

**PRIORIZACION DE ALTERNATIVAS AGROFORESTALES EN  
EL ECOSISTEMA DE PARAMO DE PAJA BLANCA**

**CARLOS ARTURO CORTEZ**

**FANNY QUIÑONEZ**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2013**

**PRIORIZACION DE ALTERNATIVAS AGROFORESTALES EN  
EL ECOSISTEMA DE PARAMO DE PAJA BLANCA**

**CARLOS ARTURO CORTEZ**

**FANNY QUIÑONEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero  
Agroforestal**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRICOLAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROFORESTAL**

**SAN JUAN DE PASTO**

**2013**

## **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva del autor.

Artículo 1<sup>o</sup> del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Presidente de tesis

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

San Juan de Pasto, mayo de 2013

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
RESUMEN .....	6
ABSTRAC .....	7
INTRODUCCION .....	8
DISEÑO METODOLOGICO .....	9
RESULTADOS Y DISCUSION .....	10
CONCLUSIONES .....	20
LITERATURA CITADA .....	21

# PRIORIZACION DE ALTERNATIVAS AGROFORESTALES EN EL ECOSISTEMA DE PARAMO DE PAJA BLANCA<sup>1</sup>

Priorization of agroforestry alternatives in Paja Blanca Paramo Ecosystem

**Carlos Arturo Cortez<sup>2</sup>**

**Fanny Quiñonez<sup>2</sup>**

**Carmen Lucia del Castillo<sup>3</sup>**

## **RESUMEN**

Esta investigación se desarrolló en el Parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca localizado al sur del Departamento de Nariño, el cual comprende un área de 4.634,9 hectáreas distribuidas en los ecosistemas de alta montaña (Páramo, Subpáramo y Bosque Altoandino). En los últimos años este ecosistema se ha visto vulnerado notándose esto en las modificaciones del paisaje derivadas de la implementación de sistemas productivos insostenibles que generan aun mayor fragilidad de los recursos naturales allí existentes.

Además, las actividades agropecuarias que allí se desarrollan se caracterizan por una baja eficiencia en el uso del suelo, debido al deterioro ambiental a causa de la deforestación de los bosques altos andinos y áreas de paramo, convirtiéndolos en sistemas de producción asociados muchas veces a una inequidad social que generalmente deriva en una mala utilización de los insumos externos y elevados costos de implementación y manejo.

El Páramo de Paja Blanca es denominado una estrella fluvial, a una altura que va desde los 3000 m.s.n.m, donde se encuentra concentrada el 86% de la población; hasta los 3200 a 3400 m.s.n.m, donde se concentra el 14% de la población restante. La temperatura promedio de 10°C durante el año y precipitación promedio anual de 1000 mm. Esta investigación tuvo como objetivo la priorización de sistemas agroforestales acordes a los ecosistema presentes, aplicando la metodología de planificación agroforestal de fincas (Somarriba y Calvo, 2001), contrastando además el uso potencial del suelo según cartografía base del IGAC (planos cartográficos, fotografías aéreas). Para el diseño de las alternativas y la priorización de los sistemas agroforestales se seleccionaron 63 fincas al azar, las cuales debían cumplir los criterios de selección para Planificación de Fincas (Somarriba, E. 2009). Se utilizó también herramientas participativas (Geilfus, 2006) en reuniones con productores que permitió obtener, análisis FODA, visión a futuro de sus áreas seleccionadas y proyecciones para un manejo acorde a las necesidades sociales,

---

<sup>1</sup> Artículo como requisito de grado de ingeniería agroforestal.

<sup>2</sup>Ingeniero Agroforestal. Programa de Ingeniería agroforestal. FACIA. UDENAR. Email:carturcuchampa@hotmail.com, fayaqui19@hotmail.com

<sup>3</sup>I.AF. MSc. Docente programa de ingeniería agroforestal. FACIA. UDENAR. Email: caludel@catie.ac.cr.

económicas y biofísicas; adicionalmente se utilizaron herramientas cartográficas SIG mediante el software Arcgis 9.2. Se diseñaron alternativas agroecológicas y agroforestales tales como: sistemas silvopastoriles, elaboración de abonos orgánicos, biopreparados para el control de plagas y enfermedades, huertas alelopáticas. Por medio del análisis de adoptabilidad, la alternativa con mayor aceptabilidad por parte de los agricultores fueron las cercas vivas y las huertas alelopáticas seguidas por los bancos forrajeros. La herramienta SIG permitió establecer que la posibilidad de la implementación huertas alelopáticas no generan impacto negativo al ecosistema de bosque alto andino y paramo, igualmente no generar conflicto de uso del suelo actual.

