a la agricultura (7,2 hectáreas por finca y su desviación es de 3,8). El cacao es el sistema cultivo predominante en el zona, con una media de 5,7 hectáreas y una desviación de 3,4. En Peña Morada la mano de obra principalmente es la familiar, cuenta con una oferta media de 2 personas por finca y su nivel de escolaridad es bajo, 5 años en promedio.

Tabla 3.

Resultados descriptivos vereda Peña Morada.

VARIABLES	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	MODA	DES.ESTANDAR
Altura sobre el nivel del mar	24	309	1300	696.6	311	337.2
Años Escolaridad	24	1	11	5	5	2.3
Edad del productor	24	19	87	62.7	78	22.6
Oferta de Mano de obra	24	1	5	2	2	1
Trabajo extra predial	24	0	0.25	0	0	0.1
Área Total	24	5	58	21	8	14.4
Área Agrícola	24	3	16	7.2	5	3.8
Área Pecuaria	24	0	40	6	2	8.8
Área en Bosque	24	0	25	7.9	0	7.7
Porcentaje de Área Agrícola	24	0.1	1	0.5	0.3	0.2
Porcentaje de Área Pecuaria	24	0	0.8	0.2	NA	0.2
Porcentaje de Área de Bosques	24	0	0.8	0.3	0.4	0.2
Área en cacao	24	2	14	5.7	NA	3.4
Área en Café	24	0	5	0.7	0	1.4
Número de árboles	24	1400	9800	4406.3	NA	2393.3
Jornales familiares	24	12	799	302.3	154	187.5
Jornales contratados	24	35	200	83.4	NA	45.2
Incidencia de enfermedades	24	0.07	0.25	0.1	0.11	0
Producción total de la finca	24	1200	5400	2549.2	2400	1089.8
Productividad por hectárea	24	250	1800	532.1	NA	316.1
Financiamiento con crédito	24	\$8.000.000	\$30.000.000	\$16.541.667	\$8.000.000	\$8.041.451

La ganadería es el segundo rubro productivo en esta zona; por finca se tiene una destinación porcentual media de 20% del área total del predio. La incidencia de las enfermedades en los cultivos es tolerable, en promedio no supera el 10% (Federación Nacional de Cacaoteros, 2012) sin embargo existen fincas donde los niveles de incidencia pueden alcanzar hasta el 25%; incidencia que conlleva a pérdidas en la viabilidad económica de los predios. (Rueda, 2013).

La productividad por hectárea (532 Kg/ha con una desviación de 316Kg/Ha) se encuentra entre los promedios nacionales para el cultivo de cacao (Roa Ortiz, Sánchez Perilla, & Mateus Segura, 2009). Por otra parte el financiamiento del trabajo por medio del crédito bancario es alto, en promedio las fincas cuenta con \$16.541.667 para desarrollar sus labores y comprar los

insumos necesarios para la producción. A modo de resumen se establece que en Peña Morada existe una heterogeneidad de sistemas productivos a pesar de la homogeneidad en la siembra del cacao; nuevamente esta circunstancia ratifica la importancia del presente estudio, en el cual en una misma vereda con cultivos similares existen diferentes tipos de sistemas de producción.

5.4.3 Vereda San Mateo. En la *tabla 4* se evidencian los resultados obtenidos en la vereda San Mateo. Para este sector las fincas registradas dentro del censo cacaotero fueron ocho; sin embargo es oportuno aclarar que esta vereda cuenta con un número mayor de predios, solamente que estos no contienen en su dinámica productiva cultivos de cacao, por lo que no hicieron parte del censo cacaotero.

Tabla 4.

Resultados descriptivos vereda San Mateo.

VARIABLES	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	MODA	DES.ESTANDAR
Altura sobre el nivel del mar	8	389	912	574.625	NA	142.9
Años Escolaridad	8	1	11	4	NA	3
Edad del productor	8	32	82	65	NA	19
Oferta de Mano de obra	8	1	8	3	2	2.
Trabajo extra predial	8	0	0.05	0.0125	0	0
Área Total	8	6	100	30.5	30	28
Área Agrícola	8	2	8	4.1	3	1.8
Área Pecuaria	8	0	75	16.6	NA	22.8
Área en Bosque	8	0	22	9.6	22	9.6
Porcentaje de Área Agrícola	8	0	0.8	0.3	0.2	0.2
Porcentaje de Área Pecuaria	8	0	0.8	0.5	NA	0.3
Porcentaje de Área de Bosques	8	0	0.7	0.3	NA	0.2
Área en cacao	8	2	8	4.1	3	1.8
Área en Café	8	0	0	0	0	0
Número de árboles	8	1400	5600	2900	2100	1277.9
Jornales familiares	8	42	860	336	NA	271
Jornales contratados	8	77	307	167	NA	75.4
Producción de la finca	8	1800	4000	2312.5	2000	680.9
Incidencia de enfermedades	8	0.07	0.12	0.11	0.11	0
Productividad por hectárea	8	400	1000	612.5	500	183.3
Financiamiento con crédito	8	\$8.000.000	\$30.000.000	\$17.625.000	NA	\$8.092.242

La vereda San Mateo se caracteriza por ser de índole ganadera. Como se registra en la *tabla 4* el porcentaje de área pecuaria es la de mayor extensión de las 4 veredas estudiadas. En estas

fincas el 50% del área es utilizada en esta actividad, (30,5 hectáreas promedio y su desviación es de 28 Hectáreas). En la estructura agrícola, el cacao es el cultivo de mayor extensión, con una media de 4,1 hectáreas por predio, no existen cultivos de café debido a que en esta vereda se ubican entre los 389 y 912 msnm, gradiente inadecuada para cultivos de esta especie.

Los productores que habitan dicha zona no cuenta con níveles educativos avanzados, al igual que en las otras veredas el promedio no sobrepasa la básica primaria (4 años) y la mano de obra familiar posee una media de 3 individuos para la actividades de la finca.

Con respecto a la incidencia de las enfermedades en cultivos de cacao, su porcentaje se mantiene en niveles adecuados (10%) y la productividad por hectárea (612,5Kg/Ha) se ve reflejada en valores superiores a la media colombiana que se encuentra sobre los 450 Kg/ha (Roa Ortíz, Sánchez Perilla, & Mateus Segura, 2009). En cuanto a las fuentes de financiación, estos sistemas de producción cuentan con montos medios de \$17.625.000 pesos para cubrir su operatividad.

5.4.4 Vereda la Armenia. Por último se estudiará la vereda la Armenia. En el censo cacaotero solamente aparecen registrados tres predios para esta zona, sin embargo la vereda cuenta con más sistemas productivos, sólo que no contiene cacao como su sistema cultivo principal, de allí que no hicieron parte del censo cacaotero.

Los predios registrados en esta vereda se encuentran entre los 1.321 y 1.578 msnm⁴ con una desviación de 116,5 metros, altura inadecuada para el cultivo de cacao pero propicia para el

⁴ La Federación Nacional de Cacaotero (2012) argumenta que por condiciones agroclimáticas el cultivo de cacao no debe ser sembrado por encima de los 1.200 metros sobre el nivel del mar, debido a que el cambio de más 10 grados en la temperatura entre el día y la noche conlleva a que los árboles de cacao pierda su capacidad de formación y desarrollo de cojines florales.

café y ganadería lechara. A pesar de esta restricción las fincas registradas en el censo tiene una media de 4,3 hectáreas de cacao por finca, su mano de obra es de 3 individuos y los años promedios de escolaridad de sus propietarios es apenas de 2 años.

El cultivo de café se erige como un sistema de significativa importancia ya que en promedio las fincas cuentan con un área sembrada de 2,3 hectáreas y una desviación de 0,9. Para la parte pecuaria las fincas cuentan con un área media de 2,7 hectáreas y una desviación de 1,7 Ha.

Tabla 5.

Resultados descriptivos vereda La Armenia.

VARIABLES	N	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIA	MODA	DES.ESTANDAR
Altura sobre el nivel del mar	3	1321	1578	1413.7	NA	116.5
Años Escolaridad	3	1	5	2	1	1.9
Edad del productor	3	66	86	76.7	NA	8.2
Oferta de Mano de obra	3	2	4	3	NA	0.8
Trabajo extra predial	3	0.05	0.25	0.1	0.05	0.1
Área Total	3	10	30	18	NA	8.6
Área Agrícola	3	5	9	6.7	NA	1.7
Área Pecuaria	3	1	5	2.7	NA	1.7
Área en bosque	3	4	16	8.7	NA	5.2
Porcentaje de Área Agrícola	3	0.3	0.5	0.4	NA	0.1
Porcentaje de Área Pecuaria	3	0.1	0.2	0.1	0.1	0
Porcentaje de Área de Bosques	3	0.4	0.5	0.4	0.4	0
Área total cacao	3	2	6	4.3	NA	1.7
Área en Café	3	1	3	2.3	3	0.9
Número de árboles	3	1200	4200	2966.7	NA	1281.5
Jornales familiares	3	307	614	460.7	NA	125.3
Jornales contratados	3	77	154	115.3	NA	31.4
Producción de la finca	3	1600	3500	2700	NA	804.2
Incidencia de enfermedades	3	0.07	0.11	0.1	NA	0
Productividad por hectárea	3	500	800	667	NA	124.7
Financiamiento con crédito	3	\$8.000.000	\$16.000.000	\$12.000.000	NA	\$3.265.986

Para el caso del cacao los rendimientos por hectáreas son de 667 Kg/ha con una desviación de 124,7 Kg/Ha y la incidencia de las enfermedades no supera el 10%. En el caso de recursos obtenidos por medio de créditos las fincas poseen una media de \$12.000.000 millones de pesos para atender los diferentes cultivos de la finca.

