UNIVERSIDAD CENTRAL "MARTA ABREU" DE LAS VILLAS
VERITATE SOLA NOVIS INPONETUR VIRILISTOGA. 1948
FACULTAD DE MATEMÁTICA, FÍSICA Y COMPUTACIÓN

Caracterización de fincas agropecuarias por métodos estadísticos"

Tesis en opción al título académico de:

Master en Matemática Aplicada.

Autor: Lic. Eduardo Carmona Chagoyén

Tutor: Dr.C. Uvedel Bernabé Del Pino Paz

Año 2010.
Año 52 de la Revolución.

CON SU ENTRAÑABLE TRANSPARENCIA

"Un pueblo que no produce sus propios alimentos es un pueblo esclavo: no tiene la menor libertad. Si una sociedad no produce lo que se come siempre será dependiente de otros… "

José Martí

Resumen

La caracterización de las fincas agropecuarias está dirigida a elaborar programas que permitan alcanzar niveles más altos de sostenibilidad. Esta caracterización se hace teniendo en cuenta sus tamaños, infraestructuras, recursos humanos, niveles de aprovechamiento de sus tierras, producciones agrícolas y pecuarias, entre otros factores. Ello implica considerar un importante número de variables capaces de reflejar las características específicas de cada una de las fincas.

Para investigar las posibles dependencias entre variables se usa el análisis de correlaciones, la búsqueda de factores comunes se hace por medio del análisis componentes principales y con el análisis de conglomerados se realizan los agrupamientos de fincas semejantes.

Para ejemplificar la metodología se utiliza la granja Los Pitos, Placetas, constituida por 13 fincas agropecuarias. El análisis de correlaciones permitió conocer la existencia de una dependencia alta entre los tamaños de las áreas de las fincas y las del cultivo con el volumen de la fuerza de trabajo y los niveles de mecanización en esta granja.

En el análisis de componentes principales se observa una primera componente, la cual explica casi el 48% de la variabilidad total. En este primer factor se muestra la dependencia entre el tamaño de las fincas y las áreas dedicadas a labores con el volumen de la fuerza de trabajo, de mecanización pos-cosecha y de almacenamiento.

La segunda componente explica el 15% de la variabilidad. En ella el número de cultivos diferentes y la mecanización está en contraposición con el área e infraestructura para el riego.

Tabla de Contenido

Resumen *2*

Tabla de Contenido *3*

Introducción *5*

Hipótesis Planteada: **7**

Objetivo General: **7**

Objetivos Específicos: **7**

Métodos de investigación **8**

Capítulo 1: Estudio bibliográfico sobre caracterizaciones de fincas usando métodos estadísticos. *9*

1.1 Estudio bibliográfico sobre caracterizaciones de fincas **9**

1.2 Caracterizaciones de fincas con ayuda de métodos estadísticos. **10**

1.2.1 Algunas investigaciones realizadas aplicando métodos estadísticos 11

1.3 Principales métodos estadísticos que pueden ser usados para caracterizar poblaciones multivariadas. **15**

1.3.1 El análisis de componentes principales (ACP) 15

1.3.2 Análisis de Conglomerados 17

1.3.3 Análisis de las correlaciones bivariadas 19

1.4 Agroecología y sostenibilidad. Su importancia **20**

Capítulo 2: Desarrollo de un procedimiento estadístico para caracterizar fincas agropecuarias *23*

2.1. Determinación de objetivos y sus alcances en la caracterización de una finca **23**

2.2 Definición de las variables que deben ser incluidas para caracterizar una finca **29**

2.2.1 Variables asociadas a los recursos naturales 29

2.2.2 Variables asociadas a los recursos humanos 30

2.2.3 Variables asociadas a los recursos económicos 31

2.3 Recolección de los datos sobre las variables definidas **32**

2.4 Análisis de correlaciones entre las variables definidas para la caracterización **33**

2.5 Búsqueda de factores usando el método análisis de componentes principales **33**

2.6 Agrupación de fincas usando análisis de conglomerados **34**

2.7 Agroecología y sostenibilidad **35**

2.7.1 Indicadores para la caracterización de fincas agroecológica. 35

Capítulo 3: Aplicación del procedimiento estadístico para caracterizar fincas en un municipio de Cuba: (Placetas) *38*

3.1 Determinación de objetivos y sus alcances en la caracterización de una finca **39**

3.2 Definición de las variables que deben ser incluidas para caracterizar una finca 43
3.3 Recolección de los datos sobre las variables definidas 43
3.4 Análisis de correlaciones entre las variables definidas para la caracterización 44
3.5 Búsqueda de factores aplicando el análisis de componentes principales 45
3.6 Agrupación de fincas con el análisis de conglomerados 48
3.7 Información sobre agroecología y sostenibilidad 49
3.7.1 Medio usado para encontrar los niveles de conocimientos sobre agroecología y sostenibilidad que poseen los responsables de diferentes actividades en las fincas 52
3.7.2 Interpretación de los resultados de la encuesta 52
Conclusiones ***..... 57***
Recomendaciones ***..... 58***
Bibliografía ***..... 59***
Anexo 1: Encuesta para determinar el nivel de información sobre ecología y sostenibilidad del personal con responsabilidades en las fincas. 65
Anexo 2: Resultados de la Encuesta 66

Introducción

La agricultura convencional o industrial “moderna”, se caracteriza, entre otros aspectos, por el empleo de una gran cantidad de insumos como fertilizantes, agrotóxicos, herbicidas y sustancias sintéticas para complementar la alimentación de los animales. Asimismo, hace un excesivo uso del riego, la maquinaria agrícola, el monocultivo de plantas muy especializadas de altos requerimientos y baja resistencia (híbridos y organismos genéticamente modificados), todo lo cual ha disminuido la diversidad biológica, la eficiencia de utilización de la energía y provocado desequilibrio ecológico.

Cuba no ha estado exenta de dichas consecuencias. El país confronta exceso de salinidad en más de un millón de hectáreas, erosión de media a fuerte y compactación elevada de sus suelos, aumento de suelos infértiles, desarborización de las áreas, invasión extensa de malezas como el marabú.

La agroecología es la ciencia donde se integran ideas y métodos de hacer agricultura. Ella constituye un grupo de principios y de metodologías participativas donde se puede conjugar los conocimientos de los agricultores y campesinos con los conocimientos científicos, en apoyo al proceso de conversión de la agricultura convencional a una agricultura de base ecológica u orgánica. En contraposición a la agricultura convencional, se desarrollan en el mundo alternativas, métodos o prácticas de hacer agricultura, definidas por distintos términos, según el país, costumbres, idiomas entre otras formas. Funes (2007)

Las prácticas no convencionales de hacer agricultura pueden ser: orgánica, ecológica, conservacionista, permacultura, biodinámica, natural, viva, alternativa ó regenerativa. En esta tesis, estos términos son esencialmente muy afines y persiguen objetivos similares, por tanto no tiene sentido discrepar en sutilezas gramaticales que nos puedan dividir, sino por el contrario pasarlas por alto y entender todo lo común en esas distintas corrientes, todas defensoras del medio ambiente y de la lucha por un mundo mejor.

Los objetivos de la agricultura orgánica son: Producir alimentos sanos y económicos, accesibles a la población, libres de agrotóxicos, sin contaminar el medio ambiente eliminando todos los insumos y prácticas perjudiciales.

La aplicación de los sistemas agroecológicos, entraña aspectos ambientales, sociales, económicos, culturales, políticos y éticos.

Tanto la base científica (agroecología), como los métodos o prácticas empleadas, persiguen un objetivo común; la sostenibilidad de los agroecosistemas. Sostenibilidad es un término tomado de la ecología y expresa la tendencia de los ecosistemas a la estabilidad y equilibrio dinámico, basado en la independencia y complementación de formas vivas diversificadas. El equilibrio de la naturaleza tiene su base en la biodiversidad e integración de los sistemas. En los bosques no existen suelos despoblados de vegetación, ni monocultivos, sino una amplia diversidad de especies vegetales y animales, conviviendo en perfecto equilibrio, donde nada se desecha y todo se recicla sostenidamente. Funes (2007)

Uno de los grandes desafíos que enfrentan los investigadores agrícolas a la hora de fomentar el desarrollo agrario sostenible, es diseñar programas ajustados a las condiciones de los productores. No hay sistemas agrícolas iguales, tampoco existen dos fincas cuyas circunstancias sean idénticas y, por consiguiente, tengan necesidades tecnológicas exactamente iguales.

Debido a heterogeneidad de los agroecosistemas, condiciones económicas, sociales, gustos y habilidades de los productores directos... no existe un modelo único de finca integrada agroecológica, ni un paquete tecnológico único. En la concepción agroecológica, en cada lugar se hará lo que permitan las condiciones del ecosistema, la vocación, creatividad y habilidades del hombre, la biodiversidad de plantas y animales que logremos, las condiciones climáticas, en fin, todas las variables existentes en la interacción naturaleza/hombre.

En este sentido las fincas se pueden caracterizar según los factores del sistema, entre los cuales se encuentran: recursos naturales, humanos, económicos y medios de producción entre otros factores de diferenciación como son: suelo, biodiversidad, agua, fuerza de trabajo, Infraestructura, medios de producción, insumos, sistemas de riego y tecnologías de producción.

La caracterización de una unidad agropecuaria requiere por lo tanto considerar un importante número de variables, las cuales pueden ser cuantitativas y/ó cualitativas. Ellas en su conjunto deben ser capaces de reflejar las características específicas de cada una de las fincas.

Los métodos de la estadística multivariada tienen la posibilidad de hacer análisis e interpretaciones usando de manera conjunta todas las variables. Por esta razón pueden elaborarse procedimientos, basados en métodos multivariados, capaces de caracterizar las fincas agropecuarias.

Hipótesis Planteada:

Las fincas agropecuarias pueden ser caracterizadas por medio de los análisis de correlaciones, componentes principales y conglomerados.

Objetivo General:

- Elaborar un procedimiento capaz de caracterizar las fincas agropecuarias de acuerdo a sus tamaños, infraestructuras, recursos humanos, niveles de aprovechamiento de sus tierras, producciones, entre otros factores, aplicando los métodos de la estadística multivariada.

Objetivos Específicos:

- ✓ Seleccionar las principales variables con las cuales encontrar factores de incidencia.
- ✓ Elegir los métodos de la estadística multivariada para el análisis de las variables y factores incluidos.
- ✓ Implementar el procedimiento por medio de software profesionales ya existentes.
- ✓ Ejemplificar el procedimiento en fincas cuya información básica se tenga disponible.

Métodos de investigación

El método de investigación desarrollado tiene como punto de partida el estudio de conjuntos de datos empíricos. En base a este estudio se hacen inferencias lógicas con las cuales se elabora la hipótesis planteada. Seguidamente por medio de un razonamiento lógico deductivo desde esta hipótesis se arriban a conclusiones particulares comprobadas experimentalmente.

Por lo tanto se usa esencialmente el método hipotético-deductivo.

Capítulo 1: Estudio bibliográfico sobre caracterizaciones de fincas usando métodos estadísticos.

1.1 Estudio bibliográfico sobre caracterizaciones de fincas

La caracterización de fincas agropecuarias se desarrolla junto con la agrimensura desde la antigüedad. Parece ser que en Egipto y, posteriormente, en el Imperio Romano existían ciertas formas rudimentarias de caracterización agraria. En Egipto, por ejemplo, la distancia al Nilo era un elemento clave en el carácter y valor de las tierras. Según Caballer (1993), se aplicaron técnicas de caracterización de fincas agrarias en el antiguo reino de Aragón y la Valoración Agraria como ciencia, tal como se conoce en la actualidad, aparece en el siglo XVI en los países mediterráneos europeos, de manera especial en Italia, con algunos antecedentes contemporáneos en el Reino Unido, extendiéndose posteriormente a otros países europeos como Alemania y Suiza. En tanto a España se refiere, la caracterización agraria se desarrolla en paralelo a la de Italia debido a la proximidad y a la influencia mutua de las culturas de estos dos países, aunque hay un mayor interés en Italia, por lo tanto, la bibliografía italiana es más extensa y profunda. Si bien ya hubo antecedentes de ello en Cataluña durante el siglo X, es en el siglo XVIII cuando aparecen los primeros escritos de caracterización dentro de tratados de temática más general. Posteriormente en el siglo XIX aparece el primer tratado específico del tema cuyo autor es Ruiz Rochera, siguiendo criterios y métodos que se modifican poco hasta comienzos del siglo XX. En 1898 aparece un tratado de Valoración y caracterización Agraria, debido a Torrejón, este realiza una formalización y clasificación de métodos que perdura hasta los años sesenta. Dicho autor publica después una serie de ediciones actualizadas y textos, a partir del previamente mencionado, estas culminan con su trabajo «Economía y Valoración: Agrícola, Forestal y Urbana» Torrejón (1935), considerada la obra cumbre del período clásico en la historia de la Valoración y caracterización Agraria Española.

Como precedente lejano de esta idea básica de describir y analizar el comportamiento del área en estudio con sus características, entre los varios textos existentes en el siglo XIX, y a modo de curiosidad histórica, se cita el valioso trabajo de Verdejo (1848), donde enumera

y comenta una serie de factores, en su opinión, determinan el valor de las fincas, y agrupa dichos factores en dos grupos que configuran dos componentes distintos de la valoración:

«Valoración del terreno en sí mismo» y «Valoración del terreno con arreglo a su disposición». En el primer grupo el autor incluye factores como la estructura y composición de la tierra; en el segundo, la situación, pendientes, exposición al sol, proximidad o distancia a una población, beneficios (cercas, viviendas, acequias, fuentes,...) de que dispone el predio.

1.2 Caracterizaciones de fincas con ayuda de métodos estadísticos.

Las técnicas estadísticas de análisis multivariado se desarrollan como respuesta a problemas surgidos en otros campos, como el escalamiento multidimensional, el análisis de conglomerados, y el análisis de correspondencias, fuertemente relacionados con la mercadotecnia cuantitativa actual. Todas estas técnicas tienen un soporte matemático en el cálculo matricial, cuya utilización práctica en problemas de grandes volúmenes de observaciones y de variables se hace posible gracias a la aparición de los computadores. Entre quienes hicieron importantes aportes al análisis multivariado, se encuentra el estadounidense Harold Hotelling (1933), estadístico, economista, con un entrenamiento inicial como periodista. Desarrolló la técnica de las componentes principales, que había sido iniciada por Karl Pearson. Hotelling hizo contribuciones importantes, además, al campo de la bioeconomía.

A partir de la Segunda Guerra Mundial, comienza la era de las computadoras y con ello un acelerado desarrollo de la Estadística hacia regiones nuevas, caracterizadas por la aparición de técnicas, cuya aplicación requiere de enormes cantidades de cálculos numéricos, imposibles de realizar con los medios existentes hasta ese entonces.

Paralelamente, aparece una gran cantidad de programas estadísticos profesionales, los cuales, desde los datos producto de una investigación, entregan una gran cantidad de resultados. Una adecuada interpretación de ellos permite obtener conclusiones más confiables. Los métodos estadísticos desarrollados en la actualidad se apoyan fuertemente

en la computación. Se puede afirmar que el desarrollo de la Estadística parece ir junto con el desarrollo de la Informática.

Los métodos estadísticos aplicados a la caracterización de las fincas, aparecen en el primer tercio del siglo XX, siendo sus autores economistas agrarios norteamericanos. George (1941) hace una recopilación de estos primeros trabajos. El trabajo pionero de valoración agraria empleando regresión múltiple se debió a Haas (1922), determinando el valor de compraventa de fincas localizadas en el estado de Minnesota. Este autor tomó cuatro variables independientes y como variable dependiente el precio del acre de tierra. El tamaño de la muestra fue de 160 fincas.

1.2.1 Algunas investigaciones realizadas aplicando métodos estadísticos

Guevara V. G, Abudo J. y Spencer B. (2002): Realizaron un análisis con los registros comprendidos entre los años 1996 al 2001, de 13 unidades, vaquerías y fincas de la provincia de Camagüey, Cuba, se dedican fundamentalmente a la producción de leche.