**Palabras claves:** Planificación de finca, Agroecología, Adoptabilidad, Paramo.

### **ABSTRAC**

This research was developed in the Regional Natural Park Paramo de Paja Blanca located in southern Nariño Department, covers an area of 4634.9 hectares distributed in high mountain ecosystems (Paramo and Forest subpáramo Altoandino) is distributed in Pupiales (1137.9 ha), Contadero (185.7 hectares), Guachucal (473.9 hectares), Ospina (563.2 hectares), Gualmatán (608.9 hectares), Sapuyes (1015.9 ha) and Iles (649.4 ha) , the height is from the 3000 meters, where it is concentrated to 86% of the population, up to 3200-3400 msnm, which accounts for 14% of the remaining population. The average temperature of 10° C throughout the year and average annual rainfall of 1000 mm. For agroforestry prioritizing chords Andean Paramo ecosystem White Straw, the methodology was applied agroforest farm planning (Somarriba and Calvo, 2001), additionally contrasted with potential land use according IGAC (basic mapping, aerial photographs). To design alternatives and prioritization 63 farms were selected, with the help of participatory tools (Geilfus, 2006) were conducted meetings with producers, FODA analysis, vision for the future of their selected areas and projections for management according to the needs social, economic and biophysical and additionally used GIS mapping tools. Were designed agroecological and agroforestry alternatives such as silvopastoral systems, organic fertilizers, biological preparations for the control of pests and diseases, orchards allelopathic. Through analysis of adoptability, the alternative with the highest acceptability hedges farmers was 90%, however, farmers select more than one option, so it is found in their preferences, with 87% orchards allelopathic , banks 80% forage and pasture alley with 56%. Worth mentioning that the tools of geographic information sets that can only be possible allelopathic implementation orchards generate no impact because this type of ecosystem and also not create land use conflict today

## INTRODUCCION

El Páramo de Paja Blanca es denominado una estrella fluvial, presentan unas características específicas ecológicas especiales por sus grandes servicios ecosistemicos, en especial este donde nacen numerosas microcuencas que permiten la distribución hídrica para el abastecimiento en los siete municipios que lo conforman, Pupiales, Gualmatan, Contadero, Guachucal, Sapuyes, Iles y Ospina; por tal razón es muy importante mantener un balance hídrico adecuado en este ecosistema el cual requiere de un manejo sostenible de sus recursos dirigidos a conservar y prevenir su deterioro.

Es por ello que a partir de la ausencia de planes de manejo sobre el uso de los recursos naturales, la explotación de los mismos y las altas demandas de tierra para el establecimiento de actividades agropecuarias surge esta investigación que está encaminada en el diagnóstico, planificación, diseño y establecimiento de parcelas sostenibles orientadas a la conservación de la biodiversidad con participación comunitaria.

La planificación de finca con la utilización herramientas participativas o extensionistas que permitan la adoptabilidad de la agroforestería y que a su vez faciliten la coyuntura del conocimiento local y científico, permiten desarrollar alternativas productivas y satisfacer las necesidades de la población sin comprometer los recursos naturales a la población futura.

Actualmente en el departamento de Nariño no han existido actividades que promuevan la agroforestería en agroecosistemas adyacentes a paramos y bosques alto andinos que cumplan una función amortiguadora. En este sentido, la planificación permite generar un diseño, con base en el uso más adecuado y recomendable, establecer sistemas agroforestales que respondan con los objetivos del productor teniendo en cuenta las oportunidades locales de mercado (Ibrahim, 2006).