5.5 Análisis descriptivo comparativo entre cada una de las veredas.

En el presente apartado se realizará un comparativo de algunas variables (Altura sobre el nivel del mar, área total de la finca, área agrícola, área pecuaria, productividad por hectárea, porcentaje de incidencia de enfermedades y oferta en mano de obra) entre cada una de las veredas, con el objetivo de revisar si existen diferencias importantes entre los sistemas de producción de cada una de las veredas estudiadas. Para el análisis se utilizarán los gráficos BoxPlot.

5.5.1 Altura sobre el nivel del mar. La Figura 3 muestra los resultados obtenidos. La gráfica evidencia como se había mencionado anteriormente, que la vereda la Armenia es la de mayor gradiente sobre la montaña. Para el caso de la vereda Peña Morada, se tiene que esta zona posee una amplia inclinación, reflejo de ellos es que se encuentran fincas sobre los 309 metros y 1300 metros sobre el nivel del mar.

Caso contrario la vereda San Mateo presenta una topografía con mayor homogeneidad en su gradiente, las fincas se encuentran en alturas entre 389 y 912 msnm. Por último la vereda Sogamoso posee una distribución simétrica de sus predios, éstos se ubican principalmente entre los 330 y 955 msnm.

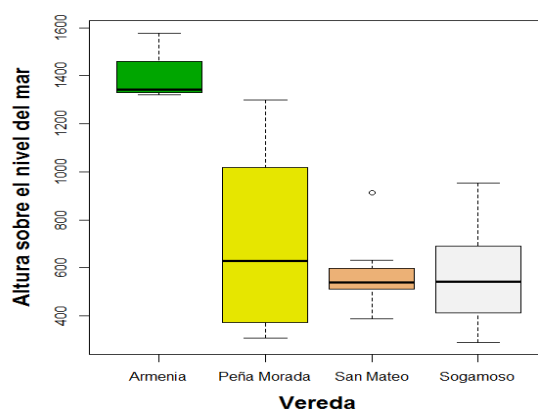


Figura 3. BoxPlot para la altura sobre el nivel del mar entre veredas

A excepción de la vereda la Armenia, las restantes tres tiene mediana similar, esta condición es evidente en su agroecología propicia para el desarrollo del cultivo del cacao y proyectos pecuarios.

5.5.2 Área total y porcentaje agrícola de la finca. El área total de la finca es una variable relevante en los estudios de sistemas productivos. La funcionalidad de un predio está dada por su área, fincas con tamaños pequeños (menores a 5 hectáreas), condicionan la posibilidad del desarrollo de actividades pecuarias; caso contrario sistemas productivos con grandes extensiones permiten la combinación de factores productivos agrícola y pecuarios.

En la *Figura 4* se expone gráficamente la distribución del área para las 4 veredas estudiadas. La zona de San Mateo es en la que se registra el mayor promedio de área por finca. Como se mencionó anteriormente, esta zona se ha caracterizado tradicionalmente por el desarrollo de proyectos pecuarios, la cultura ganadera es tradición y de allí que los predios sea mayores que los que se utilizan en agricultura, como es el caso de la vereda Armenia, Peña Morada y Sogamoso, en la cual su mediana no sobrepasa las 19 hectáreas.

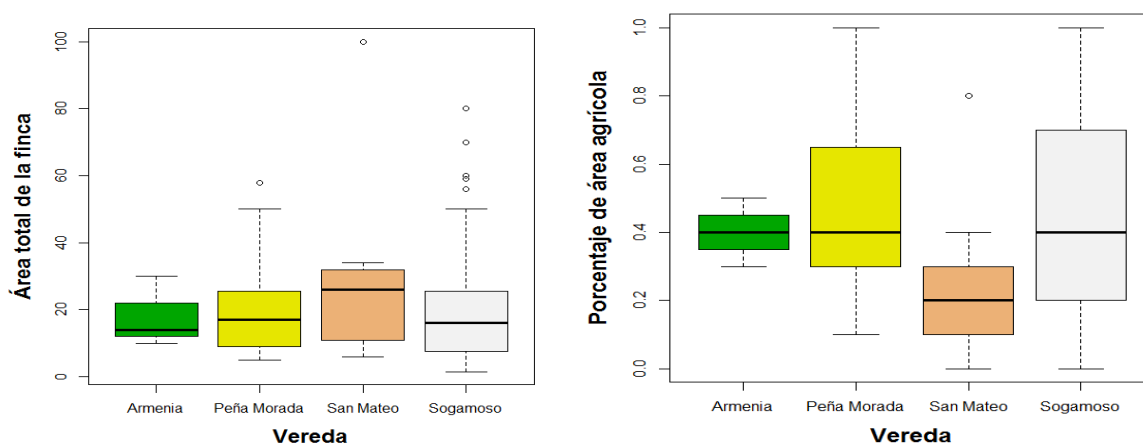


Figura 4. BoxPlot del área total y agrícola de la finca entre veredas

Adicionalmente, en la *Figura 4* se exhibe el porcentaje de área agrícola que utilizan los predios en cada una de las veredas. La vereda Peña Morada es la de mayor área agrícola seguida de la Armenia y Sogamoso. San Mateo es una zona dedicada principalmente a proyectos pecuario.

5.5.3 Productividad por hectárea, incidencia de enfermedades y mano de obra. La productividad por hectárea ha sido la piedra de toque de la agricultura moderna. Todas las acciones propuesta en los diferentes planes de desarrollo rural focalizan su accionar sobre el incremento de ésta (Dufumir, 1990). Sin embargo, los resultados bajo contextos de economía campesina, no han tenido el éxito que se ha buscado. Esta condición está asociada a la relación mano de obra – incidencia de enfermedades – productividad, que a simple vista pareciera una correlación lógica pero que en muchas oportunidades no se tiene en cuenta en los planes de desarrollo rural.

La *Figura 5* muestras los resultados para la productividad por hectárea, la oferta en mano de obra y la incidencia de las enfermedades en las 4 veredas estudiadas. Como se mencionó en el párrafo anterior, en esta ocasión se escogió analizar las tres variables conjuntamente debido al grado de relación que éstas contienen. Estudios realizados por la Federación Nacional de Cacaoteros (2012), Rueda (2013) arrojan que la mano de obra disponible es referente para el nivel de incidencia de enfermedades y ésta última es condicionante para la productividad por hectárea.

La vereda Peña Morada registra los menores niveles de productividad, esta condición es coherente debido a que en este territorio se registra la menor oferta en mano de obra por finca para atender los cultivos existentes. Estos sistemas productivos cuenta con una oferta de 2 personas para el total del área agrícola que posee, cantidad insuficiente para cubrir todas la

necesidades de los cultivos; resultado de ellos es la alta incidencia de enfermedades que se presenta en las fincas de esta zona.

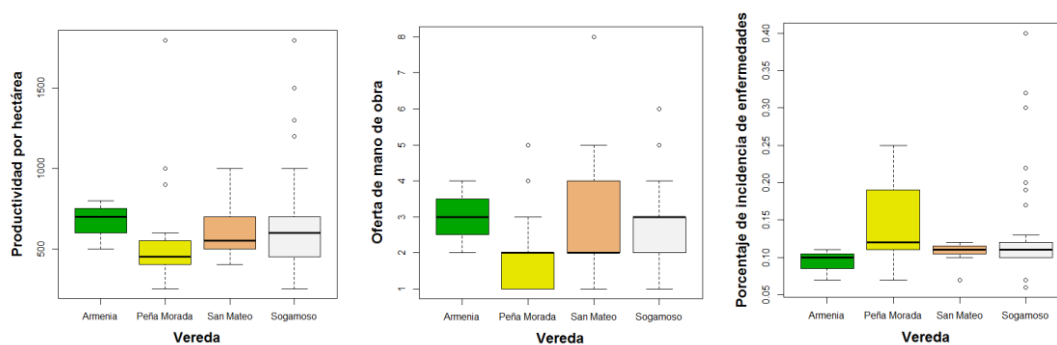


Figura 5. BoxPlot de la productividad, la incidencia y la mano de obra de las fincas entre veredas

Contrario a lo que se muestra en Peña Morada, la vereda la Armenia posee mejores niveles de productividad por hectárea, consecuencia de una oferta de mano de obra significativa 3 individuos por finca, y una baja incidencia en las enfermedades en los cultivos. Para el caso de San Mateo y Sogamoso, la productividad y la incidencia se muestran significativamente homogéneas.