A partir de las variables primarias se calcularon nuevas variables como: carga, producción de leche por hectárea entre otras.

Se estimaron los estadígrafos descriptivos mediana, media, desviación típica de la media y el coeficiente de variación, se estimaron los coeficientes de correlación lineal simple de Pearson y se aplicó un análisis factorial de componentes principales, con auxilio del paquete estadístico Systat 7.

Lores A, Leyva A. y Varela M. (2008): Realizaron una investigación para determinar los grupos de fincas o dominios de recomendaciones existentes en la comunidad de Zaragoza, identificaron cuáles fueron las principales variables responsables para su agrupamiento y las caracterizaron desde el punto de vista socioeconómica y ecológicamente. En este sentido, se determinaron a través de técnicas de análisis multivariado, que en la comunidad de Zaragoza, San José de las Lajas, Cuba, existían 12 variables con un alto poder discriminante al análisis de diferenciación de las fincas, donde sobresalieron *(i)* la capacidad de uso de la tierra, *(ii)* la fuerza de trabajo, dado por el número de personas que viven y trabajan dentro de las fincas y *(iii)* la especialización del sistema con un coeficiente de variación de más del 100%, como las variables con mayor poder discriminante para al análisis de diferenciación. Se determinó, además, la existencia de tres grupos de

campesinos o dominios de recomendaciones con una participación porcentual determinada. Los dominios se caracterizaron y se crearon las condiciones para formular estrategias y acciones diferenciadas que correspondan a las necesidades, potencialidades y los problemas de cada grupo establecido.

Moreno, X., Socorro R., Parets R. Sardiña J. y González M. (2008): Realizaron una investigación en el ordenamiento territorial y caracterización de los agroecosistemas del municipio Aguada de Pasajeros, Cuba, utilizando el análisis estadístico multivariado, la base de datos es georeferenciada en una capa básica consistente en una red de cuadrículas de 0,0025 grados de separación entre las líneas divisorias, entre las coordenadas: -80.95o W, -80.62o E, 22,15o S, 22,5o N, en el Sistema Cuba Norte (Lambert Conformal Conic).

De esta manera a cada cuadrícula le correspondieron 7,148 ha de superficie en el terreno, lo cual a su vez se correspondió con el tamaño de la Unidad Básica de Análisis Espacial. La conformación de la base de datos se realizó con el Software Mapinfo Professional, versión 8.5, a partir de la actualización de cada fila (retícula / cuadrícula) y cada columna, incluyéndose los indicadores fundamentales resultantes registrados en la base de datos.

La base de datos georeferenciada con el software Mapinfo Professional se exportó al SPSS versión 13.0 para MS Windows. A través del módulo de reducción de datos, se realizó el análisis de componentes principales, para el cual se empleó el método de rotación Equamax con la normalización de Kaiser. El método Equamax es una combinación de otros dos métodos de rotación (Varimax y Quartimax), que simplifica los factores y las variables. Usando este método, se minimizan la cantidad de variables que explican la variabilidad en un factor y la cantidad de factores necesarios para explicar una variable, lo cual es muy conveniente para el análisis de los componentes en este caso.

Las variables artificiales obtenidas (factores o componentes), se utilizaron para el análisis de clasificación automática (análisis de conglomeradoes), siguiéndose el método de los conglomerados jerárquicos, el cual permite obtener el mapa de conglomerados geográficos con similares características, es decir la diferenciación geográfica multivariada, punto de partida para la zonificación de los agroecosistemas, lo cual se conoce además como la

“similaridad cartográfica” resultante del “agrupamiento cartográfico” (map clustering), según refiere Berry (2007).

Páez, L A y Jiménez, M. (2001): Hacen un estudio donde se muestran los resultados de la caracterización estructural de 48 fincas ganaderas de doble propósito localizadas en la micro región Acequia-Socopó, estado Barinas, Venezuela. El diagnóstico se realizó empleando una metodología para establecimiento de tipologías previamente utilizada en otras regiones del país. Veinticuatro variables relacionadas con los componentes estructurales de las unidades de producción fueron clasificadas y analizadas estadísticamente con los métodos multivariados: análisis factorial por correspondencias múltiples y análisis de clasificación ascendente jerarquizada. Los resultados permitieron identificar aquellas variables con mayor influencia en la discriminación de los grupos, asociadas a parámetros productivos como nivel de producción de la finca, tamaño del retoño, vacas en ordeño, y otras características como infraestructura y equipamiento para la producción, nivel de uso de la mano de obra contratada y organización del manejo del rebaño. Se identificaron cuatro tipologías con base en cuatro clases que representaban diversos grados de intensidad productiva. Las clases 1 y 3 representaban el doble propósito tradicional bajos y variables niveles productivos, la clase 2 con fincas muy tradicionales, bajos niveles de producción, carencias de equipos e infraestructura, uso predominante de mano de obra familiar y sin organización del rebaño. Finalmente la clase 4 constituida por fincas con la mejor producción diaria, buen equipamiento, adecuadas instalaciones para la producción, que contratan mano de obra y organizan el rebaño en unidades de manejo.

Acosta B. et al (2005): Realizaron un análisis e interpretación y clasificación de tres fincas pertenecientes a La División Forestal de Smurfit Cartón de Venezuela, a través del uso del análisis de componentes principales (ACP), utilizando como indicador la altura dominante en el sistema de plantaciones de *Eucalyptus spp.*

Mediante el ACP se seleccionaron los primeros componentes que explicaban el 70% de la variabilidad total del suelo. Esto permitió en primer lugar caracterizar y clasificar las fincas de acuerdo variables químicos y físicos de los suelos. En segundo lugar, reducir la matriz de datos originales, y en consecuencia, lograr un ajuste de modelos de regresión para estimar la altura dominante del *Eucalyptus spp* en cada una de las tres fincas.

Martínez A, MH. (2005). Esta investigación se desarra en diferentes tipologías de fincas cafetaleras agroforestales encontradas en la Bocacosta Pacífica de Guatemala. Los objetivos del estudio son a) determinar la importancia económica del componente forestal de los cafetales en la renta del sistema para diferentes tipos de productores en la cuenca del río Ocosito, Guatemala; y b) analizar la cadena de comercialización de productos madereros y leñosos extraídos de sus sistemas agroforestales con café.

Se determinan las tipologías mediante técnicas multivariadas. La agrupación de las fincas se hace usando análisis de conglomerados, empleando como variables componentes principales, esto con el objetivo de reducir dimensionalidad, ya que se tenían muchas variables (52) y únicamente 36 productores (casos).

A los grupos conformados por el conglomerado se les aplicó un MANOVA para determinar las diferencias de los grupos en la mutidimensionalidad del problema. También, se realizó el análisis discriminante para verificar la agrupación de los productores realizada por el conglomerado.

Para caracterizar los grupos, se aplican análisis univariados para todas las variables medidas: ANDEVA para variables cuantitativas y Chi cuadrado para variables cualitativas. Se hizo una caracterización general de las fincas teniendo en cuenta el diagnóstico de los productores mediante un análisis de estadísticas descriptivas.

Demey J. R., Adams M. y Freites H. (1992): Abordan el análisis e interpretación y clasificación de los sistemas de producción agrícola a través del uso del método de análisis por componentes principales (ACP), usando como caso particular el sistema de producción de arroz Sistema de Riego Río Guárico, (SRRG), Venezuela. Mediante el ACP se seleccionan los primeros siete componentes que explican el 58.99% de la variación total. Esto permite una clasificación en cuatro estratos, discriminando las fincas de buen, mediano, regular y mal manejo en el cultivo del arroz en el SRRG. No se encontró un modelo de finca exitosa dentro del sistema. Se detecta que los factores de mayor incidencia en la producción arrocera del SRRG son: dimensión, tamaño o escala de la finca, fuentes y dosis de fertilización y tipo de riego.

Varón P. T. y Lema A. (2000): En este trabajo, mediante el uso de las técnicas de estadística multivariada se explica la variabilidad de la vegetación de ribera en las cuencas

de las quebradas La Frijolera y El Algarrobo, Colombia. El muestreo de la vegetación se realiza siguiendo el sistema de gradiente altitudinal, empleado en los estudios de ecosistemas tropandinos Cleef et al. (1983), partiendo de una cota base hacia los 1000 m de elevación y terminando en el filo de una montaña, a 2000 m. En cada parcela se evaluaron parámetros del suelo que pueden influir en el establecimiento de nuevas coberturas como fertilidad, pH, pedregosidad, drenaje, entre otros. Y otras variables ambientales como altura sobre el nivel del mar, pendiente, material geológico y uso del suelo. El ordenamiento y la clasificación incluyendo las especies, se realiza a partir del análisis de conglomerados, de componentes principales y el análisis de correspondencias. Se hace un análisis de correlación canónica a partir de dos matrices, la primera involucra los parámetros ambientales y la segunda los parámetros estructurales de la vegetación: altura y diámetro para la vegetación arbórea superior a 10 cm de dap; altura; abundancia y hábito para rastreras, herbáceas y arbóreas inferiores a 5 cm de dap.

1.3 Principales métodos estadísticos que pueden ser usados para caracterizar poblaciones multivariadas.

1.3.1 El análisis de componentes principales (ACP)

En 1901 Karl Pearson publicó un trabajo sobre el ajuste de un sistema de puntos en un multiespacio a una línea o a un plano. Este enfoque es retomado en 1933 por Hotelling quien es el primero en formular el análisis por componentes principales tal como se ha difundido hasta nuestros días. El trabajo original de Pearson se centraba en aquellos componentes, o combinaciones lineales de variables originales, para los cuales la varianza no explicada fuera mínima. Estas combinaciones generan un plano, función de las variables originales, en el cual el ajuste del sistema de puntos es “el mejor”, por ser mínima la suma de las distancias de cada punto al plano de ajuste.

El enfoque de Hotelling se centraba en el análisis de componentes que sintetizan la mayor variabilidad del sistema de puntos; ello explica quizás el calificativo de “principal”. Por inspección de estos componentes, que resumen la mayor proporción posible de la variabilidad total entre el conjunto de puntos, puede encontrarse un medio para clasificar o detectar relaciones entre los puntos.

El ACP desarrollado por Hotelling, se ha utilizado de manera creciente en las últimas décadas, prácticamente en todas las áreas del saber.

Desde sus orígenes, el ACP tiene aplicación a ciertas tareas de diagnóstico o predicción y es una poderosa técnica multivariada que puede ser aplicada a un sin número de problemas en las ciencias. De este modo, el método ACP ha sido utilizado por climatólogos y meteorólogos para la delineación de patrones de temperatura, presión, precipitación, etc. (Richman, 1981; Legates, 1991; Brier y Meltesen, 1976; Davis *et al.,* 1991); en investigaciones de clasificación de áreas homogéneas de suelos (Ovalles y Collins, 1988; Kosaki y Juo, 1989 y Nash y Daugherty, 1990); en estudios con insectos (Sharma, 1988); en tecnología de alimentos (Powers, 1988); en análisis atmosféricos (Barnett, 1977 y Kutzbach, 1967); zoología (Thorpe, 1988); geofísica (Redmond y Koch, 1991); botánica (Ariyo y Odulaja, 1991), horticultura (Hobson *et al,* 1990 y Iezzoni y Pritts, 1991); fitopatología (Shuh *et al.*, 1987); ecología (Pla, 1982; Morin *et al.,* 1989; Hermy y Paul, 1991); genética (Fundora *et al.*, 1988); en clasificación de sistemas de producción de leche (Quevedo, 1991).

Según Hair (1999), con el aumento del número de variables a considerar en una investigación, aumenta la necesidad de conocer en profundidad su estructura y sus interacciones.

El Análisis de Componentes Principales planteado por Johnson y Wichern (2002) realiza dos acciones fundamentales: codifica las variables originales y reduce la dimensionalidad de los datos. El investigador puede identificar primero las dimensiones y después determinar el grado donde cada variable tributa a cada componente o dimensión. Si el análisis realizado es exitoso, cada variable debe estar muy bien representada (con la correlación elevada) en una dimensión, y pobremente representada (con correlaciones bajas) en las demás. Si las componentes pueden interpretarse, los datos se describen a partir de un número de conceptos mucho más reducido que las variables individuales originales.

Este método permite encontrar combinaciones lineales de variables con máxima varianza. Los coeficientes de la primera componente son los elementos del vector propio asociado al mayor valor propio de la matriz de covarianza ó de correlaciones en el caso de estandarizar

las variables. El número de componentes principales se determina en base al porcentaje de la variación total explicado por las varianzas de las componentes consideradas.

Según Quevedo (1991), este método de clasificación tiene la ventaja de hacerse, basándose en un conjunto amplio de criterios y no en una sola variable, además, se tiene mayor certeza respecto a cuales son en realidad los mejores individuos del grupo (si ese es el caso) y genera más de tres categorías o clases para el caso de clasificación de fincas. Esta ventaja es importante ya que otros métodos de clasificación comparativos sólo generan tres estratos. Realizada esta selección se calculan las características medias para cada grupo, pudiéndose luego utilizar las pruebas de hipótesis necesarias.

Este método de clasificación es particularmente importante en trabajos donde se tomen en cuenta variables cuyo carácter de medición introduzca sesgo debido a la subjetividad del que da la respuesta y a otro tipo de situaciones particulares en el sistema en estudio. En el caso de caracterización de fincas se incluyen variables de carácter económico o social. En el método de análisis de grupos, vía componentes principales está la separación más atenuada, semejando a lo sucedido en la realidad.

1.3.2 Análisis de Conglomerados

Tryon (1939) es el primero en utilizar la palabra conglomerado para referirse al agrupamiento de las observaciones.

El termino análisis de conglomerados realmente comprende un numero de diferentes algoritmos de clasificación. Una cuestión general enfrentada por los investigadores en muchas áreas de las ciencias es como organizar los datos observados dentro de estructuras fundamentales.

¿Qué es el análisis de conglomerados? Es una técnica para combinar observaciones en grupos o conglomerados donde las observaciones similares están en un mismo conglomerado y aquellas significativamente diferentes en conglomerados distintos.

La formación de los conglomerados se hace en base a las similaridades ó distancias entre objetos. Estas distancias pueden estar basadas en una ó varias propiedades de los objetos. ¿Qué medida de similaridad o distancia se debe usar? Una recomendación lógica es la de Sneath y Sokal (1973) que sugieren usar el coeficiente más simple.

Las clasificaciones jerárquicas para los conglomerados, usadas en este trabajo se representan en un diagrama bidimensional conocido como dendograma, este indica las fusiones o divisiones hechas en las sucesivas fases del análisis.

En el dendograma, los objetos se representan como nodos y las ramas del árbol indican los sujetos fusionados en un conglomerado, la longitud de las ramas indican la distancia de la fusión**.**

Un dendograma que diferencie grupos de objetos claramente tendrá pequeñas distancias en las ramas lejanas del árbol y grandes diferencias en las ramas cercanas.

Cuando las distancias de las ramas lejanas son relativamente grandes con respecto a las cercanas el agrupamiento no será efectivo.

Varias técnicas de conglomerados jerárquicas tales como la de la distancia mínima y el de la mediana tienen la tendencia a agrupar, a niveles relativamente bajos, a individuos unidos por una serie de intermediarios. Esta propiedad se conoce como encadenamiento y puede causar fallas en los métodos, en la resolución de conglomerado relativamente distintos cuando hay un pequeño número de individuos ligados a ellos.

Varias técnicas de este grupo están sesgadas hacia la búsqueda de conglomerados esféricos incluso cuando los conglomerado de los datos son de otra forma: centroide y Ward.

Una ventaja notable del vecino más cercano y el más lejano según Johnson (1967) es la invariabilidad por transformaciones monótonas de matrices de similaridad. Esto significa que estos métodos darán el mismo resultado sobre otras matrices de similaridad si sus elementos tienen el mismo rango de orden que la original.

Huber y Baker (1974) proporcionan evidencias del completo linkage, es menos sensible a tipos particulares de errores observacionales que el single linkage.

Para el ajuste global de la solución de conglomerado jerárquico el siguiente paso es evaluar la solución y determinar el número de conglomerados.