Según Corponariño (2007), para el parque Natural Regional Páramo de Paja Blanca, es de gran importancia la prevención de la degradación del ecosistema, mitigar los impactos generados por antropismo, igualmente generar la transformación del territorio y aportar a la conservación de los elementos biofísicos, culturales y servicios ambientales.

La introducción de prácticas agrícolas ecológicamente sostenibles minimizan los impactos negativos que se generan a los ecosistemas de páramo. La agroforestería permite la introducción de técnicas y prácticas de conservación de suelos y agua, representan alternativas importantes que potenciarían el rol estratégico que puede jugar el sector agropecuario en la generación de servicios ecosistémicos, especialmente el hídrico (Barry y Cuellar 1997).

El objetivo de este trabajo fue generar la priorización de alternativas agroforestales con herramientas participativas y de información geográfica para el manejo sostenible de producción para 63 fincas dentro del Parque Natural Regional Paja Blanca como



ecosistema de alta montaña permitiendo potenciar el establecimiento de alternativas agroforestales a las condiciones sociales, económicas y biofísicas.

### **DISEÑO METODOLOGICO**

La zona de estudio se localiza en el Páramo Paja Blanca, al sur-orientado del Departamento de Nariño y cubre la parte alta de los municipios de El Contadero, Ospina, Iles, Sapuyes, Guachucal, Gualmatán y Pupiales. Hace parte de la zona fisiográfica conocida como el Nudo de los Pastos. Esta entre los 3000 a los 3.400 m.s.n.m., temperatura promedio 10<sup>0</sup>C, precipitación de 1000 mm anuales y con pendientes mayores del 25%, con suelos superficiales, bien drenados y texturas moderadamente gruesas (Corponariño, 2007).

#### **Selección de fincas para la priorización de sistemas agroforestales en el páramo de Paja Blanca**

Se seleccionaron 63 fincas de los siete municipios mediante muestreo aleatorio simple (Castillo, 2002) aplicando los criterios de selección para Planificación de Fincas (Somarriba, E. 2009). Una vez seleccionadas se les aplicó una encuesta semiestructurada para la obtención de una línea base biofísica y socioeconómica, que permitió obtener un análisis multivariado de datos mediante el software Infostat. Se utilizó también herramientas participativas (Geilfus2006); complementadas con herramientas de información, cartografía base IGAC (escala 1:25.000), EOT de los siete municipios, planes de ordenamiento y manejo de microcuencas para usos de suelo potenciales del área de estudio. De esta manera, se generó un modelo de priorización de alternativas agroforestales.

#### **Priorización de Sistemas Agroforestales**

Para la priorización de sistemas agroforestales SAF, se aplicaron talleres participativos con las 63 familias de los siete municipios; aplicando herramientas de adoptabilidad (Matriz de Vester, Prueba de Adoptabilidad (Rojas y Villaraga, 1995), que permitieron establecer el grado de conocimiento y aceptación de las alternativas agroforestales propuestas para la zona.

El diseño de alternativas se realizó mediante capacitaciones finca a finca, permitiendo la participación del grupo familiar en la planificación. Se realizó el análisis FODA (Geilfus, 2006) que determinó la relación causa-efecto para identificar el problema central, planteamiento, análisis y adopción de las alternativas agroecológicas (Somarriba y Calvo 2001). Una vez discutidas las alternativas agroforestales o agroecológicas se efectuó la aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica (Arcgis 9.2), lo cual permitió comparar y determinar si la zona es potencial para establecimiento de alternativas agroforestales en la zona adyacente al Páramo de Paja Blanca.

La caracterización permitió conocer la composición de los sistemas de producción dentro de cada finca, su estructura espacial, la motivación de cada agricultor para mejorar lo que hace y destacar las principales limitaciones y oportunidades de la finca y su entorno ambiental.

### **Herramientas SIG para la priorización de sistemas agroforestales**

Para la priorización de los sistemas agroforestales que se podrían implementar en las áreas adyacentes al Páramo de Paja Blanca, se tomó en cuenta la Georeferenciación (coordenadas geográficas reproyectadas a un único sistema de coordenadas Datum geográfico) de cada área (has) y de cada familia que se ubica en el área de influencia con el programa ARGIS 9.2 (ver Figura 1). Mediante análisis espacial, se evaluó el uso de suelo actual y potencial elaborando así una nueva cartografía con áreas y coberturas para su posterior análisis.