5.6 Selección de variables por medio del coeficiente de variación

Es común que cuando se posee un número significativo de variables algunas de ellas no poseen la capacidad explicativa suficiente para potencializar las técnicas propuestas para los análisis estadísticos. Es por ello, que se hace necesario seleccionar las variables que aporten el mayor peso a la explicación del objeto que se busca en la investigación. En las metodologías planteadas para la tipificación o clasificación de sistemas productivos, el primer paso se focaliza en conocer el coeficiente de variación (CV) para cada una de las variables designadas en el estudio. En la presente investigación se identificaron las variables que lograron contribuir

al análisis de clasificación de sistemas de producción, de esta manera se consiguió eliminar información innecesaria o redundante. Es necesario establecer que para el cálculo del coeficiente de variación (CV) se utilizó la información de manera conjunta y no desagregada por vereda.

Para hallar los coeficientes de variación de los 106 sistemas de producción estudiados se calculó la media y la desviación estándar por variable, y con esto se obtuvo el coeficiente de variación (CV). A las variables que se les identificó un CV menor al 40% fueron sustraídas de la matriz de datos. En esta oportunidad sólo tres variables no alcanzaron a tener un coeficiente igual o superior al 40%. Estas fueron la *altura sobre el nivel del mar* (0,38), *edad del propietario del predio* (0,31), y la *producción vendida de la finca* (0,13). En la *tabla 6* se muestran los resultados del CV para cada una de las variables estudiadas.

Tabla 6.

Variación de las variables en estudio descrita a través de su coeficiente de variación.

VARIABLES	CV
Altura Sobre el Nivel del Mar	38%
Años de Escolaridad del propietario	83%
Edad del Propietario	31%
Oferta de mano de obra en la finca	50%
Trabajo extra predial del propietario	152%
Área total de la finca	87%
Área total agrícola	64%
Porcentaje del área agrícola	66%
Área pecuaria	168%
Porcentaje de área pecuaria	105%
Área de Bosque	131%
Porcentaje e área de Bosque	78%
Área total en cacao	62%
Área en café	376%
Número de árboles por hectárea	55%
Jornales familiares	58%
Jornales monetarios	85%
Incidencia de enfermedades	42%
Producción de la finca	44%
Productividad por hectárea	48%
Producción vendida de la finca	13%
Recursos financiados del predio	50%

Para excluir efectos de la diversidad de magnitud entre las variables y aquellos asociados a la escala de las unidades de medida, las variables se estandarizaron. Una vez obtenida la matriz estandarizada, se ejecutaron análisis de correlación entre las variables.

5.7 Selección de variables por medio de la matriz de correlación

La *Figura 6* muestra los resultados de la matriz de correlación. En ella se muestra la relación negativa entre variables en color rojo y la relación positiva en color azul, las correlaciones débiles (menores a 0,25) son marcadas con una X.

En los resultados se puede apreciar que variables como el área total en cacao (ATC) está fuerte y positivamente correlacionada con el área en agricultura (AA), el número de árboles de cacao (NAC), la incidencia en enfermedades (INC) y la producción de la finca (PR.CA). Igualmente la oferta en mano de obra (OMO) exhibe una fuerte correlación con los jornales familiares (JF), los jornales monetarios y con la producción en cacao (PR.CA).

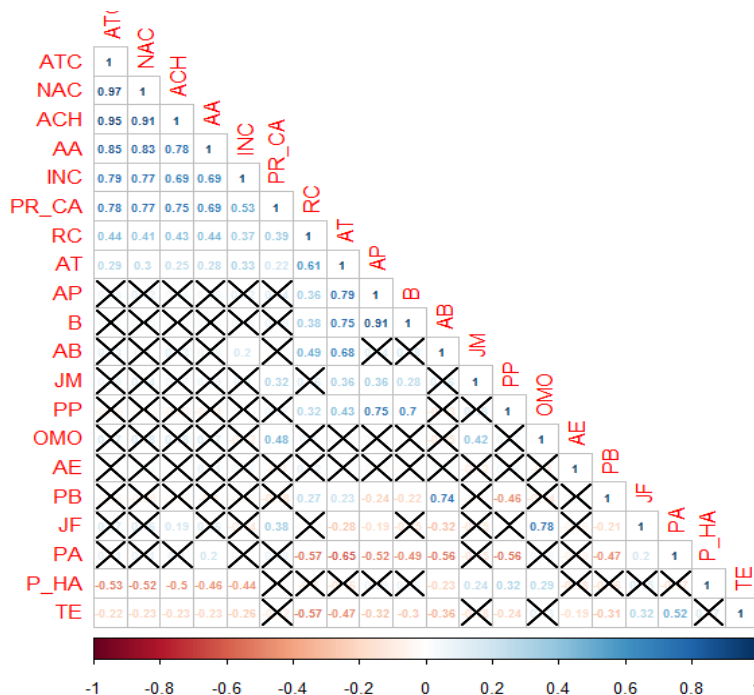


Figura 6. Matriz de correlación de las variables en estudio

Otra de las variables que revierte importancia para el presente estudio son los jornales familiares (JF) debido a que esta variable es la piedra angular del desarrollo del sistema de producción para la zona investigada; en este caso particular esta variable muestra correlaciones bajas con el área total (AT), y con el área pecuaria (AP), y un poco mayores con el área en cultivos de café (ACF). Finalmente con la oferta de mano de obra (OMO) su correlación si es fuerte y positiva.

Finalmente, para el caso de la oferta en mano de obra (OMO), su correlación es positiva pero baja con la productividad por hectárea (P.HA), y los jornales monetarios (JM), la correlación es importante únicamente con los jornales familiar (JF).

5.7.1 Análisis de la matriz de correlaciones. Para que el análisis de componentes principales contenga un significativo valor de éxito, es necesario que coexistan altas correlaciones entre las variables, para ello se observó nuevamente la matriz de correlación (*Figura 6*), y se identificó la existencia de información sin ninguna correlación (inferior al 0,40). Por tal motivo se procedió a remover de la matriz cinco variables que no aportan nada al modelo y desde lo teórico del análisis de sistemas de producción no son relevantes.

Tabla 7.

Variables excluidas del análisis.

ID	DETALLE VARIABLE	NOMENCLATURA VARIABLE
1	Trabajo extra predial	TE
2	Años Escolaridad	AE
3	Porcentaje de área agrícola	PA
4	Jornales Monetarios	JM
5	Área en café	ACF

Una vez removidas las variables la matriz de correlación quedó de la siguiente manera (*Figura 7*).

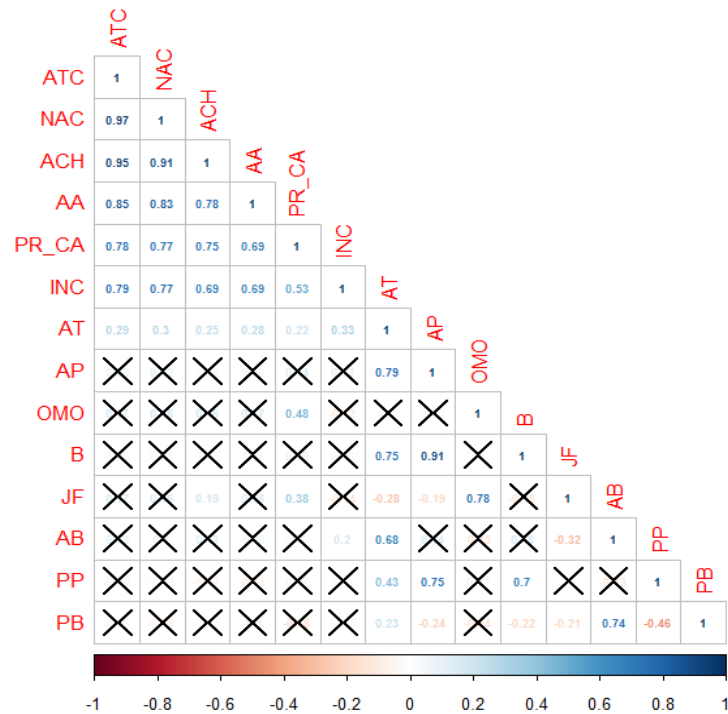


Figura 7. Nueva matriz de correlación con variables finales

5.8 Ejecución y Análisis de componentes Principales (ACP)

Una vez seleccionadas las variables que mayor aporte realiza al modelo tanto teórica como estadísticamente, se procedió a realizar el análisis de componentes principales. Éste se realizó por medio de las siguientes fases:

5.8.1 Test de esfericidad de Bartlett y el KMO (Kaiser, Meyer y Olkin). Por medio del test KMO se mostrará que la extracción de los componentes en su conjunto es significativa; en este contraste se pondrá evidenciar si los coeficientes de correlación r_{jh} observados entre las variables X_j y X_h y a_{jh} son los coeficientes de correlación parciales entre las variables X_j y X_h . La prueba arroja que si el valor Overall MSA es cercano a 1, mayor relación tiene las variables, por lo cual la técnica factorial es realizable. Los resultados se muestran en la parte de abajo, y

se aprecia que el resultado Overall MSA fue de 0.65 por lo que la técnica es aplicable al grupo de variables estudiadas.

```
Kaiser-Meyer-Olkin factor adequacy
Call: psych::KMO(r = datos1)
Overall MSA = 0.65
MSA for each item =
  OMO   AT   AA   AP   PP   AB   PB   ATC   ACH   B   NAC   JF   INC
0.57  0.44  0.50  0.41  0.78  0.29  0.87  0.79  0.86  0.90  0.90  0.59  0.90
PR.CA
0.92
```

Como medida de confirmación de los resultados obtenidos en el KMO se empleó la prueba de esfericidad de Bartlett. Esta técnica también evalúa la aplicabilidad del análisis factorial para las variables estudiadas. La prueba de hipótesis planteada postula:

Valor $P < 0,05$ se puede aplicar el análisis factorial por componentes principales.