1.3.3 Análisis de las correlaciones bivariadas

En la búsqueda de los vínculos entre variables respuestas y variables explicativas puede hacerse uso de diferentes métodos matemáticos, entre ellos, tiene especial importancia el análisis de correlaciones.

Una forma de estudiar la posible dependencia entre variables es por medio de los coeficientes de correlaciones. El coeficiente de correlación establece una medida del posible nexo existente entre las variables consideradas. Para el estudio de población se estudia el coeficiente de correlación poblacional, en cambio para estimaciones de los parámetros correlaciónales desde una muestra, se examina el coeficiente de correlación muestral.

Un estudio de correlaciones necesita de una matriz muestral de datos, donde cada fila representa un elemento de la muestra y cada columna las observaciones de la variable correspondiente a ella. A partir de esta matriz se determina el coeficiente de correlación muestral. Se denota generalmente por “r”. Surge la pregunta: ¿El número de observaciones y las formas de obtenerlas garantizan tener un coeficiente de correlación muestral capaz de representar el verdadero nexo entre las variables estudiadas?

La respuesta a esta pregunta requiere un análisis cuidadoso. Desde el coeficiente de correlación muestral “r” se desea estimar el coeficiente de correlación poblacional “ρ”, parámetro fijo de la población estudiada. Para diferentes muestras se obtienen diferentes coeficientes de correlaciones muestrales, por ello “r” es una variable aleatoria. La tarea es encontrar un tamaño de muestra que origine un intervalo con alta probabilidad de confianza y una longitud lo más pequeña posible.

Además de lo anterior, se tienen variables con diferentes clasificaciones: variables cualitativas, nominales y ordinales. Variables cuantitativas, discretas o continuas. Esto origina la necesidad de definir diferentes coeficientes de correlaciones, usados de acuerdo a los tipos de medidas usadas en cada una de las variables.

Son varios los coeficientes de correlaciones: Contingencia, Biserial del Punto, Tetracórico, Spearman, Kendall, Pearson, entre otros.

A modo de ejemplo el Coeficiente de correlación de Pearson:

Pearson (1896), define una medida de asociación lineal entre dos variables cuantitativas (discretas ó continuas): X e Y. El coeficiente de correlación entre las variables aleatorias X e Y se escribe así: $\rho_{xy} = \frac{C(X,Y)}{\sqrt{V(X)V(Y)}}$ ó $r = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 \sum_{i=1}^{n} y_i^2}}$

Este coeficiente cumple con la siguiente propiedad: $-1 \leq \rho \leq 1$

Si X e Y son variables aleatorias independientes, su coeficiente de correlación es cero. Aunque en general no es verdad que una correlación cero indique independencia, este coeficiente es una buena medida de la asociación entre las dos variables.

Las variables del fenómeno bajo estudio tienen un coeficiente de correlación poblacional. Ese coeficiente es generalmente desconocido. Para conocer sobre él se realizan las observaciones del fenómeno, constituyéndose así una muestra: $\mathcal{M}$. Con el conjunto de observaciones muestrales es posible estimar el valor del coeficiente de correlación poblacional.

Coeficiente de correlación muestral por ranking de Spearman.

Cuando las dos variables son cualitativas ordinales, es posible estudiar el nexo entre ellas usando el coeficiente de correlación por ranking de Spearman o Kendall. Palmer, A., y otros (2000). La expresión general para estos coeficientes de correlación puede ser escrita:

$$r_S = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n} d_i^2}{n^3 - n} \quad \text{ó} \quad r_k = \frac{\sum_{h=1}^{n-1} (\alpha_h - \gamma_h)}{\frac{1}{2} n(n-1)}$$

1.4 Agroecología y sostenibilidad. Su importancia

El desarrollo de concepciones agrícolas nuevas o más bien rescatadas de las ricas experiencias de generaciones anteriores, de practicar al máximo la agricultura orgánica sobre bases agroecológicas para alcanzar la sostenibilidad, según (Monzote, 2000), es un

reto para la humanidad y para nuestro país. Se puede prescindir de los fascinantes objetos materiales desarrollados por nuevas tecnologías, pero no se puede vivir sin comer. Por eso la agricultura, como base del desarrollo de las antiguas civilizaciones, lo es y lo será para las presentes y futuras sociedades. Hagámosla productiva, eficiente y atractiva para sustentar pueblos sanos y cultos.

La cuestión de definir la sostenibilidad, permitiendo su uso en el campo de la ciencia y práctica, tiene un desafió importante, la neutralidad política. Es decir, se hace muy fácil aceptar un futuro sostenible cuando su ambigüedad permite varios niveles de compromisos, muchas veces inconsecuentes, por parte de las instituciones, los países y/o las personas. Fidel Castro Ruz, en su mensaje a la Cumbre de la Tierra, explica como esta vaguedad complica la identificación de soluciones prácticas: *"La tesis del desarrollo sostenible no está exenta de contradicciones y limitaciones. Una de ellas es su carácter ambiguo en la medida en que identifica las disparidades sociales existentes en el mundo actual, pero no reconoce los mecanismos que han generado esa desigualdad. Una interpretación consecuente del desarrollo sostenible debe partir del reconocimiento de que el subdesarrollo es consecuencia del saqueo del Tercer Mundo, prologando en nuestros días por un orden económico internacional que se vale de los mecanismos del endeudamiento, la injusta división internacional del trabajo, el proteccionismo comercial y el manejo de los flujos financieros para profundizar la explotación de los países subdesarrollados y, por tanto, la consiguiente depredación ecológica resultante de esa situación".* Castro (1992)

Según Martínez (2008), los tres antecedentes más notables en la trayectoria del concepto sostenibilidad son:

1) La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, Estocolmo, Suecia (1972).

2) El Informe Brundtland "Nuestro Futuro Común" (1987).

3) La Cumbre de la Tierra, Brasil (1992). El Informe Brundtland define la sostenibilidad como, "aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades". En los tres instantes, la pobreza se identifica como problema exigiendo su resolución en el camino hacia

sociedades y situaciones sostenibles. Con una crisis actual encarnada en no satisfacer las necesidades, no queda otra opción que clasificar el contexto actual como insostenible y requiriendo de cambios.

Según Simón, R. (2009) citando a Funes y Monzote, son aun muchos los obstáculos que faltan por vencer para consolidar la aplicación de la agroecología en Cuba, a pesar de los avances obtenidos la última década del siglo anterior.

Las investigaciones realizadas en el ámbito agroecológico cubano hacen énfasis sobre la necesidad de integrar las nuevas técnicas agrícolas a partir de métodos científicamente demostrados en todas sus dimensiones. Socorro y Ojeda, (2005). A partir de los cambios a favor de lograr una agricultura sostenible cada vez más, el Ordenamiento Territorial requiere del uso de métodos de planeación estratégica con criterios de sostenibilidad expresados por indicadores, determinados sobre bases científicamente fundamentadas y que se encuentren en estas disciplinas científicas, o sea la Agroecología y las demás Ciencias Agropecuarias.

Capítulo 2: Desarrollo de un procedimiento estadístico para caracterizar fincas agropecuarias

Para alcanzar los objetivos del trabajo debe elaborarse un procedimiento de estudio, capaz de reflejar de forma objetiva el comportamiento de las fincas en el área estudiada. Este procedimiento debe tener en cuenta:

- Las diferentes componentes del sistema
- Los criterios de diferenciación
- Las posibles variables capaces de caracterizarlo

De esta manera cualquier procedimiento para caracterizar fincas agropecuarias debe incluir los siguientes pasos:

1. Determinar los objetivos y sus alcances.
2. Definir las variables a estudiar.
3. Recolectar los datos sobre las variables.
4. Analizar las correlaciones existentes entre las variables.
5. Buscar los factores existentes aplicando el análisis de componentes principales.
6. Agrupar las fincas por medio de análisis de conglomerados.
7. Detectar el nivel de información sobre agroecología y sostenibilidad.
8. Interpretar los resultados obtenidos.

2.1. Determinación de objetivos y sus alcances en la caracterización de una finca

Para determinar los objetivos de la caracterización de una finca debe valorarse las razones que obligan hacerlo. Entre ellas se pueden citar:

- **Describir y analizar el comportamiento del área estudiada:** La descripción es referida a la situación físico-geográfica del área en estudio, a las características y factores propios del terreno, su topografía en relación a su fertilidad, a la estructura y composición, la extensión territorial, entre otros.

El comportamiento del área está determinado por el nivel de interacciones entre sus diversos componentes bióticos y abióticos. Estas deben mover el sistema donde ciertos

productos o resultados de un componente son utilizados en la producción de otros (por ejemplo, malezas utilizadas como alimento de ganado, estiércol usado como fertilizante en cultivos, rastrojo de cultivos utilizados como mulch y mezclas de estiércol y paja para la composta). La intensidad y beneficio derivados de estas interacciones dependen de lo bien organizados e integrados que estén los diversos componentes, y de un manejo que permita la recirculación de recursos a nivel del área en estudio.

Las interacciones complementarias entre los diversos componentes bióticos pueden ser utilizadas para inducir efectos positivos y directos en el control biológico de plagas específicas de cultivos, en la regeneración y aumento de la fertilidad del suelo y su conservación. La explotación de estas interacciones o sinergias en situaciones reales, involucra el diseño y manejo del agroecosistema y requiere del entendimiento de las numerosas relaciones entre suelos, microorganismos, plantas, insectos herbívoros y enemigos naturales.

- **Analizar los aspectos naturales**

El clima, períodos de lluvias, temperaturas, disponibilidad de agua del área en estudio, los suelos; su caracterización física resulta una tarea compleja como todos aquellos estudios destinados a agrupar propiedades que definen un determinado comportamiento del funcionamiento del suelo. En el caso particular de las propiedades relacionadas con la fertilidad física del suelo, esta complejidad debe estar dada, entre otros factores, por la diversidad de un elemento importante a considerar en estos estudios lo constituye el objetivo para el cual se realizan los mismos. Este aspecto resulta de gran peso, teniendo en cuenta que, de acuerdo a lo que se pretende alcanzar con el reconocimiento del suelo, algunas propiedades requerirán de un mayor número de observaciones para describirlas o para conocer su evolución en el tiempo y el espacio.

En nuestro país existen estudios de las propiedades físicas e hidrofísicas Nakaidze y Simeón (1972); Simeón (1979); Klimes *et el, (*1980), que aún satisfacen la demanda de información en el manejo general de los suelos así como, para la proyección de sistemas de riego y drenaje a gran escala.

Sin embargo, cuando se trata de aplicar estos resultados para caracterizar pequeñas áreas, parcelas, o fincas, generalmente estos no alcanzan a satisfacer el nivel de precisión, que a este nivel de escala, requiere cada propiedad.

Para caracterizar suelos en el manejo agrícola, debe hacerse especial referencia al concepto de fertilidad física como parte inseparable de la fertilidad general del suelo, y cómo ésta requiere un tratamiento de análisis determinado, que va más allá de la confección de tablas rígidas que contengan un enjambre de características, sin que estas sean analizadas a partir de una teoría de conjunto (sinergismo).

En ocasiones por razones prácticas y también de tiempo, resulta imposible hacer un análisis de conjunto profundo que permita prescindir de las criticadas tablas rígidas antes mencionadas, sin embargo este inconveniente puede muy bien ser salvado haciendo un análisis a fondo de cada propiedad y su relación con las dos propiedades físicas básicas del suelo, es decir con la textura y la estructura del suelo.

Este análisis más preciso en las determinaciones, donde se considera la estrecha interrelación establecida entre todo este conjunto de propiedades, algunas medibles cuantitativamente y otras evaluadas por su cualidad debe ser la base del manejo diferencial que ha de existir entre los suelos.

- **Analizar los aspectos económicos esenciales**

Costos de producción, costos recursos materiales, costos de transportación, gastos en maquinarias, combustibles, fertilizantes, pesticidas químicos y otros recursos.

- **Analizar los aspectos sociales relevantes**

La caracterización social del grupo humano involucrado en la actividad de la finca debe permitir el desarrollo de un “proceso participativo en la toma de decisiones” sobre el proceso de transformación de la finca, coincidiendo con los conceptos aplicados por Socorro (1999). Es posible identificar los principales problemas organizativos de la fuerza de trabajo limitantes del máximo potencial productivo de la finca.

Según Sarandón (2002), en su metodología para la evaluación agroecológica de sistemas agropecuarios, propone una serie de indicadores para caracterizarlos desde el punto de vista social:

- Participación en el movimiento agroecológico(campesino a campesino, ANAP, o empresa)
- Integración al movimiento agroecológico
- Participación en organizaciones de base
- Diagnóstico rápido participativo
- Compromiso social
- Equidad de género
- Reafirmación de la identidad campesina
- Calidad de vida
- Condiciones de vivienda

Participación en Movimiento Agroecológico C a C, ANAP o empresa: Este indicador procura evaluar la participación a nivel familiar en el Movimiento Agroecológico, la ANAP y las demás organizaciones de base (Federación de Mujeres Cubanas, Comités de Defensa de la Revolución, entre otras). Para realizar esta tarea, se combina toda la cuestión participativa dentro de un solo indicador. Según LVC, la participación en la lucha agroecológica representa la mejor oportunidad para resistir y desmantelar el régimen alimentario actual (LVC, 2007ª). Esto corresponde con lo planteado por Pretty (2008) en su descripción de la necesidad de aprovechar del conocimiento y experiencias de los actores principales de todo agroecosistema (por ej. la familia productora) para un uso eficiente de estos. Como la gran mayoría del pueblo cubano participa en las organizaciones de base, se considera apropiado enfocar el indicador en el grado de participación en el Movimiento Agroecológico sin minimizar la importancia de participar en las arriba citadas organizaciones. Dentro de este mismo indicador se evalúa el número de pasos cumplidos en la metodología, ya que el cumplimento de estos pasos es considerada una demostración del grado de participación y compromiso con el Movimiento.

Calidad de Vida: Este indicador tiene como objetivo la medición de la calidad de vida en el campo. Esto se hace evaluando el cumplimiento del Estado con sus compromisos básicos (entre otros: salud, educación, deporte, vivienda, seguridad social) y vinculándolo con la expectativa de un auto-abastecimiento alimentario por parte de la familia campesina. Es decir, una finca agroecológica debe producir cantidades de productos agroecológicos suficientes para el bien de la familia productora, mientras el Estado debe satisfacer los

requerimientos esenciales de la familia ciudadana. Cuando el Estado no cumple, o la finca no logra producir suficientes alimentos, la clasificación de la calidad de vida se ve disminuida. Como se anunció en el foro “Tierra, Territorio y Dignidad” (2006), el acceso a recursos naturales (tierra, semilla, agua) y productivas (crédito, tecnología adecuada, capacitación) pueden permitir una buena producción alimentaria, pero sin el bienestar de la familia campesina se hace muy difícil mantener esta producción a largo plazo.

Equidad de Género: Este indicador intenta evaluar la participación activa de todos los miembros de la familia (mujeres, hombres, hijos, hijas, abuelos, abuelas) y su justa evaluación por parte de los otros miembros de la sociedad. Existe una tendencia en el campo a valorar los esfuerzos del hombre/padre de familia y considerar los esfuerzos de la mujer, por ejemplo, obligatorios o no. Se reconoce que en la familia campesina tradicional la mujer juega un papel fundamental en una serie de esfuerzos claves como son la selección y almacenaje de semilla, la preparación de productos elaborados, el mantenimiento de la estructura económica y social de las comunidades rurales, componentes claves para la soberanía alimentaria Desmarais, (2007); LVC & CLOC, (2008). Para mantener el compromiso familiar con en el campo, resulta necesario involucrar otros miembros de la familia en la toma de decisiones, ya que la juventud y las personas de la tercera edad precisan ver sus consideraciones incorporadas al diseño y manejo de los agroecosistema, para que puedan sentirse también parte del proceso.