Se utilizó una imagen satelital de la zona de estudio, fotografías aéreas de la zona, base cartográfica de los municipios, cobertura de red hídrica, cobertura red vial, cobertura localización de centros poblados, cobertura topográfica de la zona de estudio, predial del área municipal, geología, suelos, y geomorfología (Corponariño 2012).

## **RESULTADOS Y DISCUSION**

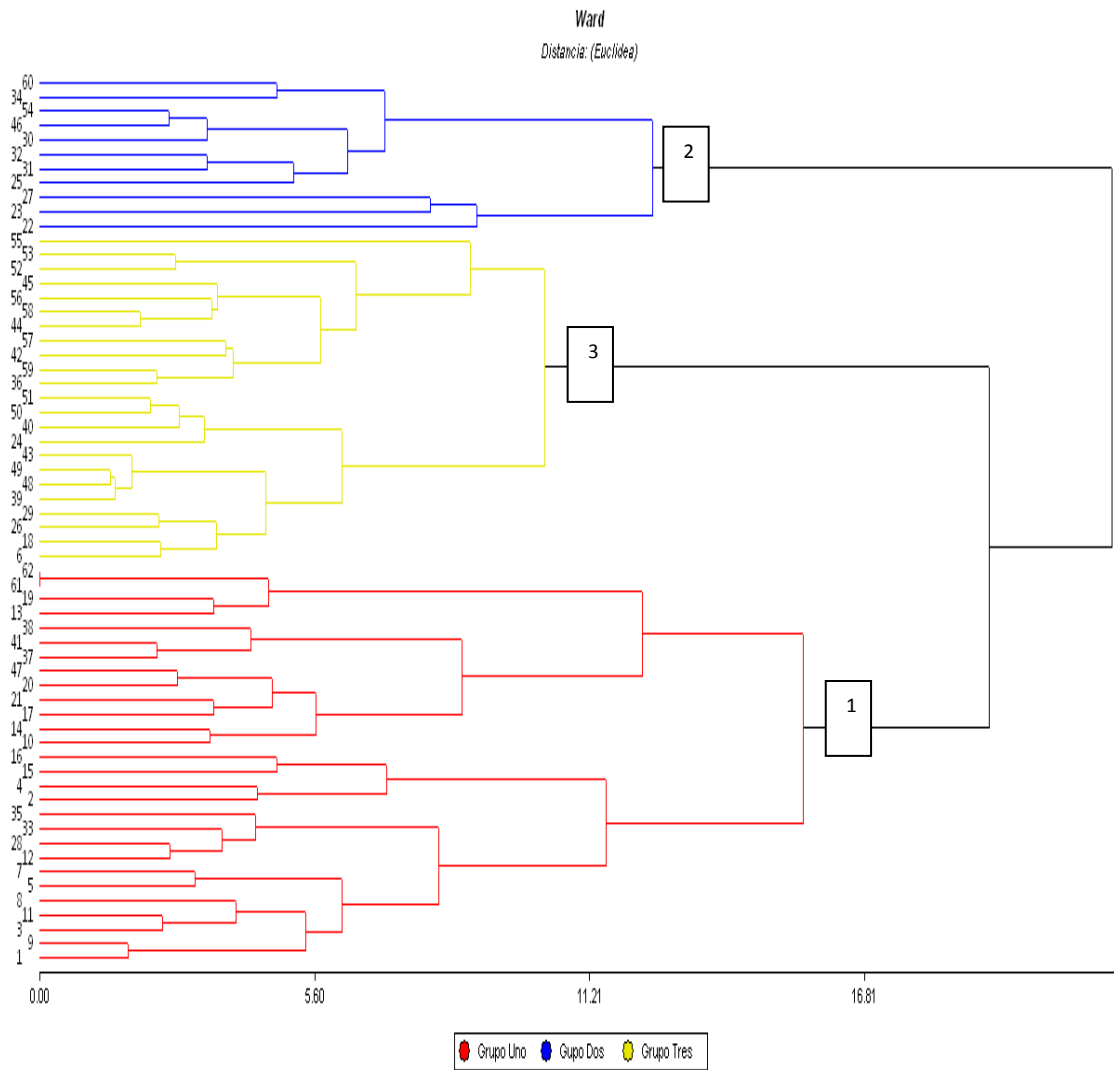
### **Selección de fincas**

El diagnóstico y caracterización para la selección de las 63 fincas se realizó mediante un muestreo aleatorio simple a través de una encuesta semiestructurada, teniendo en cuenta las siguientes variables a evaluar:

V1 Ubicación geográfica, V2 Orientación productiva, V3 Año de tenencia de la finca, V4 Área total de la finca (ha), V5 Tiene otras fincas, V6 Número de personas que integran la familia, V7 Número de personas que trabajan en la finca, V8 Tipo de fertilización utilizada, V9 producción total de leche, V10 Número de cabezas de ganado, V11 Presencia de bosques, V12 Usos del suelo, V13 Área total de cultivos (ha), V14 Área total de potreros (ha), V15 Comercialización de la leche, V16 Comercialización de ganado.

Se sistematizó la información obtenida en las encuestas en una base de datos en Excel para realizar el análisis en un programa estadístico infoStat. Las 63 fincas se distribuyeron en tres grupos con sus respectivos usuarios.