Valor $P \geq 0,05$ no se puede aplicar el análisis factorial por componentes principales.

Los resultados obtenidos en la prueba de Bartlett se muestran a continuación, en ella se aprecia que el p-valor se encuentra por debajo de 5% por lo que la hipótesis nula no fue rechazada y el método de componentes principales es factible en su aplicabilidad para el grupo de datos estudiado.

```
Bartlett's Test of Sphericity
Call: REdaS::bart_spher(x = datos1)
      X2 = 2387.926
      df = 91
p-value < 2.22e-16
```

5.8.2 Selección de los factores. Para la selección de los componentes se estableció que se elegiría hasta el componente que recogiera el 80% de la variabilidad total de la matriz de

variables. Finalmente el total de componentes seleccionados fue de cuatro; estos recogen el 88,8% de la variabilidad total.

```

Importance of components:
      PC1    PC2    PC3    PC4    PC5    PC6    PC7
Standard deviation  2.2878  1.8137  1.5688  1.2078  0.58592  0.52794  0.51630
Proportion of Variance  0.3739  0.2350  0.1758  0.1042  0.02452  0.01991  0.01904
Cumulative Proportion  0.3739  0.6088  0.7846  0.8888  0.91334  0.93325  0.95229
      PC8    PC9    PC10   PC11   PC12   PC13   PC14
Standard deviation  0.43105  0.39500  0.38373  0.31501  0.24596  0.13836  0.006988
Proportion of Variance  0.01327  0.01114  0.01052  0.00709  0.00432  0.00137  0.000000
Cumulative Proportion  0.96556  0.97670  0.98722  0.99431  0.99863  1.00000  1.000000

```

5.8.3 Análisis de la matriz factorial. Posterior a la selección de los componentes principales, se ordenaron en forma de matriz. Cada elemento de ésta representó los coeficientes factoriales de las variables (las correlaciones entre las variables y los componentes principales). Esta matriz posee tantas columnas como componentes principales seleccionados y tantas filas como variables. Los resultados se presentan en la *tabla 8*.

Tabla 8.

Matriz factorial con el respectivo peso por componente.

Variables	PC1	PC2	PC3	PC4
Oferta de mano de obra	-0,112565031	-0,128426524	0,360637132	-0,565853238
Área total	-0,199910579	0,43872837	-0,16536003	-0,218608212
Área agrícola	-0,380976945	-0,096362203	-0,036859544	0,080752755
Área Pecuaria	-0,117968905	0,494489331	0,161249901	-0,026248238
Porcentaje de área pecuaria	-0,038252048	0,403502174	0,324843565	0,081745963
Área de Bosque	-0,075633695	0,195419925	-0,478162783	-0,377939499
Porcentaje de área de bosque	0,051668347	-0,030430414	-0,50155078	-0,428529918
Área total en cacao	-0,41971415	-0,097888392	-0,055513353	0,069599653
Área en cacao híbrido	-0,399161437	-0,109028146	-0,055163748	0,033122969
Número de Bovinos	-0,097100874	0,487469251	0,157019902	-0,058415642
Número de árboles por hectárea	-0,414824749	-0,083940705	-0,035745745	0,079004315
Jornales Familiares	-0,082138536	-0,246603398	0,385311336	-0,433420818
Incidencia de enfermedades	0,34651093	-0,002380491	-0,162882494	0,270818751
Producción total de cacao de la Finca	-0,36692908	-0,091264569	0,149890883	-0,121902889

Por medio de los resultados de la *tabla 8*, se determinó que la primera componente presenta coeficientes factoriales (marcados en rojo) cercanos a uno o menos uno en las variables, área

total en cacao (ATC), número de árboles de cacao (NAC), área en cacao híbrido (ACH), incidencia de enfermedades de cacao (INC) y producción total de la finca (PR.CA). Todas estas variables están relacionadas con características agronómicas del cultivo de cacao, por lo que ésta componente se denominó como **“Características físico-productivas de los cultivos de cacao”**.

El segundo componente se focaliza en las características pecuarias de los sistemas de producción. El área pecuaria (AP), el porcentaje de área (PP) destinada a sistemas pecuarios, el número de bovinos en la finca (B) y el área total de la finca (AT), son las características diferenciadoras en ésta componente, por ello se denominó **“Fortaleza pecuaria de los sistemas productivos”**.

El componente número tres se concentra principalmente en el porcentaje de área destinada a los bosques (PB) y el área de bosque (AB) del sistema de producción. Este componente tiene como potencial el área que no se destina para desarrollar ningún sistema productivo; este espacio es utilizado ya sea en procesos de conservación o simplemente la finca no cuenta con la capacidad en oferta de mano de obra necesaria para atender el manejo de mayor espacio productivo. El componente se denominó **“Potencial de área para la conservación en los sistemas productivos”**.

En el cuarto componente las variables que resaltan con mayor importancia, son las que se asocian con el manejo del sistema productivo (*tabla 8*). Estas características se relacionan con la funcionalidad en la operatividad del sistema en su forma general. Los jornales familiares (JF) y la oferta en mano de obra (OMO) son sus principales particularidades; esta condición permite

establecer que el componente se denomine “**Funcionalidad operativa del sistema de producción**”.

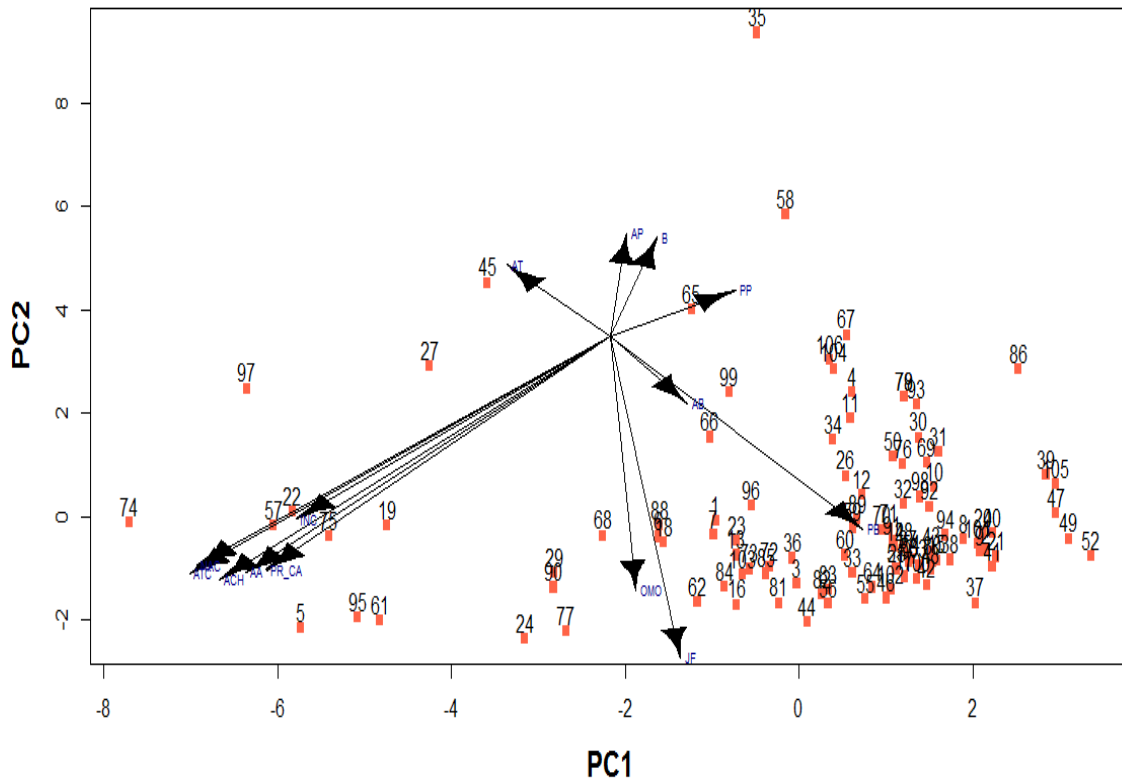


Figura 8. Gráfico de los componentes principales (CP)

Finalmente la *Figura 8* presenta el biplot con la ubicación de los sistemas productivos y las variables en un plano de dos dimensiones. Los resultados obtenidos son coherentes con las características reportadas sobre estos sistemas de producción; por ejemplo, según autores como Rueda (2013) y Mantilla, Arguello, & Méndez (2000), las fincas de la zona estudiada se caracterizan por tener una relación inversa entre el porcentaje de área pecuaria y el de área agrícola, área en cacao y el nivel de incidencia de enfermedades.