Reafirmación de la Identidad Campesina: Este indicador pretende medir el rescate de la cultura campesina, esfuerzo vinculado con la ya citada equidad de género, cuyo fortalecimiento representa la revaloración de la vida en el campo. En este indicador se distingue entre una reafirmación campesina llevada a cabo por la misma familia campesina versus un rescate hecho por sus aliados, ya que la primera representa un verdadero compromiso por parte de la familia, mientras el segundo tiene una importancia menos significativa. Lo importante es dar valor al trabajo primordial que llevan a cabo las familias campesinas en el desarrollo local integral, en la protección y mejoramiento del germoplasma genético, así como en guardar y divulgar conocimientos tradicionales. Rosset (2006).

Identificar los sistemas de producción existentes

Se refiere al tipo de sistema existente en el área de estudio, ya sea ganadero, forestal o agrícola y combinados.

La estrategia para el desarrollo de una producción ecológicamente sustentable debe basarse en la implantación de sistemas integrales, los cuales deben agruparse de acuerdo a su base estructural, o sea, a la composición de especie, arreglo en el espacio y en el tiempo, de acuerdo a su base funcional relacionado con la función principal en el sistema, de acuerdo a su base socioeconómica relacionado con fin comercial y de acuerdo a su base ecológica. Estos sistemas pueden ser clasificados en:

1. Sistemas Agroforestales (SAF*)* donde interactúan arboles, cultivos, pastos y animales, capaces de producir eficientemente leche, carne, madera, alimentos y servicios ambientales que contribuyen a darle sostenibilidad y operatividad al sistema reduciendo la dependencia de los insumos externos.
2. Sistemas Silvopastoriles (SSP) donde se combinan árboles y potreros.
3. Sistemas Agrosilvopastoriles (ASP) cuando se combinan árboles, cultivos agrícolas y animales.

Estas prácticas en su conjunto tienen el objetivo de lograr, con el uso de recursos locales y un mínimo empleo de la maquinaria, una agricultura productiva y sostenible. Para comprender la significación desde el punto de vista económico de la Agroecología, baste analizar, que el uso de bueyes, abonos orgánicos y bioplaguicidas, evitan al país notables gastos en maquinarias, combustibles, fertilizantes, pesticidas químicos y otros recursos.

Pero, no menos importantes que los resultados materiales y económicos de esa gestión, son los efectos beneficiosos para el medio ambiente, de la utilización de métodos agroecológicos en sustitución de las máquinas y los productos químicos. L

Las prácticas orgánicas no contaminan al medio, pues evitan los derrames de combustibles o lubricantes de la maquinaria y el exceso de fertilizantes, pesticidas y otros productos químicos que no sólo dañan al ecosistema, sino también a la salud humana.

En cuanto al alcance debe tenerse presente si el estudio se limita a una pequeña área ó en su lugar comprende grandes extensiones de territorio.

2.2 Definición de las variables que deben ser incluidas para caracterizar una finca

Para comenzar este estudio, se deben considerar las diferentes componentes presentes en las fincas: recursos naturales, humanos y económicos, En cada uno de ellos se definen un conjunto de posibles variables capaces de reflejar la realidad presente en cada finca.

2.2.1 Variables asociadas a los recursos naturales

En cuanto a los recursos naturales, se deben tener como criterios de diferenciación: los suelos, la diversidad y el agua.

En cuanto a los suelos, posibles variables a incluir:

- Superficie de la finca: Mide el área que ocupa la finca y su valor está en escala de proporción.
- Tipos de suelos: Caracteriza cada uno de los tipos de suelos que forman la finca. Se expresa generalmente en forma nominal.

Calidad del suelo: valora el potencial productivo del suelo. Sus valores están dado por los expertos en forma cualitativa.

Atendiendo a la diversidad, se deben considerar tres elementos básicos: la agricultura, lo pecuario y lo forestal. En cuanto a la agricultura se proponen como variables:

- Área agrícola cosechada: Se expresa con una medida de área en escala de proporción.
- Número de cultivos: Es la cantidad de cultivos en producción. Su valor es un entero positivo.
- Producción agrícola: Se refiere a la producción obtenida en cierta unidad de tiempo por cada uno de los cultivos. Es un valor real positivo.

Referente a lo pecuario se tienen las siguientes variables:

- Área dedicada al sector pecuario: Es una medida de área en escala de proporción.

- Tipos de ganados: Es la cantidad de tipos diferentes de ganados en explotación. Su valor es un entero positivo.
- Número de animales: Se refiere al número de cabezas en cada tipo de ganado.
- Producción pecuaria: Se trata de la producción obtenida según la finalidad del uso del ganado. Puede ser producción lechera ó cárnica. Su valor es siempre numérico.

En cuanto a lo forestal, se presentan las variables:

- Área boscosa: Es una medida de área en escala de proporción.
- Área improductiva por maleza: Es una medida de área en escala de proporción.
- Producción forestal: Producción obtenida en base al desarrollo forestal. Su valor es un número real.

Otro criterio de diferenciación en los recursos naturales es el agua. Las variables propuestas son:

- Potencial hidrográfico: valora el uso potencial del agua. Sus valores están dado por los expertos en forma cualitativa.
- Área bajo riego: es una medida del área donde se utiliza el potencial hidrográfico. Está en escala de proporción.

2.2.2 Variables asociadas a los recursos humanos

En cuanto a los recursos humanos, se deben tener como criterios de diferenciación el uso de la fuerza de trabajo. Para su estudio se proponen las siguientes variables:

- Fuerza de trabajo total: su valor es el número de trabajadores que cuenta la finca. Es un valor entero positivo.
- Fuerza de trabajo en la esfera productiva: es el número de trabajadores vinculados directamente a la producción.
- Trabajadores por unidad de área: Se define como la razón formada por el número de trabajadores dividido por la unidad de área definida.

2.2.3 Variables asociadas a los recursos económicos

En cuanto a los recursos económicos, se pueden tener muchos criterios de diferenciación, entre ellos se pueden citar: el modo de producción, la infraestructura, los medios de producción y las tecnologías de producción.

Modo de producción es, según Marx, el conjunto de las fuerzas productivas y las relaciones que las personas de una determinada sociedad establecen entre sí para producir los bienes necesarios para su desarrollo. Estas relaciones de producción son las relaciones sociales que establecen los productores entre sí, las condiciones en que intercambian sus actividades y participan en el proceso productivo. Esto es porque en la producción, los hombres no actúan solamente sobre la naturaleza, actúan también los unos sobre los otros, asociándose de un cierto modo, contrayendo determinados vínculos y relaciones, para actuar en común y establecer un intercambio de actividades a la vez que se relacionan con la naturaleza y efectúa la producción.

El modo de producción puede ser esclavista, feudal, capitalista ó socialista.

La infraestructura está dada por el conjunto de naves y viviendas disponibles para la explotación de la finca. Variables asociadas a la infraestructura son:

- Almacenes de insumos: Se puede medir por el volumen para almacenar en relación a la cantidad de insumos necesaria.
- Almacenes para la producción obtenida: Se puede medir por el volumen para almacenar en relación a las necesidades de producción de la finca.
- Instalaciones para la mecanización agropecuaria: Se valora en relación con los requerimientos de los equipos usados en la mecanización agropecuaria.

En los casos de producción pecuaria se añaden:

- Numero de vaquerías. Es un valor entero positivo.
- Centros de crías: Es un valor entero positivo.

En cuanto a los medios de producción, se define:

- Mecanización de actividades agrícolas: Se expresa por el porcentaje de la producción de forma mecanizada.

- Mecanización para pos-cosecha: Se expresa por el porcentaje de la cosecha que se hace de forma mecanizada.
- Tracción animal: Numero de animales usados para este fin.
- Transporte: El potencial de transporte disponible.

En relación con las tecnologías de producción se presentan las siguientes variables:

- Técnicas de policultivos y rotación
- Técnica de preparación del suelo
- Técnica de cultivo
- Fuente de nitrógeno
- Dosis aplicada de nitrógeno
- Fuente de fósforo
- Dosis aplicada de fósforo
- Fuente de potasio
- Dosis aplicada de potasio
- Limitaciones por plagas
- Limitaciones por enfermedades
- Limitaciones por malezas

Asociadas a todas las variables que lo requieran, están los costos y ganancias correspondientes. En estos casos, los valores están en unidades monetarias medidas en forma cuantitativa en escala de proporción.

2.3 Recolección de los datos sobre las variables definidas

Para la elaboración de la base de datos se debe tener presente la forma en que las variables toman sus valores. El investigador debe procurar que los valores de las variables sean reflejo de la realidad existente en las fincas estudiadas. En particular, debe tener especial cuidado con los instrumentos de medición utilizados. Estos instrumentos deben estar debidamente calibrados.

El conjunto de datos debe organizarse en forma de una n×p-matriz **X**. Las filas de esa matriz se corresponden con cada una de las fincas. Por n se designa el número de fincas

estudiadas. A cada columna le corresponde una variable. El número de variables es designado con la letra p.

El elemento $\mathbf{x_{ij}}$ de la matriz **X** es la observación de la j-ésima variable en la i-ésima finca.

2.4 Análisis de correlaciones entre las variables definidas para la caracterización

El uso de los métodos estadísticos tiene en cuenta el nivel de dependencia existente entre las variables. Una importante medida de asociación entre variables es el coeficiente de correlación. Cuando se tienen dos variables cuantitativas el coeficiente de correlación a usar es el coeficiente de correlación de Pearson.

Para variables cualitativas la dependencia se estudia por medio de los coeficientes de correlaciones de Spearman y Kendall.

Cuando los coeficientes de correlaciones están próximos a cero, no es recomendable el uso del método de análisis componentes principales. Por lo tanto, el primer análisis que debe hacerse a la matriz de datos muestrales **X** es un análisis de las correlaciones existentes entre sus variables.

2.5 Búsqueda de factores usando el método análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales (ACP), es un método esencialmente descriptivo, por lo tanto, según sean los objetivos particulares del estudio que se realiza, el ACP podrá ser suficiente para alcanzar el objetivo, ó no representar más que una primera aproximación -por supuesto indispensable-, pero preliminar, para el empleo de otros métodos estadísticos (Philippeau, 1990). Christophersen y Hooper (1992) señalan que el uso del ACP es el primer paso en el análisis de factores y es menos dependiente de las decisiones subjetivas, a diferencia de otros métodos.

El análisis de componentes principales permite representar óptimamente en un espacio de dimensión pequeña observaciones de un espacio más general π-dimensional. En este sentido, componentes principales es el primer paso para identificar los posibles factores latentes, ó no observados que generan los datos.

Permite además transformar las variables originales, en general correlacionadas, en nuevas variables incorrelacionadas, facilitando la interpretación de los datos.

Utilizando el paquete de programas SPSS/PC+ por medio de los comandos relacionados con la reducción de datos, vía análisis factorial, y extracción de factores con el análisis de componentes principales es posible realizar los cálculos necesarios para aplicar de forma consecuente el método ACP.

La selección del número de componentes se hace en base al criterio de Káiser, este incluye sólo aquellas cuyos valores propios son superiores al promedio. Como los componentes principales son generados vía matriz **R**, se toman en cuenta los componentes cuyos valores propios fueron mayores a 1.

2.6 Agrupación de fincas usando análisis de conglomerados

Para agrupar las fincas teniendo presente la similitud en los comportamientos de sus diferentes variables se hace uso del análisis de conglomerados. El análisis de conglomerados es una técnica de análisis exploratorio de datos empleada para resolver problemas de clasificación. Su objeto consiste en agrupar objetos (por ejemplo: personas, fincas, animales, plantas, variables) en conglomerados de forma que el grado de asociación ó similitud entre los miembros del mismo conglomerado sean más fuertes que el grado de asociación ó similitud entre miembros de diferentes conglomerados. Cada conglomerado se describe como la clase a la que sus miembros pertenecen.

El análisis de conglomerados es un método que permite descubrir asociaciones y estructuras en los datos no evidentes a priori pero que pueden ser útiles una vez que se han encontrado. Los resultados de un análisis de conglomerados pueden contribuir a la definición formal de un esquema de clasificación tal como una taxonomía para un conjunto de objetos, a sugerir modelos estadísticos para describir poblaciones, a asignar nuevos individuos a las clases para diagnóstico e identificación entre otras contribuciones.

El agrupamiento de fincas en base a variables cuantitativas se hace por medio de la distancia de Manhattan. La selección de la distancia de Manhattan es hecha teniendo en consideración que está constituida por la diferencia absoluta entre los valores de todas las variables.

Para agrupar las fincas se usa un método jerárquico. En particular, los conglomerados se forman por medio de las agrupaciones de los centroides.

Las etapas a seguir en un análisis de conglomerados son las siguientes:

1. Selección de la muestra de datos.
2. Selección y transformación de variables a utilizar.
3. Selección de concepto de distancia ó similitud y medición de las mismas
4. Selección y aplicación del criterio de agrupación.
5. Búsqueda de la estructura correcta (determinación del número de conglomerados).

Son varios los software que pueden ser utilizados para realizar el análisis de conglomerados, en el presente trabajo se ha utilizado el programa SPSS/PC+. Los comandos que proporcionan los resultados deseados son los referentes a clasificar, conglomerados jerárquicos con la medida de distancia bloque (Manhattan) y el método agrupaciones de centroides.

2.7 Agroecología y sostenibilidad

Para caracterizar las fincas agropecuarias en función de su desarrollo agroecológico y sostenible es conveniente hacer entrevistas y encuestas a los principales actores participantes. Socorro, Padrón y Agüero (2002) proponen una metodología para caracterizar las fincas de acuerdo al nivel de conocimiento que sobre agroecología y sostenibilidad poseen trabajadores y dirigentes.

2.7.1 Indicadores para la caracterización de fincas agroecológica.

Una forma de caracterización agroecológica es propuesta por Reardon (2009), este autor establece una serie de indicadores para clasificar las fincas agroecológicas sostenibles. Los indicadores seleccionados incluyen parámetros técnicos, metodológicos y socio-culturales. Se establecen 3 niveles vinculados manteniendo una lógica evolutiva de los sistemas de producción, sin perder de vista los obreros agrícolas.

Nivel 1: Fincas iniciadas en el camino agroecológico Aspectos que deben cumplir

1. Haber aplicado Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) a la finca.

2. Tener en desarrollo la técnica llave.

3. Tener otras (1-3 o más) prácticas agroecológicas en desarrollo.

4. Finqueros sensibilizados con el Movimiento Agroecológico e involucrados con el mismo (puede estar iniciada).

5. Finqueros sensibilizados con la problemática ambiental y productiva.

6. Práctica y/o rescate de tradiciones campesinas.

7. Perspectivas de diversificar la finca.

8. Práctica y/o disposición para experimentar (experimentación campesina).

9. Que existan potencialidades productivas y de comercialización con fin social.

Nivel 2: Fincas en transformación por la agroecología Aspectos que debe cumplir

1. Fincas integradas al proceso de intercambio, experimentación y promoción del Movimiento (receptor/a o actor en ella).

2. Creciente biodiversidad e integración de los componentes productivos de la finca.

3. Integración agricultura, crianza animal y áreas arbóreas.

4. Reducción sustancial de la aplicación de productos químicos.

5. Creciente aprovechamiento de los recursos que genera la finca y proporcional disminución de la dependencia externa.

6. Compromiso social.

7. Integración de la familia y del grupo de obreros con equidad de género.

8. Reafirmación de la identidad campesina (social y cultural)

9. Producción eficiente del sistema (económico).
10. Finca ordenada y funcional.

Nivel 3: Fincas agroecológicas. Aspectos que debe cumplir

1. Elevada conciencia agroecológica y dominio conceptual de la sostenibilidad y seguridad alimentaria con enfoque de género.

2. Compromiso como promotor/a en el Movimiento Agroecológico, con participación en talleres e intercambios de experiencias.

3. Diversificación elevada e integración y uso eficiente de los componentes de la finca (suelo, cultivos, árboles, animales, agua, semillas, cultura familiar).

4. Producción elevada y suficiente para la familia y la comercialización local (Rendimiento por área comparable o superior a la agricultura convencional).

5. No realizar prácticas agresivas al entorno (no aplicar productos químicos, semillas transgénicas, productos hormonales, mecanización excesiva, monocultivos intensivos, etc.)