**Grafica 1. Clúster de los 63 usuarios del Páramo de Paia blanca.**



Esta agrupación por análisis estadístico permitió conocer los diferentes grupos los cuales presentan similitudes o diferencias en sus características y permite además conocer los sistemas productivos que se realizan en la zona y que más se asemejen a los sistemas propuestos.

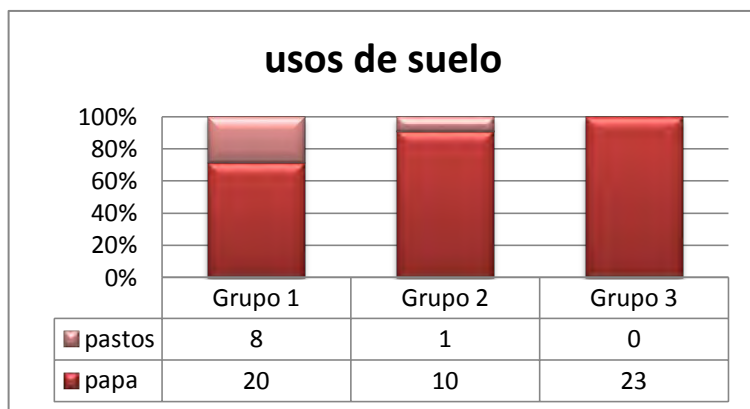
Las variables que permitieron realizar la agrupación fueron Uso del Suelo, Tipo de Fertilización, Presencia de Bosques y Orientación Productiva. Estas variables fueron de gran utilidad a la hora de formular las alternativas y la priorización de sistemas agroforestales, observando que en la zona existe preferencia por la implantación de pasturas para la producción de ganadería bovina lechera, con porcentajes similares en la utilización.

## Componente Biofísico.

### Usos de suelo.

Se encontró que los usuarios del grupo 1 tiene fincas con un área promedio de 7 ha; los usuarios del grupo dos un promedio de 17 ha y en el grupo tres un promedio de área de 5 ha. Todas distribuidas entre pastos y papa como cultivos más representantes en esta zona.

Grafica 2. Usos de suelo de los tres grupos



De acuerdo a la caracterización Biofísica de esta zona encontramos que el 40% de los usuarios del grupo uno, el 20 % de usuarios del grupo dos y el 40% del grupo tres utilizan fertilización química-orgánica, a pesar de que la mayoría del grupo uno y dos utilizan productos químicos.

Grafica 3. Tipo de fertilización de los 63 encuestados.