Los sistemas productivos que poseen mayor cantidad de área en cultivos de cacao, tienden a poseer menor área dedicada a la ganadería. Otras de las características que se evidencia en el

Figura 8, corresponden a la relación inversa entre la oferta en mano de obra (OMO) de los sistemas productivos y todas las características que poseen en torno al cultivo del cacao. En este tipo de sistemas de producción es recurrente que los niveles de incidencia de enfermedades se asocien de manera inversa con la cantidad de personas disponibles para su manejo de los cultivos.

Una escasa oferta de mano de obra por hectárea conlleva a que el factor de inóculo de los hongos se incremente consecuencia de un deficiente manejo de remoción de frutos enfermos, lo cual genera como resultado una baja productividad por hectárea, un ejemplo de ello son las fincas 22, 57 y 75, en las cual se tiene un área en cacao de 13, 14,5 y 12 hectáreas respectivamente, y una oferta de mano de obra de 2, 5, 3 correspondientemente; número de trabajadores escasos para el área sembrada en cultivos de cacao, situación que conlleva a que el factor de inóculo de los hongos de dichos cultivos reflejen niveles de incidencia de enfermedades de 24%, 30% y 22% .

5.9 Ejecución y Análisis de conglomerados (AC).

Como parte del proceso metodológico establecido en la investigación, el siguiente paso fue la ejecución del análisis de conglomerados (AC). Éste tenía como fin la búsqueda de agrupamientos que permitiera identificar la tipología de los sistemas productivos pertenecientes a la zona de estudio.

Para la ejecución de esta técnica estadística se contó con la base de datos que se construyó con los resultados de los cuatro pesos por componentes obtenidos por cada individuo según el análisis ACP que se ejecutó anteriormente, de este modo se garantizó que esta matriz no

contuviera ninguna correlación entre sus componentes. Las siguientes son las etapas en la cual se realizó el análisis de conglomerados.

- Elección de variables
- Elección de la medida de asociación
- Elección de la técnica Clúster

5.9.1 Elección de variables. Como el propósito de la investigación es producir un agrupamiento de los tipos de unidades de producción se optó por ejecutar un ACP y usar las componentes principales producidas como las variables para el análisis de clúster; en este caso se seleccionaron las cuatro primeras componentes que como ya se dijo lograron explicar el 88,8% de la varianza total.

5.9.2 Elección de la medida de asociación. Como la necesidad era unir individuos, en este caso sistemas de producción, fue ineludible tener algunas medidas numéricas que caracterizara las relaciones entre ellos; para este caso la medida seleccionada de asociación fue la distancia Euclídea, así los grupos formados contuvieron individuos parecidos de forma que la distancia entre ellos fue la más pequeña.

5.9.3 Elección de la técnica Clúster. Los resultados que se muestran a continuación son producto de la implementación del método Jerárquico en R. En la *Figura 9* aparece el Dendrograma en el cual se resaltan cinco grupos que se consideraron mostraban una clasificación interesante y útil para apoyar proyectos futuros de la Fundación Natura.

En la *tabla 9* se expone de manera general los resultados de los 5 sistemas de producción encontrados en esta clasificación de sistemas productivos. En el capítulo IV se abordará la descripción de cada tipología de sistemas de producción encontrada.

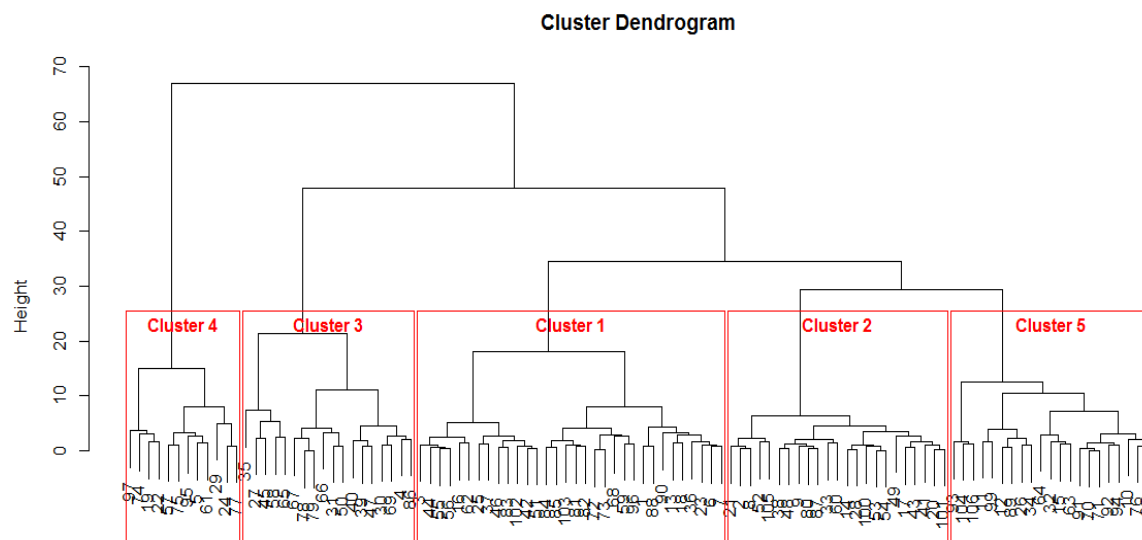


Figura 9. Dendrograma con los clúster encontrados

Tabla 9.

Tipos de clúster encontrados en la clasificación

CARACTERÍSTICA DEL CLÚSTER	# DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN	PORCENTAJE
Sistemas cacaoteros-ganaderos de mediana extensión	32	30%
Sistemas cacaotero tradicional de economía campesina	23	22%
Sistemas agropecuarios de alta tecnología	18	17%
Sistemas agrícola – ganaderos de baja tecnología	12	11%
Sistema agropecuario con potencial de conservación	21	20%
TOTAL	106	100%

6. Resultados

6.1 Descripción de los tipos de sistemas de producción encontrados

Con la ejecución de la presente investigación se logró obtener como resultados la clasificación de cinco diferentes tipologías de sistemas de producción agropecuarios en el área de estudio;

además se pudo determinar las características y particularidades que cada uno de ellas posee. A continuación se presentan las cinco tipologías obtenidas por medios de los análisis multivariantes y se resume la descripción para cada una.

6.1.1 Tipo 1. “Sistemas ganaderos-cacaoteros de mediana extensión”. Las características del primer tipo de sistema de producción denominado “**Sistemas cacaoteros-ganaderos de mediana extensión**” se presentan en la *Tabla 10*. Éste se enmarca en un predio que contiene como parte de su funcionalidad la combinación de cultivos y actividades pecuarias, y corresponde al principal sistema productivo encontrado en la zona de estudio (ver *Tabla 9*).

Tabla 10.

Tipo 1 Sistemas cacaoteros-ganaderos de mediana extensión

CLUSTER	VARIABLE	NUMBER	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	MEDIAN	SD	CV
1	Oferta de mano de obra	32	1	5	2	2	1,00	0,34
1	Área total de la finca	32	2	30	13,2	10	7,58	0,57
1	Área agrícola	32	2	19	6,6	6	3,13	0,47
1	Área pecuaria	32	0	10	2,3	2	2,58	1,13
1	Porcentaje de área pecuaria	32	0%	50%	16%	10%	15%	99%
1	Área en Bosque	32	0	16	4,3	2	4,78	1,11
1	Porcentaje de área en bosque	32	0%	60%	27%	30%	18%	68%
1	Área total de cacao	32	2	10	5,4	5,5	1,58	0,29
1	Área en cacao híbrido	32	2	10	4,8	4,5	1,77	0,37
1	Número de bovinos	32	0	25	6	2	7	1,30
1	Número de árboles por hectárea	32	1950	7200	4392	4250	126	0,29
1	Número de jornales familiares	32	154	691	430,	430	148,	0,34
1	Porcentaje de incidencia de enfermedades	32	7%	20%	13%	11%	5%	37%
1	Producción de cacao en la finca	32	2400	4000	2806	2700	437,	0,16
					,6		10	

En la *Tabla 10* se exponen los resultados de éste tipo de sistema de producción. Son fincas que poseen un promedio de 13,2 hectáreas, el uso principal del área de las fincas es agrícola, alcanza a registrar en promedio 6,6 hectáreas destina para esta actividad. Los sistemas pecuarios

también son significativos, este tipo de actividad productiva contiene en promedio hasta 2,3 hectáreas en potreros para la cría de ganado doble propósito. El área destinada a la conservación o a la no utilización en proyectos productivos alcanza cifra promedio de 4,3 hectáreas.