6. Baja (casi nula) dependencia externa para la producción y mantenimiento de la vida familiar.

7. Garantía de calidad de vida familiar (género, familia, educación, salud, información, otros).

8. Participación en las actividades de la O/B.

9. Compromiso social (productos al mercado local y entidades sociales).

10. Conservación y práctica de las tradiciones culturales campesinas.

11. Revalorización permanente de los recursos de la finca (conservación del suelo y el agua, autogeneración de la fertilidad, diversificación en plantas y animales).

Capítulo 3: Aplicación del procedimiento estadístico para caracterizar fincas en un municipio de Cuba: (Placetas)

Este capítulo se aplica el procedimiento descrito en el capitulo dos de la presente tesis, para este fin se ha decidido estudiar las 13 fincas de la granja agropecuaria “Los Pitos” perteneciente a la empresa agropecuaria “Benito Juárez”. Esta empresa está subordinada al Ministerio de la Agricultura, en Villa Clara. Está ubicada en el municipio de Placetas, Villa Clara, Cuba. Limita por el Norte, con el CAI Azucarero José María Pérez, por el oeste, con la Empresa pecuaria Placetas, por el este, con el CAI “Chiquitico Fabregat” y por el sur con la empresa pecuaria Placetas.

Tiene bajo su responsabilidad la utilización económica de 30 283,9 hectáreas de tierra, distribuida como sigue:

* Total agrícola = 30 283,9
* Cultivos. Varios = 2 378,5
* Frutales = 257,1
* Forestal = 2 814,1
* Producción pecuaria = 24 834,2
* Área no agrícola = 2 569,6

Con diferentes sistemas y extensiones se encuentra la granja agroindustrial Los Pitos (tabla 3.1 y figura 1) situada en el consejo popular Benito Juárez, limita por el sur con la CPA Rafael Santana, por el norte con la UBPC San José, por el este con la UBPC Manzanares, y por el oeste con la UBPC Joaquín Reyes.

Tabla 3.1: Granja Agropecuaria “Los Pitos”. Distribución del área (ha)

Superficie Total	*3.579,20*	*Total de cultivos varios*	*147,60*
Total en explotación	3.134,72	Total de Frutales	10,40
Total guardarraya	5,10	Total para uso Pecuario	2.750,10
Total ociosa	18,20	Total Forestal	157,00
Total con marabú	18,20	Total no Agrícola	426,30

3.1 Determinación de objetivos y sus alcances en la caracterización de una finca

Con este estudio pretendemos caracterizar las13 fincas agropecuarias de la granja agroindustrial Los Pitos.

Descripción y análisis del comportamiento del área estudiada

Los Pitos se dividen en dos ramas, la agrícola estructurada por fincas con un módulo pecuario, dos organopónicos, un huerto y una casa de cultivos semiprotegidos; la pecuaria formada por dos vaquerías lecheras, dos centros de cría para el desarrollo y venta, además la unidad tiene una fábrica de válvulas, y un laboratorio. Toda distribuida en dos zonas fundamentales ubicadas en la zona cercana a la empresa en la localidad del antiguo central azucarero Benito Juárez, y la otra en la zona de nazareno limitante con la provincia de Santi Spiritus. (Ver Figura 3.1.1)

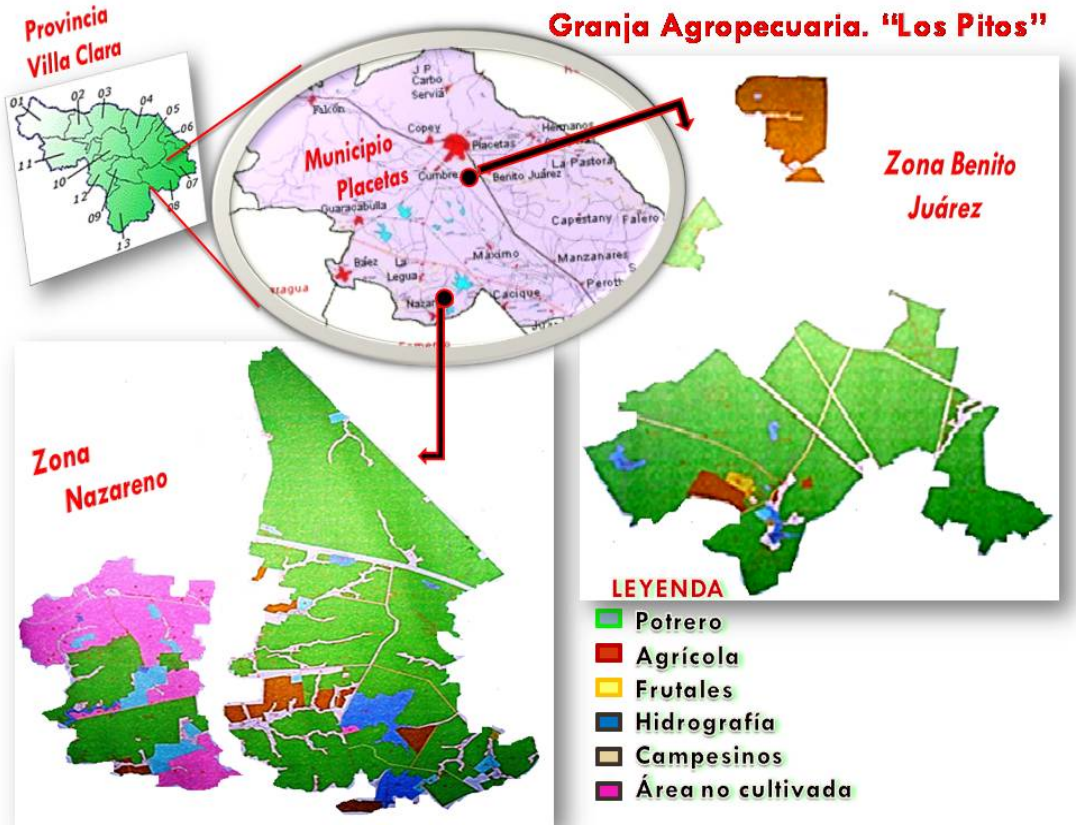
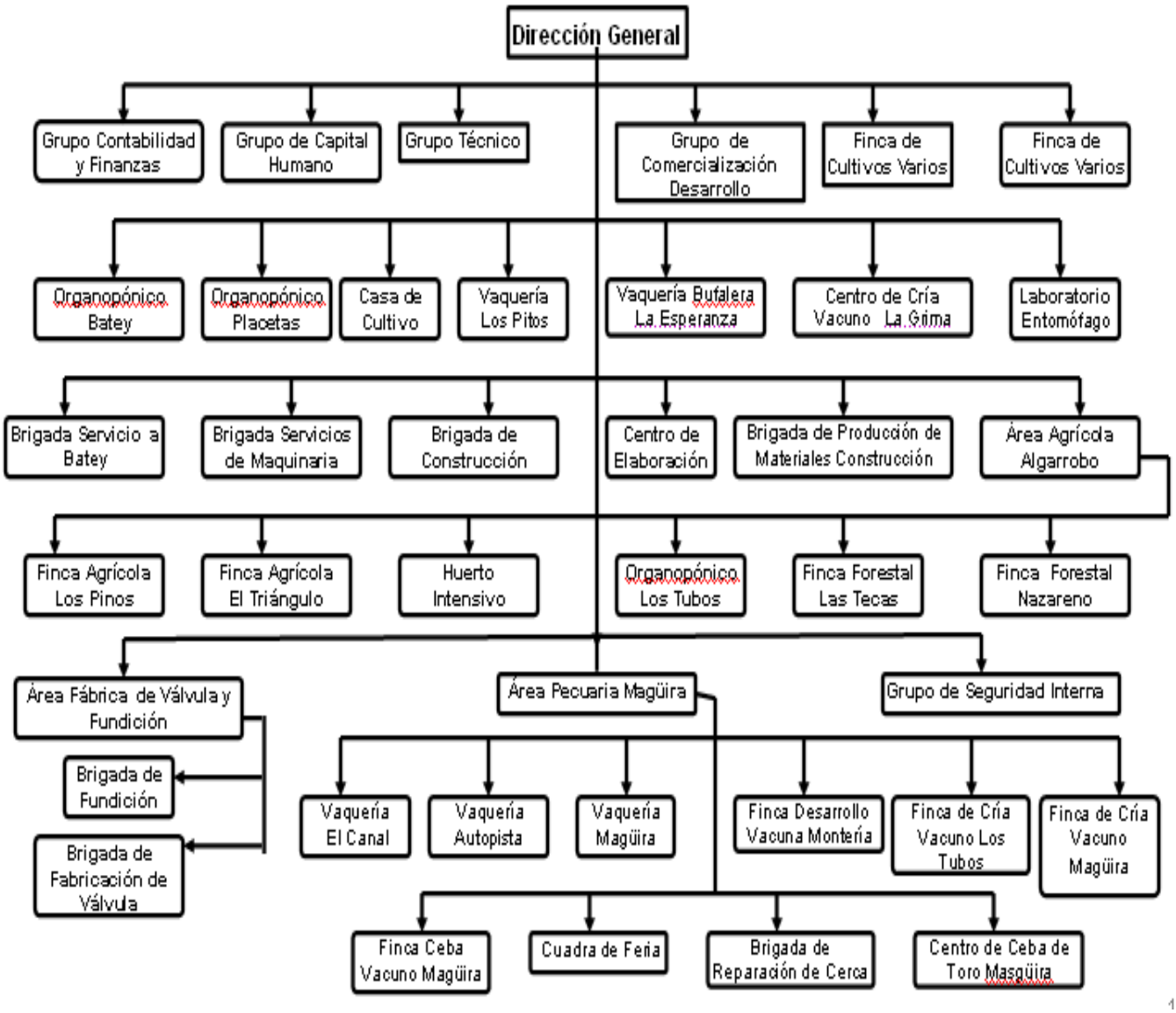


Figura 3.1.1

En el organigrama de la granja encontramos la subdivisión y estructura administrativa de la misma. (Figura 3.1.2). La granja tiene la misión de satisfacer las necesidades de los clientes a partir de una producción diversificada y sostenida de productos agropecuarios, mejorando el nivel de vida de los trabajadores y el pueblo. Su visión bastante ambiciosa: ser una granja líder en las producciones agropecuarias del MINAZ.

Figura 3.1.2: Organigrama de la Unidad Empresarial de base Granja Agroindustrial "Los Pitos"



La granja tiene 316 trabajadores, 6 dirigentes, 27 técnicos, 280 obreros y 3 administrativos, existe inestabilidad del personal y necesidades de capacitación teniendo en cuenta la introducción de nuevas tecnologías.

Análisis de los aspectos naturales

Los suelos en esta granja se caracterizan por ser del tipo pardo con diferenciación de carbonatos con un perfil A,B,C en un medio rico en minerales de calcio, con una textura arcillosa que dificulta la permeabilidad y la aireación(oreo) , favorece la conservación del agua , con baja densidad aparente , la materia orgánica toma valores entre 2 - 4% . El PH de estos suelos toma valores entre 6 -7.

El drenaje no es adecuado, presenta erosión, la cual aumenta con la profundidad (excepto los suelos donde los carbonatos se hallan lavado), son perfiles en general de muy poco a medianamente profundos, la CCC oscila entre 30-40 meq/100g, generalmente son suelos saturados, el contenido de arcilla física coloidal se encuentra entre 35-55%

Los suelos se encuentran cubiertos en un 90% de pastos naturales, leguminosas, y el resto podemos encontrar árboles de distintos tipos (frutales y maderables).

Para producir con bajos insumos se sustenta hacer un uso racional de los recursos, maximizando el uso de la energía solar y los recursos del agroecosistema, a través del reciclaje de excretas y orinas se mejora la fertilidad del suelo, además otra variante utilizada en la granja para aumentar la fertilidad del suelo es la utilización de residuos de cosecha para hacer áreas de compost.

El principal agente de erosión de los suelos de la granja son las lluvias, y las medidas de conservación al efecto usadas son: La aplicación de materia orgánica, rotación de los cultivos, utilización de barreras vivas y muertas, uso racional de la mecanización.

En conclusión el suelo y la topografía del terreno presentan condiciones adecuadas para el desarrollo de distintas especies de plantas y animales dadas sus condiciones adecuadas de saneamiento y del espacio vital.

Los principales cultivos en los Pitos son: yuca, boniato, malanga, y plátano, además hortalizas como: col, tomate, lechuga, pimiento, calabaza, zanahoria, y granos como: frijoles, maíz y arroz.

Las instalaciones son semirústicas construidas con materiales del desmonte del central. Estas se encuentran electrificadas con condiciones higiénicas y sanitarias adecuadas con

pozos que utilizan molinos de vientos para la extracción del agua, la ubicación es de norte a sur correspondiente a lo normado.

El suelo y la topografía del terreno presentan condiciones adecuada para el desarrollo de distintas especies de animales, el espacio vital por animal es adecuado no existiendo condiciones de hacinamiento y el saneamiento ambiental en las áreas de producción de animales es considerado aceptable dadas las buenas condiciones de sus instalaciones.

Análisis de los aspectos económicos esenciales

Esta granja tiene como objeto:

- Producir y comercializar de forma mayorista, caña, viandas, hortalizas, granos, cereales, frutas, café, cacao, y miel de abeja; plantas ornamentales y flores, producciones forestales (posturas forestales y frutales, madera aserrada y rolliza, carbón vegetal y resinas) así como producciones pecuarias (leche vacuna, bufalina y de cabra, carne vacuna, búfalo, conejos, aves cerdo y ovino caprino, huevo y pescado).
- Procesar y comercializar de forma mayorista productos de industrialización, de viandas, hortalizas, granos, cereales y frutas, así como efectuar la elaboración de productos en conservas de vegetales.
- Producir y comercializar de forma mayorista productos acuícolas y derivados del proceso de industrialización de la misma y productos cárnicos.

Análisis de los aspectos sociales relevantes

En la granja Los Pitos la gestión de los recursos humanos tiene su principal misión en crear relación y métodos de empleo que conecten a las personas con los resultados de la unidad. La granja tiene 316 trabajadores, 6 dirigentes, 27 técnicos, 280 obreros y 3 administrativos, existe inestabilidad del personal y necesidades de capacitación teniendo en cuenta la introducción de nuevas tecnologías.

Identificar los sistemas de producción existentes

En esta granja existen diferentes sistemas los cuales se integran de acuerdo a su base estructural, a la composición de especie, arreglo en el espacio y en el tiempo, de acuerdo a

su base funcional relacionado con la función principal en el sistema, de acuerdo a su base socioeconómica relacionado con fin comercial y de acuerdo a su base ecológica

Existen sistemas agroforestales donde interactúan árboles, cultivos, pastos y animales, capaces de producir eficientemente leche, carne, madera, alimentos y servicios ambientales que contribuyen a darle sostenibilidad y operatividad al sistema reduciendo la dependencia de los insumos externos. Sistemas Silvopastoriles donde se combinan árboles y potreros y Sistemas Agrosilvopastoriles en los que se combinan árboles, cultivos agrícolas y animales.