### Presencia de bosques en la zona.

De las 63 fincas seleccionadas se pudo determinar que el 100% de los usuarios tienen otros predios en la parte alta del páramo de Paja Blanca donde el 50% del grupo uno, el 80% del grupo dos y el 95% del grupo tres, tiene sus predios con vegetación nativa de la zona (Grafica 4.) como el motilon (*Freziera reticulata*) sauco (*Sambucus nigra l.*), chilca

(*Escallonia paniculata*, amarillo (*Miconia bieappendiculata*); Y otras especies que han sido sembradas por el agricultor como es el aliso (*Alnus acuminata*) y Acacia (*Acacia melanoxylon*) para preservar la cobertura vegetal.

Grafica 4. **Presencia de bosque en los predios de los 63 productores.**



### **Componente social**

En la caracterización social se observó que el nivel educativo de los 63 beneficiarios presentan un nivel bajo de escolaridad, pero la población infantil y adolescente se encuentran en instituciones educativas. La composición familiar en esta zona presenta un promedio de 5 - 6 personas por cada casa los cuales la mayoría se encuentran en un rango de edad de los 20-30 años, algunos de ellos trabajan como jornaleros y algunos realizan otras actividades como es la ebanistería y son propietarios de pequeñas tiendas.

### **Componente Económico.**

La producción agrícola de estos municipios se fundamenta en una agricultura minifundista y en sectores de subsistencia, a lo largo de las tierras que conforman el altiplano andino y algunas áreas de piedemonte, con características favorables en cuanto a suelos. Hay que resaltar que el territorio de estos municipios está intensivamente cultivado, en donde el 91.9% del área total está dedicada a actividades agropecuarias y el 8.1% corresponde a zona urbana, áreas de protección (páramos, bosques), rastrojos de áreas improductivas y algunas plantaciones.

En este estudio de observo que las 63 fincas seleccionadas se dedican a los tres sistemas de producción: agrícola, pecuaria y agropecuaria. Ver grafica 5

**Grafica 5. Orientación productiva de los usuarios**



### **Diseño e implementación de Alternativas Agroforestales**

Para la elaboración de las recomendaciones agroforestales y agroecológicas se tuvo en cuenta la modificación de los sistemas de producción existentes o la inclusión de nuevos sistemas enfocados a la conservación del agroecosistema principalmente por la zona ecositemica de Paramo.

Para la selección de la alternativa más viable se aplicó la metodología de Matriz de Vester y Prueba de Adoptabilidad, utilizando además la información base del diagnóstico social, biofísico y agroforestal, que permitió interpretar la posible percepción del agricultor sobre atributos de la recomendación y diseñar el sistema a implementar.

Los criterios utilizados para la Matriz de Vester fueron:

#### **Matriz de Criterios para adopción.**

<b>1. Criterio tecnológico 20%</b>	<b>2. Criterio ambiental 35%</b>
· Disponibilidad de equipos, herramientas e implementos 5%	· Erosión 10%
· Diversificación del uso del suelo 5%	· Disponibilidad de agua 15%
· Dependencia de insumos externos 10%	· Contaminación del suelo y agua 10%
<b>3. Criterio económico 30%</b>	<b>4. Criterio social 15%</b>
· Costos de establecimiento 10%	· Adición de alternativas SAF 5%
· Ingresos netos 10%	· Participación de la mujer 5%
· Estabilidad de los precios 10%	· Participación del Ingeniero Agroforestal 5%

**Cuadro 1. Matriz de Alternativas evaluadas por las 63 familias**

CRITERIO	Tecnológico			Ambiental			Económico			Social			Total
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
Banco forrajero	3	3	2	2	0	3	3	3	0	2	3	3	27
Cercas vivas	2	3	3	2	3	3	2	2	0	3	1	2	26
Pastura en callejones	2	3	3	3	3	3	2	3	0	1	1	3	27
Huerta casera	3	3	3	2	0	3	3	3	0	3	3	1	27

Los productores mostraron buena aceptación a las alternativas agroforestales planteadas, por presentar facilidad de adoptabilidad. Como se puede observar la alternativa con mayor aceptabilidad por parte de los agricultores fueron las cercas vivas con 50%, huertas alelopáticas con 25%, bancos forrajeros con 22% y pasturas en callejones con el 3%. Además a los 63 productores se les implemento huertas alelopáticas y se los capacito en la realización de biopreparados (abonos, fungicidas e insecticidas orgánicos), como una práctica para mejorar las practicas agroforestales implementadas.