Estos sistemas productivos poseen una limitada mano de obra (dos obreros en promedio), si se tiene en cuenta la extensión de sus cultivos agrícolas como de zonas pecuarias. Para el caso del cacao el área promedio es de 5,4 hectáreas, que en términos de un adecuado manejo sería insuficiente debido a que se hace necesario contar por lo menos con tres personas para abarcar todas las actividades que esta área demanda.

Una respuesta de esta condición, limitada mano de obra, se refleja en el alto porcentaje de incidencia de enfermedades (13%) que poseen estos sistemas productivos. Como se argumentó anteriormente una oferta por debajo de la demanda necesaria para manejar los cultivos conlleva a que el factor de inóculo de los hongos se incremente debido al bajo control que se les realiza.

Por último se evidencia la importancia de los jornales familiares (430) en la dinámica de funcionamiento del sistema. Éstos se erigen como la principal oferta de trabajo y son los encargados de sostener todas las actividades desarrolladas en la finca. Con respecto a la producción de cacao de la finca, se ubica en cifras de 2.807 kilogramos/año en total, esto dejaría una media por hectárea (5,4 hectáreas en promedio) de 520Kg/ha al año, lo cual ubica esta cifra en la media nacional anual (Federación Nacional de Cacaoteros, 2012).

6.1.2 Tipo 2. “Sistemas cacaoteros tradicionales de economía campesina”. El segundo sistema de producción abarca el 22% de la totalidad de los predios estudiados; lo conforman

fincas que en promedio poseen 7,1 hectáreas con una desviación de 3 ha; esta tipología sería la de menor extensión de los cinco tipos de sistemas de producción encontrados.

Tabla 11.

Tipo 2. Sistemas cacaoteros tradicionales de economía campesina

CLUSTER	VARIABLE	NUMBER	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	MEDIAN	SD	CV
2	Oferta de mano de obra	23	1	3	2	2	0,49	0,27
2	Área total de la finca	23	1,5	16	7,1	7	3,02	0,42
2	Área agrícola	23	1	6	3,8	4	1,30	0,34
2	Área pecuaria	23	0	6	0,8	0	1,37	1,66
2	Porcentaje de área pecuaria	23	0%	40%	9%	0%	12%	136%
2	Área en Bosque	23	0	9	2,5	2	2,17	0,86
2	Porcentaje de área en bosque	23	0%	80%	32%	30%	21%	65%
2	Área total de cacao	23	1	5	3,2	3,5	1,23	0,38
2	Área en cacao híbrido	23	1	5	2,7	2,5	1,27	0,47
2	Número de bovinos	23	0	7	1,3	0	2,12	1,63
2	Número de árboles por hectárea	23	1100	4750	2689,1	2800	997,15	0,37
2	Número de jornales familiares	23	19	353	217,4	246	109,32	0,50
2	Porcentaje de incidencia de enfermedades	23	10%	12%	11%	11%	0%	4%
2	Producción de cacao en la finca	23	600	2500	1704,3	1800	458,48	0,27

Su funcionalidad se cimienta en la agricultura, el área destinada a esta actividad puede alcanzar hasta 3,8 hectáreas en promedio, mientras que el área pecuaria está relegada sólo a menos de una hectárea del área del predio (0,8). Por ser sistemas de baja dimensión, las dos personas disponibles son más que suficiente para atender las 3,2 hectáreas que tiene en promedio en cultivos de cacao, café o cítricos (ver *Tabla 11*), de allí que los niveles de incidencia de enfermedades en promedio se encuentren en el 11%.

Otras de las características de estas fincas está dada por la alta cantidad de jornales familiares (217) por hectárea que disponen (ver *Tabla 11*), lo que permite entender que el trabajo de todos

los miembros de la familia es la piedra angular del funcionamiento del sistema productivo y esta condición se ve reflejada en la producción de la finca (1704 Kg/ha año) y la productividad por hectárea (532,5 kg/ha año).

Uno de los problemas que tiene estos sistemas de producción en su funcionalidad está dado por la vulnerabilidad a cambios abruptos en las dinámicas de mercado, debido a que su viabilidad económica se sustenta exclusivamente en un cultivo, para este caso el cacao, y cualquier cambio en los precios de este producto conllevan a una pérdida significativa de su viabilidad económica (Mantilla , Arguello, & Méndez, 2000), (Rueda, 2013).

6.1.3 Tipo 3. “Sistemas agropecuarios de alta tecnología”. Corresponden al 17% de los sistemas estudiados (ver *Tabla 9*), su funcionalidad está dada por una combinación entre sistemas agrícolas y pecuarios, especialmente la ganadería, la cual abarca en promedio 27,3 hectáreas o un 77% de la totalidad del predio (ver *Tabla 12*). Estos sistemas de producción contienen en su dinámica productiva diversificación de su área debido a que 3,9 hectáreas son utilizadas en la producción de cultivos de cacao y de cítricos.

Tabla 12.

Tipo 3. “Sistema agropecuario de alta tecnología”

CLUSTER	VARIABLE	NUMER	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	MEDIAN	SD	CV
3	Oferta de mano de obra	18	1	6	2,7	2	1,4	0,5
3	Área total de la finca	18	2	100	34,5	23,5	26,8	0,8
3	Área agrícola	18	1	12	3,8	2,5	3,2	0,8
3	Área pecuaria	18	1	75	27,3	20	21,1	0,8
3	Porcentaje de área pecuaria	18	50%	90%	77%	80%	12%	16%
3	Área en Bosque	18	0	22	3	2	5,5	1,6
3	Porcentaje de área en bosque	18	0%	20%	8%	10%	9%	103%
3	Área total de cacao	18	1	10	3,3	2,5	2,4	0,7
3	Área en cacao híbrido	18	1	8	2,8	2	2,1	0,7
3	Número de bovinos	18	1	150	41,4	40	33,5	0,8

CLUSTER	VARIABLE	NUMER	MINIM	MAXIM	ME	MEDI	SD	CV
		ER	UM	UM	AN	AN		
3	Número de árboles por hectárea	18	1000	7000	2912,2	2050	1924,8	0,7
3	Número de jornales familiares	18	38	691	321,2	307	202,7	0,6
3	Porcentaje de incidencia de enfermedades	18	6%	20%	11%	11%	3%	31%
3	Producción de cacao en la finca	18	800	4500	2327,8	2200	1005,2	0,4

El tamaño de los predios en promedio es de 34,5 hectáreas con una desviación de 26,8 ha (ver *Tabla 12*). El número de personas que se encuentran a cargo del sistema productivo en promedio es de tres individuos, siendo éste de los más elevados de los cinco tipos de sistemas de producción. Sin embargo, por ser la ganadería su principal actividad, esta no demanda un número alto de jornales, lo cual permite que el sobrante de mano de obra sea utilizado en labores agrícolas, principalmente en el cultivo de cacao que cuenta en promedio con un área de 3,3.

Aunque se posea disponibilidad de mano de obra familiar, 321 jornales en promedio año (ver *Tabla 12*), estas fincas tienen la posibilidad de contratación constante de mano de obra, debido a esto, el porcentaje de incidencia en cultivos es de los más bajos de todos los tipos de sistemas encontrados, éste alcanza el 11% en promedio, y esta condición se ve reflejada en la producción de cacao (2.328 Kg/ha año) y su productividad por hectárea (705,4 kg/ha año) que es la más elevada de todas los tipos de sistema de producción. Por último se evidencia que el área de bosque es baja (8% en promedio) situación que ratifica lo expuesto con respecto a la mano de obra contratada y a la posibilidad constante de ampliación del área productiva de la finca.

6.1.4 Tipo 4. “Sistemas agrícola –ganaderos de baja tecnología”. Este tipo de sistema de producción contiene características comunes con el 11% de las fincas estudiadas (ver *Tabla 9*). Entre su funcionalidad prima características tal como un déficit en el manejo de su sistema

cultivo, lo cual le imposibilita la capacidad de ampliación de su área productiva (ver *Tabla 13*). Cuentan con una extensión promedio de 34,4 y una desviación de 19,1 hectáreas, de ésta 9,6 son dedicadas a la ganadería, su área agrícola en promedio es de 12,7 hectáreas y gran parte de ellas se encuentran cultivadas en cacao.