3.2 Definición de las variables que deben ser incluidas para caracterizar una finca

Notación	Nombre de la variable
x1	Superficie total
x2	Área agrícola cosechada
x3	Área bajo riego
x4	Infraestructura para riego
x5	Número de cultivos agrícolas
x6	Fuerza de trabajo Total
x7	Proporción FT/ha
x8	Mecanización Agrícola y Transporte
x9	Mecanización para pos-cosecha
x10	Tracción animal
x11	Infraestructura para almacenar proceso de producción
x12	Volumen de producción

3.3 Recolección de los datos sobre las variables definidas

En la tabla 3.3.1 se muestra la n×p-matriz de los datos X en la cual las filas se corresponden con cada una de las fincas y a cada columna le corresponde una variable. Por n se designa el número de fincas estudiadas y el número de variables es designado con la letra p. El elemento $\mathbf{X}_{ij}$ de la matriz X es la observación de la j-ésima variable en la i-ésima finca.

x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}
34,7	*9*	*10,2*	*2*	*8*	*8*	*0,23*	*3*	*2*	*4*	*3*	*8,9*
52	9,9	9,6	1	19	17	0,33	9	1	5	5	32,4
3,2	3,1	2,3	1	18	5	1,56	3	1	0	1	3,7
3,9	3,8	3	1	14	6	1,54	9	0	0	1	6,8
0,3	0,25	0,25	2	6	1	3,33	1	0	0	1	1,5
15	4	14,5	1	4	12	0,8	1	2	21	2	7,8
4	3,9	4,5	1	7	3	0,75	0	0	3	2	6,3
2,5	2,6	2,3	1	7	2	0,8	7	0	2	1	3,6
248	0,4	1	1	1	4	0,02	2	0	1	4	3,9
13	9,2	12,5	1	7	15	1,15	2	1	5	2	10,5
5	2,7	3,1	1	7	2	0,4	0	0	3	3	7,4
7	3,5	3	1	8	4	0,57	4	0	2	2	7,5
0,8	2	0,4	1	22	7	8,75	1	0	1	1	10,2

Tabla 3.3.1

3.4 Análisis de correlaciones entre las variables definidas para la caracterización

El primer análisis realizado a la matriz de datos muestrales X es un análisis de las correlaciones existentes entre sus variables con el objetivo de medir el grado de asociación dos a dos entre ellas utilizándose el coeficiente de correlación de Pearson.

Cuando los coeficientes de correlaciones están próximos a cero, y como se ha dicho en los capítulos anteriores no es recomendable el uso del método de análisis componentes principales.

Se observa en la tabla 3.4.1 una correlación relativamente alta por encima del 60% entre el área total de la finca y la fuerza de trabajo total, las áreas bajo riego, las destinadas a la producción agrícola y la mecanización pos-cosecha.

Se aprecian varios coeficientes superiores al 60%, indicativos de la existencia de correlación entre varias variables. Por lo tanto se puede reducir el número de variables aplicando el método de componentes principales.

Correlation Matrix												
	Superf total	Área agrícola cosechada	Área bajo riego	Infraestructura para riego	Número de cultivos agrícolas	Fuerza de trabajo Total	Proporc. FT/ha	Mecaniz. Agrícola y Transp	Mecaniz. para pos-cosecha	Tracción animal	Infraest. para almac. proceso de prod.	Producc.
Superficie total	1											
Area agrícola cosechada	0,8451	1										
Area bajo riego	0,6451	0,7753	1									
Infraestructura para riego	0,1848	0,0593	0,0020	1								
Número de cultivos agrícolas	0,2638	0,2013	-0,1287	-0,1994	1							
Fuerza de trabajo Total	0,7378	0,8022	0,8087	-0,1918	0,2681	1						
Proporción	-0,4811	-0,5928	-0,5208	0,1024	-0,1840	-0,2686	1					
Mecanización Agrícola y Transporte	0,4146	0,3324	0,0198	-0,1725	0,3758	0,2850	-0,2313	1				
Mecanización para pos-cosecha	0,6282	0,6398	0,8425	0,2639	-0,0156	0,6382	-0,3936	-0,0209	1			
Tracción animal	0,6253	0,4341	0,5906	-0,1635	-0,1415	0,4491	-0,5420	0,1222	0,4430	1		
Infraest para almacenar proceso de producción	0,6897	0,4862	0,3339	-0,0533	-0,1303	0,4696	-0,0479	0,1343	0,2450	0,5752	1	
Producción	0,8597	0,7079	0,4579	-0,1909	0,4865	0,7630	-0,3823	0,4705	0,2870	0,5548	0,6658	1

Tabla 3.4.1

3.5 Búsqueda de factores aplicando el análisis de componentes principales

Utilizando el paquete de programas SPSS/PC+ por medio de los comandos relacionados con la reducción de datos, vía análisis factorial, y extracción de factores con el ACP se han realizado los cálculos necesarios para aplicar de forma consecuente el método.

La selección del número de componentes se ha hecho en base al criterio de Káiser, que incluye sólo aquellas cuyos valores propios son superiores al promedio. Como los

componentes principales son generados vía matriz R, se toman en cuenta los componentes cuyos valores propios fueron mayores a 1.

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,743	47,856	47,856	5,743	47,856	47,856
2	1,881	15,674	63,529	1,881	15,674	63,529
3	1,239	10,326	73,856	1,239	10,326	73,856
4	1,109	9,240	83,096	1,109	9,240	83,096
5	,854	7,115	90,211			
6	,582	4,854	95,065			
7	,353	2,938	98,003			
8	,182	1,519	99,522			
9	,045	,372	99,894			
10	,007	,060	99,954			
11	,005	,045	99,999			
12	,000	,001	100,000			

Tabla 3.5.1 ***Varianza total explicada***

	1	2
Superficie total	,939	,039
Área agrícola cosechada	,905	-,028
Área bajo riego	,821	-,424
Infraestructura para riego	-,048	-,509
Número de cultivos agrícolas	,217	,751
Fuerza de trabajo Total	,867	,061
Proporción FT/ha	-,588	-,004
Mecanización Agrícola y Transporte	,365	,645
Mecanización para pos-cosecha	,702	-,496
Tracción animal	,703	-,181
Infraestructura para almacenar proceso de produc.	,624	-,033
Producción	,844	,419

Tabla 3.5.2 ***Matriz de componentes***

En el estudio realizado como se observa, se ejecuta un análisis de componentes principales en el cual se ha obtenido un número reducido de combinaciones lineales de las 12 variables, ellas explican la mayor variabilidad en los datos. En este caso, dos componentes se han extraído por explicar ellas el 64% de la variabilidad total.

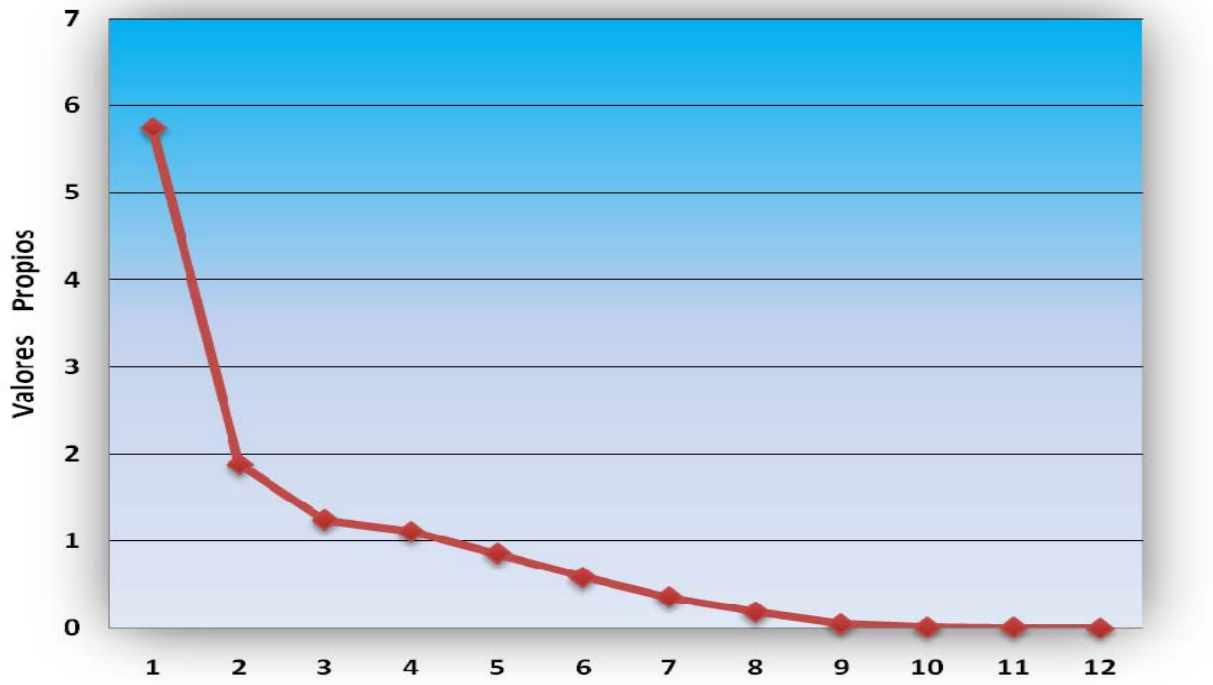
La primera componente explica casi el 48% de la variabilidad total. Analizando sus coeficientes se observa en este primer factor la dependencia entre el tamaño de las fincas y áreas dedicadas a labores con el volumen de la fuerza de trabajo y los niveles de mecanización pos-cosecha y almacenamiento.

La segunda componente explica el 15% de la variabilidad. En ella el número de cultivos diferentes y la mecanización está en contraposición con el área e infraestructura para el riego.

También se puede observar mediante el método gráfico, que la primera "onda" incluye las primeras 2 componentes y la segunda alcanza hasta el décimo segundo componente. La gráfica posterior muestra la distribución de la varianza explicada entre los 12 componentes principales de los datos bajo análisis, coincidiendo este criterio de selección con el de Káiser.

El análisis de la tabla anterior se puede también observar descriptivamente mediante el gráfico de sedimentación de los valores propios calculados.

Gráfico de Sedimentación



3.6 Agrupación de fincas con el análisis de conglomerados

Número de casos completos: 13

Método de Conglomeración: Vecino Más Cercano (Vínculo Simple)

Métrica de Distancia: Euclideana Cuadrada

Conglomeración: observaciones

Estandarizar: sí

Resumen de Conglomeración		
Conglomerado	Miembros	Porcentaje
1	13	100

Centroides

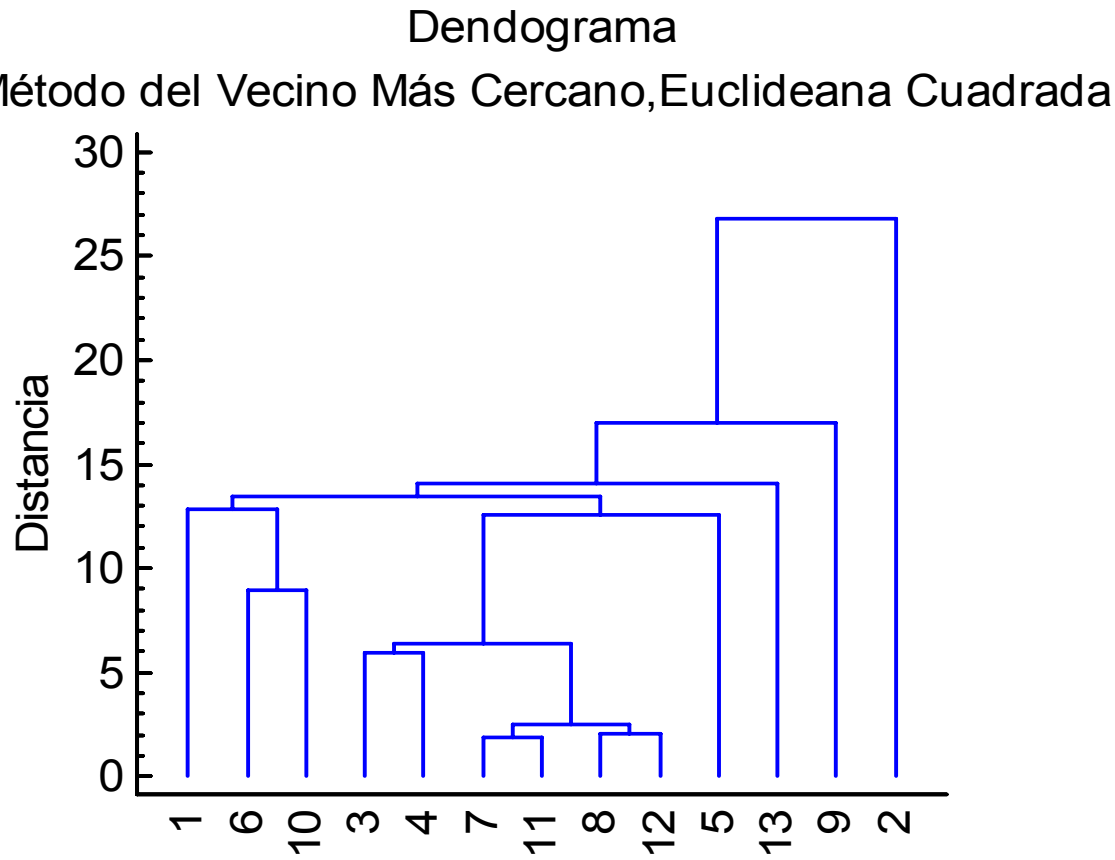
Conglomerado	Área bajo Riego	Área Agric Cosechada	Infraest para Almacenar Proc de Producc	Mecaniz Post Cos	Mecanización
1	5,12692	4,18077	2,15385	0,538462	3,23077

Conglomerado	Nro de cultivos Agríc	Producción	Proporción Fuerza de T	Riego	Sup Total	Total F de T
1	9,84615	8,5	1,55615	1,15385	29,9462	6,61538

Conglomerado	Tracción animal
1	1,38462

Este procedimiento ha creado un conglomerado a partir de 13 observaciones proporcionadas. Los conglomerados son grupos de observaciones con características similares. Para formar los conglomerados, el procedimiento ha comenzado con las observaciones en grupos separados. Después, combina las dos observaciones que fueron las más cercanas para formar un nuevo grupo. Después de recalcular la distancia entre grupos, se combinan los dos grupos ahora más cercanos. Este proceso se ha repetido hasta quedar un solo grupo.

Lo anterior se observa en el dendograma.



3.7 Información sobre agroecología y sostenibilidad

Para diagnosticar el nivel de información sobre este tema, se debe encuestar a los principales implicados, las personas responsables, productores o jefes de las fincas en estudio. El cuestionario debe medir los principales indicadores que permitan una valoración del sistema, también muestran los puntos fuertes y débiles de cada sistema de producción, facilitando así la adopción de los cambios o de las medidas correctoras más adecuadas (Simón et al. 2002).

Los indicadores representan importantes herramientas para la comunicación de información científica y técnica, ya que pueden facilitar el acceso a la misma por parte de diferentes grupos de usuarios, permitiendo transformar la información en acción (Segnestam et al., 2000). De esta forma, los indicadores no son únicamente útiles para la valoración de situaciones o decisiones, pueden desempeñar también una función activa en el mejoramiento de los procesos de formulación, más comúnmente en lo que se refiere a la

elaboración de políticas y la planificación por parte de las autoridades, pero también en el diseño de proyectos y estrategias por parte de los productores. Permiten conocer de manera particularizada, las necesidades de manejo de cada sistema, con miras a mantener o mejorar la productividad, reducir riesgos e incertidumbre, aumentar los servicios ecológicos y socioeconómicos, proteger la base de recursos y prevenir la degradación de suelos, agua y biodiversidad, sin disminuir la viabilidad económica del sistema (Galván, 2006).

Los indicadores de sustentabilidad se construyen a través de la evaluación de agroecosistemas reales, tomando como marco de referencia características fundamentales de agroecosistemas sustentables (Astier, 2007). Estas evaluaciones se realizan a través de criterios diagnósticos que permiten construir indicadores del estado del sistema (Masera *et al*., 1999). Actualmente se han propuesto diversos métodos de diagnóstico (*por ejemplo,* FESLM, IICA, CIFOR, SAFE), uno que se está empleando en la actualidad en varios países latinoamericanos con bastante éxito es el método MESMIS (Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de recursos naturales mediante Indicadores de Sustentabilidad) (Masera *et al*., 1999).

MESMIS es una herramienta de desarrollo, que sirve para diagnosticar el agroecosistema, y a la vez, ofrece una guía para las actividades a implementar, con directrices claras y estandarizadas de análisis. Dado que considera el factor local como aspecto fundamental de la diagnosis, MESMIS ofrece respuestas endógenas, por esa misma razón, es un método en permanente construcción (Griffon, 2006).

Las características fundamentales del enfoque de este método son (Astier, 2007):

1. Relativista: porque establece los límites del sistema a estudiar y un horizonte temporal de evaluación, especificando los actores y sus objetivos particulares.

2. Es constructivista: puesto que adapta el método al objeto de estudio y a los involucrados.

3. Exige múltiples criterios: ya que incorpora criterios ambientales, sociales y económicos.

4. Posee un enfoque sistémico e integrador: ya que entiende el sistema agrícola como un conjunto de subsistemas que se interrelacionan y actúan como una unidad de producción, sustentable o potencialmente sustentable.

5. Demanda Participación: Involucra la participación real de los agentes implicados.

6. Es multidisciplinar: porque exige del concurso de profesionales de diferentes áreas para poder evaluar las múltiples dimensiones involucradas

De forma esquemática, MESMIS demanda seguir los siguientes pasos de manera recursiva (Astier, 2007)

1. Caracterización del sistema de manejo. Caracterizar el sistema, definir los sistemas de manejo a evaluar, sus límites, subsistemas y flujos internos y externos de materia y energía.

2. Determinación de los puntos críticos. Fortalezas y debilidades del sistema.

3. Selección de indicadores. Determinar los criterios de diagnóstico de cada atributo y selección de indicadores estratégicos.

4. Medición y monitoreo de los indicadores. Diseño de herramientas o instrumentos de análisis y obtención de la información deseada.

5. Presentación e integración de resultados. Comparar la sustentabilidad de los sistemas de manejo analizados indicando sus principales obstáculos y aspectos que los fortalecen.

6. Conclusiones y recomendaciones. Síntesis del análisis y elaboración de sugerencias para fortalecer la sustentabilidad de los sistemas de manejo y el proceso de evaluación.

MESMIS parte del supuesto que un agroecosistema sustentable es aquel que posee los siguientes atributos: Productividad, Estabilidad, Confiabilidad, Resiliencia, Adaptabilidad, Equidad, Autosuficiencia entre otros (Masera *et al*., 1999). Cada atributo puede evaluarse a través de diversos criterios diagnósticos (Tabla 1), por medio de los cuales se proponen indicadores que permitirán evaluar el grado de sustentabilidad del sistema (Masera *et al*., 1999).

Tabla 3.7.1. Atributos y criterios diagnósticos de un sistema sustentable según MESMIS (Masera et al., 1999).

Atributos	Criterios
Productividad	Eficacia y eficiencia productiva. Rendimiento obtenido.
Estabilidad Confiabilidad Resiliencia	Tendencia de los rendimientos. Empleo de recursos renovables. Diversidad biológica y económica. Prevención de riesgos.
Adaptabilidad	Opciones productivas. Capacidad de cambio e innovación. Proceso de capacitación.
Equidad	Distribución de costes y beneficios. Democracia en la toma de decisiones. Participación efectiva.
Autosuficiencia	Control de relaciones con el exterior. Nivel de organización. Dependencia de recursos externos.

3.7.1 Medio usado para encontrar los niveles de conocimientos sobre agroecología y sostenibilidad que poseen los responsables de diferentes actividades en las fincas

Se aplicó una encuesta a los jefes de fincas, después de la revisión, el análisis de la información proporcionada y de los resultados del procesamiento estadístico correspondiente, se caracterizan las fincas de acuerdo al nivel de conocimiento sobre agroecología y sostenibilidad.

En el anexo 1 se encuentra la encuesta realizada. En ella se pregunta sobre los elementos característicos de los conceptos de agroecología y sostenibilidad, determinando los niveles de conocimiento que tienen los implicados sobre estos temas. Los resultados se pueden observar en el Anexo 2.

3.7.2 Interpretación de los resultados de la encuesta

Se aplican los mismos métodos del epígrafe anterior a la encuesta resultando:

Matriz de componentes

	Componentes				
	1	2	3	4	5
¿Conoce usted en qué consiste el término Agroecología?	.115	**.787**	.187	.512	-.072
Agroecología es la utilización de gran cantidad de insumos	.156	**.780**	-.290	-.132	-.316
Agroecología es la sustitución de insumos y prácticas convencionales	.371	.295	**.691**	.289	-.041
Agroecología es la utilización frecuente de fertilizantes y pesticidas químicos	**-.875**	.027	.208	-.002	.185
Agroecología es el monocultivo a gran escala	.233	.557	-.343	.139	.446
Agroecología es la producción de semillas y su conservación	**.630**	-.468	.353	.301	-.099
Agroecología usa técnicas a largo plazo de preparación (rotulación) del suelo	**.710**	-.202	.010	.275	.364
¿Conoce usted en qué consiste el término Sostenibilidad?	-.380	-.009	.167	.327	.674
Sostenibilidad es equilibrio dinámico	**.792**	-.010	.148	-.464	.186
Sostenibilidad es estabilidad	**.860**	-.267	.211	-.081	.101
Sostenibilidad es agricultura química intensa	.248	-.236	**-.737**	.249	-.012
Sostenibilidad es biodiversificación	-.175	.791	.289	-.038	.297
Sostenibilidad es agricultura industrializada	-.411	-.469	.591	.197	-.318
Sostenibilidad es minimizar el reciclaje de nutrientes y energía	.078	.355	.390	**-.752**	.107
Sostenibilidad es agricultura inorgánica	-.306	**-.718**	-.033	-.222	.420

Método de extracción: Análisis de componentes principales. a 5 componentes extraídos

Varianza total explicada

Componente	Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3.767	25.114	25.114
2	3.501	23.339	48.453
3	2.106	14.041	62.494
4	1.594	10.625	73.119
5	1.358	9.054	82.174

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Matriz de Correlaciones (Pearson)

¿Conoce usted en qué consiste el término Agroecología?	**1**																			
Agricología es la utilización de gran cantidad de insumos	**0,507**	**1**																		
Agricología es la sustuitución de insumos y prácticas convencionales	**0,537**	**0,058**	**1**																	
Agricología es la utilización frecuente de fertilizantes y pesticidas químicos	**-0,033**	**-0,234**	**-0,101**	**1**																
Agricología es la utilización de abonos orgánicos y verdes	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**															
Agricología es el monocultivo a gran escala	**0,386**	**0,365**	**0,158**	**-0,178**	**.(a)**	**1**														
Agricología es la producción de semillas y su conservación	**-0,098**	**-0,318**	**0,350**	**-0,539**	**.(a)**	**-0,184**	**1**													
Agricología usa técnicas a largo plazo de preparación (rotulación) del suelo	**0,071**	**-0,225**	**0,220**	**-0,461**	**.(a)**	**0,051**	**0,537**	**1**												
Agrocología se realiza con la preservación del medio	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**											
¿Conoce usted en qué consiste el término Sostenibilidad?	**0,071**	**-0,225**	**-0,098**	**0,395**	**.(a)**	**0,051**	**-0,098**	**0,071**	**.(a)**	**1**										
Sostenibilidad es equilibrio dinámico	**-0,098**	**0,058**	**0,350**	**-0,539**	**.(a)**	**0,158**	**0,350**	**0,537**	**.(a)**	**-0,415**	**1**									
Sostenabilidad es estabilidad	**-0,141**	**-0,133**	**0,318**	**-0,778****	**.(a)**	**0,030**	**0,693****	**0,592***	**.(a)**	**-0,141**	**0,693****	**1**								
Sostenabilidad es agricultura química intensa	**-0,220**	**-0,058**	**-0,350**	**-0,337**	**.(a)**	**0,184**	**-0,025**	**0,415**	**.(a)**	**-0,220**	**-0,025**	**0,058**	**1**							
Sostenabilidad es biodiversificación	**0,592***	**0,300**	**0,318**	**0,234**	**.(a)**	**0,426**	**-0,433**	**-0,141**	**.(a)**	**0,225**	**-0,058**	**-0,300**	**-0,318**	**1**						
Sostenabilidad es agricultura industrializada	**-0,238**	**-0,592***	**0,220**	**0,395**	**.(a)**	**-0,617***	**0,220**	**-0,238**	**.(a)**	**0,071**	**-0,415**	**-0,141**	**-0,220**	**-0,141**	**1**					
Sostenabilidad es conjservación y fertilidad del suelo	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**				
Sostenabilidad es producir alimentos animal y humano a bajo costo	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**			
Sostenabilidad es minimizar el reciclaje de nutrientes y energía	**-0,071**	**0,225**	**0,098**	**0,033**	**.(a)**	**-0,051**	**-0,220**	**-0,071**	**.(a)**	**-0,071**	**0,415**	**0,141**	**-0,415**	**0,507**	**-0,071**	**.(a)**	**.(a)**	**1**		
Sostenabilidaad es hacer agricultura en armonía con la naturaleza	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	**.(a)**	
Sostenabilidad es agricultura inorgánica	**-0,732****	**-0,693****	**-0,300**	**0,337**	**.(a)**	**-0,184**	**0,025**	**-0,098**	**.(a)**	**0,220**	**0,025**	**-0,058**	**-0,025**	**-0,433**	**0,220**	**.(a)**	**.(a)**	**-0,220**	**.(a)**	**1**

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

** Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

a Cannot be computed because at least one of the variables is constant.

Se observa como resultado de este análisis, una correlación relativamente alta por encima del 60% entre las respuestas (Agroecología es la producción de semillas y su conservación);(Sostenibilidad es equilibrio dinámico) con (estabilidad), demostrándose de manera general un aceptable nivel de conocimiento del tema en las fincas estudiadas.

En el análisis de componentes principales se obtienen 5 componentes donde la primera y segunda presentan un 25% y 23 % de variabilidad total respectivamente explicado por la relación existente entre el equilibrio dinámico y estabilidad de los agroecosistemas, el uso de técnicas de preparación (rotulación) del suelo a largo plazo y la producción de semillas y su conservación. Sin embargo se observa un contraste inverso con lo anterior en la primera componente que existe un 87,5% de variabilidad total en la respuesta a la utilización frecuente de fertilizantes y pesticidas químicos.

De manera que estos análisis, permiten, de una forma sintetizada, ofrecer una idea concreta sobre el comportamiento del conocimiento sostenible de las personas vinculadas a las fincas.

Se aplica el método de análisis de conglomerado para agrupar el cuestionario utilizando el método del vecino más cercano, y la distancia euclidiana, resultando:

Esquema de agrupamientos

Etapa	Conglomerado		Coeficientes	Conglomerado		Próxima etapa
	1	2		1	2	
1	10	12	3,464	0	0	9
2	1	5	4,000	0	0	3
3	1	6	4,562	2	0	5
4	7	8	4,583	0	0	7
5	1	13	5,148	3	0	8
6	4	9	5,745	0	0	8
7	7	11	5,847	4	0	10
8	1	4	11,031	5	6	11
9	3	10	11,090	0	1	12
10	2	7	11,755	0	7	11
11	1	2	13,764	8	10	12
12	1	3	14,827	11	9	0

Número de casos completos: 13
Método de Conglomeración: Vecino Más Cercano (Vínculo Simple)
Métrica de Distancia: Euclideana Cuadrada
Conglomeración: observaciones
Estandarizar: sí

Resumen de Conglomeración

Conglomerado	Miembros	Porcentaje
1	13	100,00

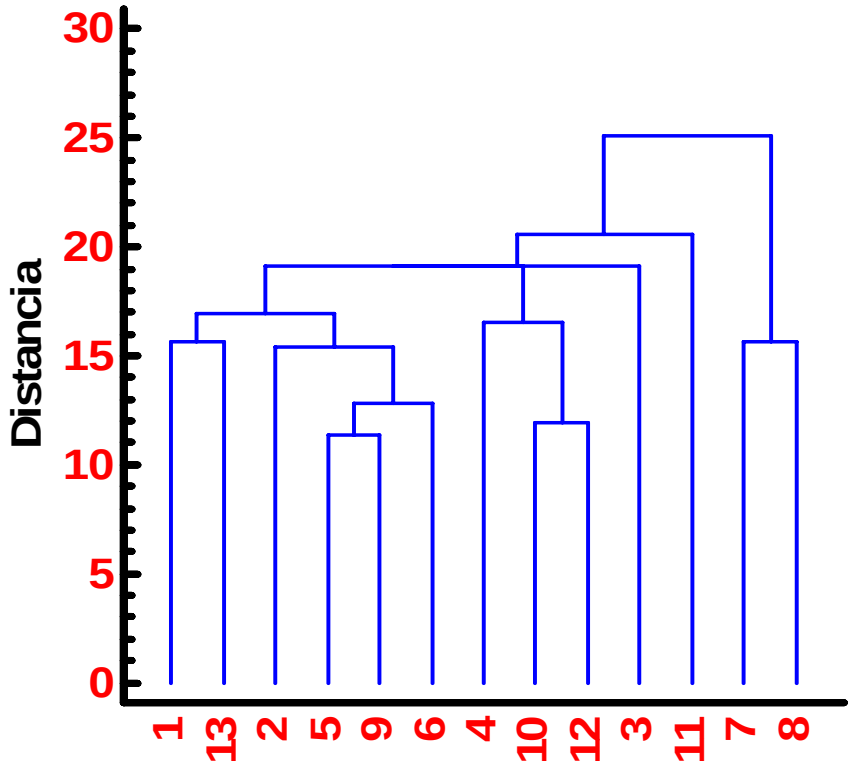
Centroides

Conglomerado	preg 1	preg 2	preg 3	preg 4	preg 5	preg 6	preg 7	preg 8	preg 9	preg 10	preg 11
1	**1,076**	**0,461**	**1,230**	**0,307**	**10,0**	**1,384**	**6,153**	**1,615**	**10,0**	**1,076**	**6,153**

Conglomerado	preg 12	preg 13	preg 14	preg 15	preg 16	preg 17	preg 18	preg 19	preg 20
1	**2,30769**	**0,769231**	**7,69231**	**1,07692**	**3,0**	**10,0**	**1,38462**	**10,0**	**1,23077**

Dendograma

Método del Vecino Más Cercano,Euclideana Cuadrada



Conclusiones

La metodología propuesta contribuye a:

1. Que es posible caracterizar las unidades agropecuarias a partir de la aplicación de métodos estadísticos multivariados, permitiendo considerar los elementos fundamentales en estas entidades y las relaciones existentes entre ellas.
2. La preparación de diagnósticos a nivel nacional y regional de la evolución del sector agropecuario sobre la sostenibilidad de los agroecosistemas.
3. La formulación de políticas de desarrollo agropecuario y estrategias nacionales.
4. La aplicación de tecnologías diferenciadas que posibiliten el ahorro de recursos.
5. La elaboración de investigaciones agroecológicas específicas del sector agropecuario, y ayudar en la toma de decisiones.
6. Evaluar el comportamiento de todo el sistema y su impacto en la producción agropecuaria.
7. La evaluación de las unidades de producción aplicando los indicadores de sostenibilidad, permite conocer el funcionamiento actual de los agroecosistemas, pudiéndose tomar decisiones más acertadas para un mejor manejo de las entidades y superar sus limitantes.

Recomendaciones

1. Implementar la caracterización de las fincas en todos los municipios de la provincia Villa Clara.
2. Llevar a cabo otra fase de reflexión grupal a nivel provincial donde se reflexione sobre los aspectos considerados.
3. Sistematizar los indicadores de sostenibilidad para que puedan ser adoptados a nivel nacional y que haya una evaluación rigorosa en todas las regiones del país.
4. Siguiendo la metodología desarrollada en esta investigación, se puede preparar y divulgar un sistema de indicadores que permita avanzar hacia la soberanía alimentaria, desde el punto de vista agroecológico.