Tabla 13. *Tipo 4. Sistemas agrícola –ganaderos de baja tecnología*

CLUSTER	VARIABLE	NUMBER	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	MEDIAN	SD	CV
4	Oferta de mano de obra	12	1	8	4	4	1,9	0,5
4	Área total de la finca	12	15	80	34,4	30	19,1	0,6
4	Área agrícola	12	8	16	12,7	12,5	2,2	0,2
4	Área pecuaria	12	0	30	9,6	6	8,6	0,9
4	Porcentaje de área pecuaria	12	0%	50%	24%	20%	16%	67%
4	Área en Bosque	12	0	35	12,1	6,25	12,0	1,0
4	Porcentaje de área en bosque	12	0%	60%	28%	30%	22%	79%
4	Área total de cacao	12	8	15	11,7	12	2,2	0,2
4	Área en cacao híbrido	12	6	13	10,3	10	2,1	0,2
4	Número de bovinos	12	0	30	14,4	15,5	10,9	0,8
4	Número de árboles por hectárea	12	5600	10500	8391,7	8400	129,6	0,2
4	Número de jornales familiares	12	77	860	481,3	499,5	253,6	0,5
4	Porcentaje de incidencia de enfermedades	12	12%	40%	23%	22%	8%	36%
4	Producción de cacao en la finca	12	2500	6750	4598,3	4625	116,9	0,3

La disponibilidad de mano de obra es baja (*tabla 13*), a pesar que el número absoluto de trabajadores es el más alto de todos los tipos encontrados (4 en promedio). Esta disyuntiva está asociada con el número de hectáreas agrícolas y pecuarias con que cuenta este tipo de sistema productivo, que a nivel general desborda la capacidad de trabajadores que mantiene las finca.

El número de hectáreas en cacao es de, 11,7 ha con una desviación de 2,2 ha, es las más alta de todos los tipos estudiados, no obstante, y como se mencionó anteriormente, el equilibrio en la cantidad de mano de obra disponible revierte que las plantaciones contengan un manejo inadecuado, lo cual la hace altamente vulnerable a los fitopatógenos, prueba de ello son los

elevados índices de incidencia que poseen, 22% en promedio, siendo este valor el más alto registrado en los tipos de sistemas de producción encontrados.

Sumado a lo anterior este tipo de fincas es la que presenta la producción y productividad por hectárea más baja de los 5 tipos de sistemas de producción; con una producción promedio de 4.598 kg año en todo la finca y una productividad de 393 kg/ha año. Como se aprecia en la *Tabla 13*, los jornales familiares parecieran ser altos (481), sin embargo, el número de hectáreas agrícola y pecuarias desborda la oferta existente, lo cual hace altamente vulnerable a cambios en precio o en el clima, sumado a lo anterior la imposibilidad de contratación de jornales monetarios hace que no se pueda atender de manera eficiente todos los requerimientos existentes en este tipo de fincas, prueba de ello es el alto porcentaje de área en bosques 28%, que demuestra la poca capacidad de ampliación del área productiva.

6.1.5 Tipo 5. “Sistema agropecuario con potencial de conservación”. El último y quinto clúster se denomina *sistemas agropecuarios con potencial de conservación*, estos representan el 20% del total de las fincas evaluadas (ver *Tabla 9*). Su área es en promedio de 32,6 con una desviación de 15,5 hectáreas (ver *Tabla 14*). De esta se destina a cultivos, en promedio 4 hectáreas, y a actividades pecuarias aproximadamente 6,6 hectáreas. Un alto porcentaje del territorio de estos sistemas de producción se encuentra en bosque o rastrojo altos, 22 hectáreas en promedio con una desviación de 12,9.

La oferta de mano de obra es dos personas disponibles para trabajar en las labores de la finca, especialmente en sus 3,7 hectáreas en cacao. Esta condición hace que la incidencia de los hongos se encuentre en parámetros normales (10%). La contratación de jornales monetarios es alta, por lo general estos predios están bajo el manejo de un administrados, el cual junto a su

familia se encargan de todas las labores que éste demande, de allí que los jornales familiares, en este caso puesto por el administrador sea de 258. La producción se encuentra en 1.963 kilogramos año, y la productividad por hectárea en 531 kg/ha año (ver *Tabla 14*).

Tabla 14.

Tipo 5. “Sistema agropecuario con potencial de conservación”

CLUSTER	VARIABLE	NUMBER	MINIMUM	MAXIMUM	MEAN	MEDIA	SD	CV
5	Oferta de mano de obra	21	1	6	2	2	1,2	0,6
5	Área total de la finca	21	13	70	32,6	26	15,5	0,5
5	Área agrícola	21	3	7	4	4	1	0,3
5	Área pecuaria	21	1	20	6,6	5	6,5	1
5	Porcentaje de área pecuaria	21	0	0,6	0,2	0,1	0,2	0,9
5	Área en Bosque	21	8	54	22	20	12,9	0,6
5	Porcentaje de área en bosque	21	0,3	0,9	0,7	0,7	0,2	0,2
5	Área total de cacao	21	2	5	3,7	4	0,8	0,2
5	Área en cacao híbrido	21	2	5	3,6	3	0,9	0,2
5	Número de bovinos	21	0	40	10,4	8	11	1,1
5	Número de árboles por hectárea	21	1400	5000	2927,1	2800	780	0,3
5	Número de jornales familiares	21	12	707	258	307	188,6	0,7
5	Porcentaje de incidencia de enfermedades	21	0,06	0,12	0,1	0,11	0	0,1
5	Producción de cacao en la finca	21	900	3600	1963,8	2000	639,9	0,3

Las características que diferencian estos sistemas de producción del resto de fincas estudiadas están en las particularidades de sus propietarios, por lo general no son campesinos; éstos se enmarcan en individuos dedicadas a otras actividades económicas, o simplemente herederos que no están interesados en continuar con el rol agropecuario que poseían sus antepasados, de allí que el espacio de los predios dejado en bosque es el más alto de todos los tipos estudiados.

Por último, la *Figura 10* muestra los resultados descriptivos de manera general de cada una de las 14 variables estudiadas para cada uno de los sistemas de producción encontrados. De

manera general se aprecia que el área agrícola en la tipología 4 es la de mayor dimensión, caso contrario la tipología 3 presenta el área agrícola de menor tamaño.

A su vez, la oferta de mano de obra (OMO) en la tipología 4 es la más alta de todas, sin embargo es insuficiente para la totalidad de hectáreas de cultivos de cacao (ATC) con que cuenta. La tipología 5 es la que posee la mayor área en reserva natural o bosque, en contra parte la tipología 2 el área en bosque es prácticamente nula.

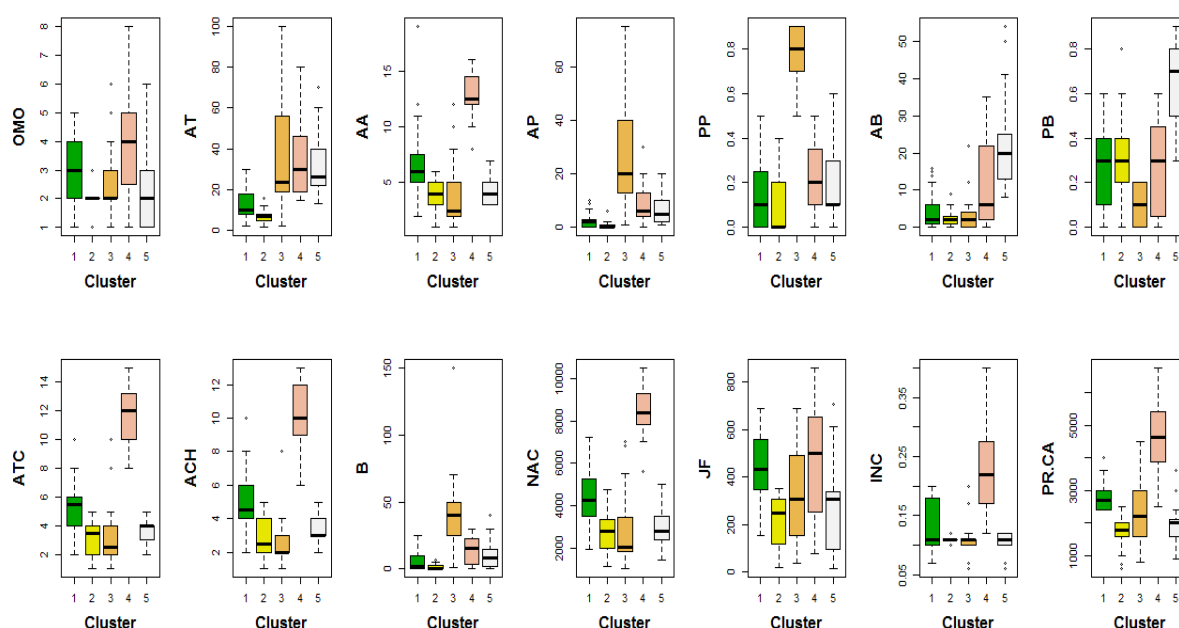


Figura 10. BoxPlot con el comparativo por variable y tipo de sistemas de producción encontrado

Finalmente se establece que la clasificación de fincas o sistemas productivos es una herramienta avanzada de diagnóstico de territorios rurales, la cual permite construir planes de desarrollo a partir de cualidades particulares. Caso de esta condición es la presente investigación, la cual servirá para que la Fundación Natura inicie proyectos de adaptación a cambio climático y de conservación, así se permitirá focalizar los esfuerzos en los tipos de sistemas productivos encontrados.