Bibliografía

- Acosta B. et al (2005), Uso del Método de Análisis de Componentes Principales para la Evaluación de la Relación Suelo Productividad en Eucalyptus Spp. Estado Portuguesa-Venezuela. Págs. 17 –44. Rev. Forestal Latinoamericana N° 37/2005.
- Ariyo, O.J. and A. Odulaja. (1991), Numerical analysis of variation among accessions of okra Abelmoschus esculentus (L) Moench. Ann. Bot. 67:527-531.
- Astier, M. (2007). Resumen del Curso Internacional de Agroecología, Medellín – Colombia, p. 5.
- Barnett, T.P. (1977). The principal time and space scale of the pacific trade wind fields, J. Atm. Sci. 34:221-236.
- Berry, JK.(2007). Análisis de Similaridad Cartográfica y generación de Mapas Predictivos mediante Sistemas de Información Geográfica. [En línea], Disponible en: http://recursos.gabrielortiz.com/index.asp .
- Brier, G. W. and T.G. Meltesen. 1976. Eigenvector analysis for prediction of time series. Notes and Correspondence 15:1307-1312.
- Caballer, V., (1993), Valoración Agraria. Teoría y Práctica, 3. ª Ed. Mundi Prensa, Madrid.
- Castro R. F. (1992), Discurso en 'Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo', Río de Janeiro, Brasil, En Ecología y sociedad: Selección de lecturas, Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 2007.
- Cleef, A. M. et al (1983), Reconocimiento de la vegetación de la parte alta del transecto parque Los Nevados., pág 153-173. En: Vanderhamment. T.: Pérez P., A. y Pinto E. (eds). La cordillera central colombiana: transecto parque Los Nevados. Estudio de ecosistemas tropandinos. Alemania.
- Davis, M.J., F. Estis, P. Bloomfield and J.F. Monahan. (1991). Complex principal component analysis of sea-level pressure over the eastern USA. International J. Clim. 11:27-54.

- Demey J. R., Adams M. y Freites H. (1992), Uso del método de análisis de componentes principales para la caracterización de fincas agropecuarias, Revista Agronomía Tropical. 44(3). Facultad de Agronomía Universidad Central de Venezuela.
- Desmarais, A.A. (2007), *La Vía Campesina: La globalización y el poder del campesinado*, Editorial Popular, Madrid, España.
- Foro "Tierra, Territorio y Dignidad" (2006), *Declaración final: Por una nueva reforma agraria basada en la soberanía alimentaria*, Porto Alegre, Brazil, [En línea] Disponibleen:http://www.movimientos.org/cloc/fororeformagraria/show_text.php3?key=6596 [Consulta 20 septiembre 2010].
- Fundora, Z., M. Diaz, M.R. Baez y J.A. Soto. (1988), Análisis de los componentes principales de la variación en siete cultivares de cebolla. Ciencias de la Agricultura 33:70-81.
- Funes, F., A., (2007), Agroecología, agricultura orgánica y sostenibilidad. Biblioteca ACTAF. Primera edición, 2007.
- George, J.P., (1941), Correlation analysis of farmland values, Journal of farm economics.
- Guevara V. G, Abudo J. y Spencer B. (2002), Descripción multivariada de las unidades de una cooperativa de producción lechera, Facultad de ciencias Agropecuarias, Universidad de Camagüey.
- Haas, G.C., (1922), Sales prices as basis for farmland appraisal. Minnesota Agricultural Experience Station Bulletin Nº 9.
- Hair, J.F., et al., (1999), Análisis Multivariante, 5ª ed., Prentice Hall: Madrid.
- Hermy, M. and J.L. Paul. (1991), Multivariate ratio analysis, a graphical method for ecological ordination. Ecology 72:735-738.
- Hobson, G., C. Gough and C. Townley. (1990), Measuring consumer reaction to the flavour of fresh tomatoes. Acta Hortic. 259:107-116.
- Hotelling, H. (1933), Analysis of a complex of statistical variables into principal components, J. Educ. Psychol., 24:417-441 y 498-520.

- Huber, L. J. and Baker, F. B. (1974), Identifying a migration effect in complete link hierarchical clustering. J. Educ. Statistics 4:74-92.
- Johnson, R. A. and D. W. Wichern, (2002), Applied multivariate statistical analysis. Fifth edition, United States of America: Pearson education international.
- Johnson, S. S. (1967), Hierarchical Clustering Schemes. Psychometrika. 32:241-254.
- Klimes, A; O. Suárez; A. Mesa y J. Pena: Suelos de Cuba, Tomo II.-E: Orbe, Ciudad de La Habana, 1980.
- Kosaki, T. and A.S.R. Juo. (1989). Multivariate approach to grouping soils in small fields. I. Extraction of factors causing variation by principal component analysis. Soil Sc. Plant Nutr. 35:469-477.
- Kutzbach, E.J. (1967). Empirical eigenvectors of sea-level pressure, surface temperature and precipitation complexs over North America. J. Appl. Meteo., 6"791-802.
- La Vía Campesina & Coordinación Latinoamericana de Organizaciones del Campo (2008),'Mujeres del campo en lucha por soberanía alimentaria',14 de agosto 2008,[En línea],Disponible en http://www.movimientos.org/cloc/show_text.php3?key=12851 [Consulta 22 noviembre 2010].
- Legates, D. (1991). The effect of domain shape on principal components analysis. Inter. J. Clim. 11:135-146.
- Lores A., Leyva A. y Varela M. (2008) , Los dominios de recomendaciones: establecimiento e importancia para el análisis científico ,Cultivos Tropicales, vol. 29, no. 3, p. 5-10
- Martínez A, (2005). Contribución económica del componente forestal en diferentes tipos de fincas cafetaleras en la Bocacosta Pacífica de Guatemala. Tesis Mag. Sci. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 131 p
- Martínez, C. (2008), 'Agroecología: Origen y desarrollo histórico', Curso del Programa de Doctorado, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas (UCLV), Villa Clara, Cuba.

- Masera, O.; Astier, M.; López, S. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales. El marco de evaluación MESMIS. GIRA- Mundi-prensa, México.
- Monzote, M. (2000). Agricultura Orgánica. Paradigma del Siglo XXI. Agricultura Orgánica. 6:1:7-10.
- Moreno, X., Socorro R., Parets R. Sardiña J. y González M. (2008), Ejes estratégicos para el ordenamiento territorial de los agroecosistemas del municipio Aguada de Pasajeros, Editorial Universo Sur, Universidad de Cienfuegos, 127 p.
- Murcia, H. (1978), Administración de empresas asociativas de producción agropecuaria. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas IICA. San José, Costa Rica. 232 p.
- Nakaidze, E.K y F.R. Simeón, (1972), Características generales de las propiedades hidrofísicas de los principales suelos de Cuba, Voluntad Hidráulica, 23:33-40, 1972.
- Nash, M.H. and L.A. Daugherty. (1990). Statistical comparison of soil map-unit boundaries. Soil Sci. Soc. Am. J. 54:1677-1681.
- Ovalles, F.A. and M.E. Collins. (1988), Variability of Northwest Florida soils by principal component analysis. Soil Sci. Soc. Am.J. 52:1430-1435.
- Páez, L A y Jiménez, M. (2001), Caracterización estructural de fincas doble propósito en la microregión acequia-socopó del estado Barinas, Revista Unellez de Ciencia y Tecnología. Volumen Especial: 91-101. 2001. Venezuela.
- Palmer, A.; Jiménez, R. y J. J. Montaño, (2000), *Tutorial sobre el coeficiente de correlación con una ó dos variables categóricas*, Revista Electrónica De Psicología Vol. 4, numero 2 ISSN 1137-8492.
- Pearson, K. (1896), Mathematical Contributions to the Theory of Evolution. III. Regression, Heredity and Panmixia, Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 187, 253-318.
- Pla, L. E. (1982), Un modelo en el análisis de la vegetación del estado Falcón. Tesis Magister Scientiarum. Universidad Central de Venezuela UCV. Postgrado de Estadística. Venezuela. 245 p.

- Powers, J.J. (1988), Uses of multivariate methods in screening and training seseory panelists. Food Technol. 42:123-127. .
- Pretty, J. (2008), Agricultural sustainability: Concepts, principles and evidence, *Philosophical Transactions of the Royal Society*, No 363, pp 447 – 465.
- Quevedo, R.L. (1991), Una metodología para un estudio de las fincas de producción lechera en el estado Yaracuy. Universidad Central de Venezuela, UCV. Facultad de Agronomía. Maracay-Venezuela. 340 p.
- Reardon, J.S. (2009), Diseño y Aplicación de Indicadores para Evaluar la Conversión en Fincas del Movimiento Agroecológico Campesino a Campesino. Tesis presentada en opción al Título Académico de Master en Agricultura Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV), Villa Clara, Cuba.
- Redmond, K.T. and W.R. Koch. (1991), Surface climate and streamflow variability in the Western United States and their relationship to large-scale circulation indices. Water Resou. Res. 27:2381-2399.
- Richman, B.M. (1981), Obliquely totated principal components: an improved meteorological map typing technique. American Meteorological Society 20:1145-1159.
- Rosset, P. (2006), 'Moving forward: Agrarian reform as a part of food sovereignty', En *Promised land: Competing visions of agrarian reform*, FoodFirst, Oakland, California, U.S.[Enlínea]Disponibleen:http://www.foodfirst.org/files/bookstore/pdf/promisedland/16.pdf [Consulta 2 septiembre 2010].
- Sarandón, S.J. (2002), La agricultura como actividad transformadora del ambiente: El impacto de la agricultura intensiva de la revolución verde, En Agroecología: El camino hacia una agricultura sostenible, Ediciones Científicas Americanas, La Plata, Argentina, Cap 20: 393 – 414.
- Sharma, H. (1988). No-choice cage technique to screem for resistance to sorghum midge (Diptera:Cecidomyiidae). J. Econ. Entomol. 81(1):415-422.

- Shuh, W., M. Jeger and R. Frederisksen. (1987), The influence of soil environment of the incidence of sorghum downy mildew: a principal component analysis. Phytopathology. 77(2):128-131.
- Socorro, A.R., & Suárez, R.O. (2005), Gestión agraria: Un análisis multidimensional de su sostenibilidad, Editorial Universo Sur, Universidad de Cienfuegos, Cuba.
- Simeón, F.R.,(1979), Características de las propiedades hidrofísicas de los principales suelos de Cuba, Voluntad Hidráulica, 49-50: 16-27, 1979.
- Simón, R. (2009), Diseño y Aplicación de Indicadores para Evaluar la Conversión en Fincas del Movimiento Agroecológico Campesino a Campesino .Tesis presentada en opción al Título Académico de Máster en Agricultura Sostenible. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas (UCLV), Villa Clara, Cuba.
- Sneath PHA & Sokal RR (1973) *Numerical Taxonomy. Freeman*, San Francisco.
- Thorpe, R.S. (1988), Multiple group principal component analysis and population differentiation. J.Zool. 216:37-40.
- Torrejón, A. (1935). Economía y Valoración: Agrícola, Forestal y Urbana. Ed. Agro Español. Madrid.
- Tryon, R. (1939), Cluster Analysis, McGraw Hill: New York.
- Varón P. T. y Lema A. (2000), Ordenación de parámetros ambientales de las cuencas La Frijolera y El Algarrobo (proyecto Hidroeléctrico Porce II). Crónica Forestal y del Medio Ambiente, Dic. Vol. 15, número 1. Universidad Nacional de Colombia. Colombia.
- Verdejo, F., (1848), Guía práctica de agrimensores y labradores. Tratado completo de agrimensura y aforaje. Imprenta de José Repullés, Madrid, 224 pp.
- Socorro, A.R. (1999), Curso Taller: Modelo alternativo para la racionalidad agrícola. Apunte para el estudio de los temas básicos. PROTROPICO, UADY. 320

<u>Anexo 1</u>: Encuesta para determinar el nivel de información sobre ecología y sostenibilidad del personal con responsabilidades en las fincas.

Compañero (a):

Estamos realizando una encuesta en la Granja Agropecuaria “Los Pitos” del municipio de Placetas sobre agroecología y sostenibilidad para un trabajo investigativo y queremos que responda una serie de preguntas sobre su finca

(Favor de ser lo más sincero posible en su respuesta, le aseguramos que esta no influirá negativamente en su labor personal, sino en beneficio de su finca y de la granja en general

Nombre de su Finca: _____

	PREGUNTAS	sí	no	duda
1	**¿Conoce usted en qué consiste el término Agroecología?**			
2	**La Agroecología constituye un grupo de principios de hacer agricultura , entre otros, con :**			
a	La utilización de gran cantidad de insumos			
b	Sustitución de insumos y prácticas convencionales			
c	La utilización frecuente de fertilizantes y pesticidas químicos			
d	La utilización de abonos orgánicos y verdes			
e	El monocultivo a gran escala			
f	La producción de semillas y su conservación			
g	Con técnicas a largo plazo de preparación (rotulación) del suelo			
h	Con la preservación del medio			
3	**¿Conoce usted en qué consiste el término Sostenibilidad?**			
4	**La sostenibilidad para usted es:**			
a	Equilibrio dinámico			
b	Estabilidad			
c	Agricultura química intensa			
d	Biodiversificación			
e	Agricultura industrializada			
f	Conservación y fertilidad del suelo			
g	Producir alimentos animal y humano a bajo costo			
h	Minimizar el reciclaje de nutrientes y energía			
i	Hacer agricultura en armonía con la naturaleza			
j	Agricultura inorgánica			

Anexo 2: Resultados de la Encuesta

		FINCAS																							
		F1 MÁXIMO				F2 BANCO SEMILLA				F3 ORG. PLA				F4 ORG BATEY				F5 ORG LA LEGUA				F6 EL TRIÁNG			
PREGUNT	CLAVE	SI	NO	¿?	CAL	SI	NO	¿?	CAL	SI	NO	¿?	CAL	SI	NO	¿?	CAL	SI	NO	¿?	CAL	SI	NO	¿?	CAL
1	2	X			2	X			2			X			X			X			2	X			2
2	43																								
a	2		X				X					X			X			X			2		X		
b	2	X			2	X			2		X					X		X			2	X			2
c	2		X				X				X				X				X					X	
d	10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10
e	2			X			X		2			X			X		2		X		2		X		2
f	10	X			10	X			10	X			10			X	0	X			10	X			10
g	3		X		3		X		3			X			X		3		X		3		X		3
h	10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10
3	2			X		X			2	X			2	X			2	X			2	X			2
4	55																								
a	10	X			10			X				X		X			10	X			10	X			10
b	3	X			3	X			3	X			3	X			3	X			3	X			3
c	2	X					X		2			X			X		2			X		X			
d	10	X			10	X			10			X		X			10	X			10	X			10
e	2		X		2		X		2		X		2	X				X						X	
f	3	x			3	X			3	X			3	X			3	X			3	X			3
g	10	x			10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10
h	3	X			3		X					X		X			3	X			3			X	
i	10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10

F8 LA CUCHILLA				F9 MONTERIA				F 10 LOS PINOS				F 11 EL MANGO				F 12 JUANC MTNEZ				F13 TAPADO				SI	NO	¿?		
SI	NO	¿?	CAL	SI	NO	¿?	CAL	SI	NO	¿?	CAL	SI	NO	¿?	CAL	SI	NO	¿?	CAL	SI	NO	¿?	CAL				% (+)	% (-)
	X			X			2			X		X			2		X					X						
																								9	10	8	69,2	138,5
																								87	81	75		
	X			X			2		X			X			2			X			X			9	10	8	76,9	130,8
	X			X			2			X			X			X			2	X			2	10	9	8	76,9	130,8
x			2		x				x				x					x			x			8	11	8	84,6	123,1
X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	13	7	7	100,0	107,7
		X			X		2		X		2		X		2			X			X		2	7	11	9	53,8	153,8
	X		0			X	0	X			10			X	0	X			10	X			10	10	8	9	76,9	130,8
X				X					X		3			X			X		3			X		9	9	9	69,2	138,5
X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	13	7	7	100,0	107,7
X			2		X					X			X					X				X		8	9	10	61,5	146,2
																								109	83	78		
		X		X			10	X			10			X		X			10	X			10	11	7	9	84,6	123,1
		X		X			3	X			3			X		X			3	X			3	11	7	9	84,6	123,1
		X		X					X		2		X		2		X		2	X				9	10	8	69,2	138,5
X			10	X			10			X		X			10		X			X			10	11	8	8	84,6	123,1
	X		2	X				X				X					X		2		X		2	10	10	7	76,9	130,8
X			3	X			3	X			3	X			3	X			3	X			3	13	7	7	100,0	107,7
X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	13	7	7	% (+)	% (-)
X			3	X			3		X					X			X			X			3	10	9	8	76,9	130,8
X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	X			10	13	7	7		
	X		2			X			X		2	X					X		2		X		2	8	11	8	84,6	123,1
			64				77				75				61				77				87					
11				13				12				10				13				14								
20				20				20				20				20				20								
55,0				65,0				60,0				50,0				65,0				70,0								