7. Conclusiones

Por medio de la estadística descriptiva se logró evidenciar las cualidades de las variables y sistemas productivos utilizadas en el estudio. Las tablas descriptivas 2, 3, 4, y 5 permitieron una primera aproximación a las cualidades de las fincas por vereda; éstas evidenciaron que todas ellas poseían un componente fuerte en la agricultura, especialmente en el desarrollo de cultivos como el cacao y el café; asimismo esta técnica permitió determinar que en algunas zonas, la ganadería era el sistema de mayor transcendencia y que la mano de obra familiar se constituía como la principal fuente de oferta para el desarrollo de actividades en los predios.

Igualmente con los Boxplot (*Figuras 3, 4 y 5*) se estudiaron variables que se pensaban relevantes para la investigación, como fue el caso de la altura sobre el nivel del mar, pero que al final no trascendieron más allá de lo descriptivo; de la misma forma se exhibió cómo se encontraba la distribución total del área promedio de los predios por vereda y su porcentaje en agricultura y ganadería. Sumado a esto, éste recurso sirvió para comparar la productividad por hectárea, la oferta de mano de obra y la incidencia de las enfermedades en cada una de las veredas que constituida la zona de investigación.

Por otra parte, las metodologías estadísticas multivariadas de Análisis de Componentes Principales (ACP) y de Análisis de Conglomerados (AC), permitieron construir la clasificación de cinco tipos de sistemas de producción agropecuarios en la cuenca del río Chucurí en el municipio de Betulia Santander. Un primer tipo de Sistemas cacaoteros-ganaderos de mediana extensión; un segundo de tipo denominado Sistemas cacaoteros tradicionales de economía campesina, un tercer tipo de Sistemas agropecuarios de alta tecnología, un cuarto tipo de

Sistemas agrícola –ganaderos de baja tecnología y un quinto tipo de Sistema agropecuarios con potencial de conservación.

Adicionalmente, las características cuantitativas y cualitativas de los cinco Tipos de sistemas de producción encontrados arrojaron que todos tienen la agricultura como rubro principal de producción, aunque los sistemas tipo 1, 3 y 4, presentan un área importante dedicada a la ganadería. El cultivo del cacao es el principal cultivo de la zona; el cacao híbrido es la variedad de mayor representatividad en todos los Tipos de sistemas encontrados.

También se evidencia que los sistemas tipo 5 es en donde los convenios de compañía en la administración del predio representa la forma predominante de contratación de mano de obra, seguido de los sistemas Tipo 3 donde también se presenta esta forma de arreglo. Los sistemas de producción del Tipo 2 y 4 son administrados exclusivamente por sus dueños, al igual que un porcentaje significativo de los sistemas Tipo1.

Los resultados encontrados representan un primer avance para entender las realidades agrícolas, productivas y socioeconómicas actuales de los Tipos de sistemas de producción que se encuentran en la cuenta del río Chucurí en el municipio de Betulia, Santander, y servirá como una línea base para emprender proyectos que se focalicen en la implementación de estrategias de implementación de tecnología, ya sea para un incremento de la productividad, o en el caso específico de la Fundación Natura para determinar las capacidades adaptativas a variabilidad y cambio climático que cada uno de ellos poseen.

Para ilustrar la importancia de contar con una clasificación de sistemas productivos citamos el hecho que para la Fundación la selección de fincas participantes de un proyecto se puede

ahora orientar basado en el ajuste a las condiciones que requieren los proyectos, hecho que asegura mayor eficiencia costo-beneficio en la ejecución de una propuesta.

Como línea futura de investigación en el corto plazo se considera la verificación en campo de la tipificación propuesta que incluye cinco tipos para ver si ésta corresponde a las condiciones reales actuales de los sistemas de producción existentes en el área de estudio.

Referencias Bibliográficas

- Alcaldía de Betulia. (2000). *Esquema Básico de Ordenamiento Territorial*. Betulia, Santande, Colombia.
- Ávila, L. A., Muñoz, M., & Rivera, B. (2000). Tipificación de los Sistemas de producción Agropecuaria en la Zona de Inleuncia del programa UNIR (Caldas). *CONDESAN*.
- Berdegue, J. A., Sotomayor, O., & Zilleruelo, C. (1990). Metodología de Tipificación Y clasificación de Sistemas de Producción Campesino de la Provincia de Ñuble, Chile. En G. Escobar, & J. Bérdegue, *Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola* (págs. 85 - 117). Santiago, Chile: Gráficas Andes.
- Coronel de Renolfi, M., & Ortuño Pérez, S. (2005). Tipificación de los Sistemas de Producción Agropecuarios en el Área de Riego de Santiago del Estéreo, Argentina. *Problema del Desarrollo, Revista Internacional de Economía*, 63 - 88.
- De la Fuente Fernández. (2011). *Analisis Factorial*. Madrid: Facultad de ciencias Económicas y Empresarial UAM.
- Dufumir, M. (1990). Importancia de la Tipología de Unidades de Producción Agrícola en el Análisis del Dignóstico de Realidades Agrarias. En G. Escobar, & J. Berdegué, *Tipificación de Sistemas de Producción Agrícolas* (págs. 46 - 63). Santiago de Chile: Gráficas Andes Ltda.
- Escobar, G., & Berdegue, J. (1990). Conceptos y Metodologías Para La Tipificación de Sistemas de Finca: La Experiencia de RIMISP. En G. Escobar, & J. Berdegue, *Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola* (págs. 13 - 44). Santiago de Chile: Gráficas Andes Ltda.

- Federación Nacional de Cacaoteros. (2008). *Resultados del Censo cacaotero del departamento de Santander*. Bogotá: Fedecacao.
- Federación Nacional de Cacaoteros. (2012). *Guía técnica para el cultivo del cacao*. Bogotá: Fedecacao.
- García, C. H., & Calle, L. M. (1998). Consideraciones metodológicas para la tipificación de sistemas de producción Bovinos a partir de fuentes secundarias. *Revista CORPOICA No 2*, 6 - 15.
- González, P., Díaz , A., Torres, E., & Garnica, E. (2014). Una Aplicación de Análisis de Componentes Principales en el Área Educativa. *Economía No 9*, 55 -70.
- Guisande, C., & Vaamonde Liste, A. (2012). *Gráficos Estadísticos y Mapas con R*. Vigo, España: Ediciones Díaz de Santos.
- Hart, R. (1990). Componentes, Subsistemas y Propiedades del Sistema Finca como Base Para un Método de Clasificación. En E. Góerman , & J. Berdegúe, *Tipificación de Sistemas de Producción Agrícola* (págs. 45 - 64). Santiago de Chile: Gráficas Andes Ltda.
- Harwood, R. R. (1986). *Desarrollo de la Pequeña Finca*. San José, Costa Rica: IICA.
- Landín, R. (1990). Tipificación de Fincas Lechara en Ecuador. En G. E. Berdegue, *Tipificación de Sistemas de Producción* (págs. 167 - 180). Santiago de Chile: Gráficas Andes Ltda.
- Mantilla , J., Arguello, A., & Méndez, H. (2000). *Caracterización y Tipificación de los productores de cacao en el departamento de Santander*. Bucaramanga: CORPOICA.
- Muñoz Giro, J. (1995). *Técnicas de Análisis Multivariantes*. San José: Banco Central de Costa Rica.
- Ríos Gallego, G., Carrascal Romero, M., Botero ospina, M. J., Franco, G., Pérez Cárdenas , J. C., Morales Muñoz, J. E., . . . Echeverry Agudelo, D. I. (2004). Zonificación, Caracterización y Tipificación de los Sistemas de Producción de Lulu (*Solanum quitoense* Lam) en el Eje Cafetero. *CORPOICA No 5*, 22 - 30.

Roa Ortíz, S., Sánchez Perilla, J., & Mateus Segura, A. (2009). *Análisis de la estructura del comercio del cacao, subproductos y derivados en el mercado internacional*. Bogotá: Editorial y Publicaciones.

Romesburg, H. C. (1984). *Cluster Analysis for researchers*. Lifetime Learning Publications.

Rueda, A. (12 de 2013). *Tificación, Cracterización y Evaluación Socio-económica de los Sistemas de Producción existentes en las veredas de Cantaranas, Los Medios, La Esperanza y Santa Inés, del municipio de San Vicente de Chucurí, Santander*. Bogotá D.C: Repositorio de tesis, Pontificia Universidad Javeriana.