#### **Diseño de alternativas agroforestales**

Con los resultados obtenidos de la planificación y diseño de alternativas, cuya caracterización biofísica, social y económica propia para el páramo de Paja Blanca se enfocó en cuatro alternativas que cumplieran con las necesidades y características de la zona. Cabe resaltar que en si todas las recomendaciones de las alternativas agroforestales son fáciles y de alta compatibilidad con la cultura y los sistemas de producción actuales y no presentan problemas en la ejecución por los agricultores por lo que se refleja en la selectividad de los productores en los talleres y así generar propuestas agroforestales siguientes:

**Huerta alelopática:** cuya área de 200 m<sup>2</sup> con especies: cilantro (*Coriandrum sativum* L), perejil (*Petroselinum sativum*), lechuga (*Lectusa sativa* L), repollo (*Brassicasp*), acelga, (*Beta vulgaris* L), coliflor (*Brassicaoleracea*), zanahoria (*Daucus carota*), ají (*Capsicumsp*), ajo (*Alliumsativum*); aromáticas y medicinales como: menta (*Menta piperita*), manzanilla (*Matricaria chamomilla*), hierba buena (*Mentha sativa*), ajeno (*Artemisia absmhium*), caléndula (*Calendula officinalis*), ruda (*Ruta graveolens*). El costo aproximado para su establecimiento incluyendo rollo de fibra propileno por valor de \$345.000

**Banco Forrajero:** El banco compuesto por la siembra de acacia amarilla cuya distribución fue de 7 metros por 7 metros, para u total de 89 árboles, con abono orgánico, por valor de \$185.000.

**Cerca viva:** se requería para la implementación de cercas especies forrajeras (acacia amarilla), sauco (*Salix*) y/o maderables dendroenergéticos (*Alnus jurullensis*). Sembrados a 2.5 m hasta 3 de distancia en linderos con el fin de obtención de diversificación y productos. El costo aproximado para establecerse fue aproximadamente (160 árboles con reposición) fue de \$ 189.000 con fertilización orgánica

**Pastura en Callejones:** Árboles doble línea 1.5 mts con callejón de 10mt, (parcela de 150m<sup>2</sup>) se propuso la siembra de especies de pasturas en callejones de 10 metros (tres callejones), con las especies ryegrass (*Lolium multiflorum*), azul orchoro (*Dactylis glomerata*) y trébol rojo (*Trifolium peatense*) cuyo valor esta en \$70.500 sin incluir el manejo necesario al callejón para adecuarlo.

**Análisis de adoptabilidad:** de las anteriores alternativas se planteó en dos talleres (adopción de alternativas agroecológicas para el páramo de Paja Blanca) para los 63 productores, cuya participación determinó el enfoque y priorización de sistemas agroforestales con proyección de adopción en agroecosistemas adyacentes a ecosistemas de páramo y bosque alto andino.

Dentro de la evaluación de adoptabilidad 22 productores seleccionaron la opción agroforestal de Cercas Vivas, debido a los bajos costos de implementación, el manejo y la disponibilidad de área para su implementación.

La adopción en la mayoría de los sitios por este sistema gradualmente es por la observación del beneficio que ocasiona a los cultivos asociados o a las plantas, y la regulación de la temperatura, y radiación solar directa que permite contribuir al control de malezas (Jiménez y Muschler, 1999). Esto responde con la investigación realizada por Bustamante et al 2011, citando a Vallejo y Navia (2009) en donde sostiene que los productores seleccionan especies para cercas vivas usándolo como linderos en el trópico alto por los diferentes beneficios que tienen estas. Se reconoce que igualmente las cercas vivas son seleccionadas por sus atributos tales como el crecimiento y prendimiento (Burbano y Burgos 2009)

22 familias se decidieron por adoptar Bancos Forrajeros, destacando que este sistema nunca se ha realizado en la zona, y que puede suplir las necesidades alimenticias de los animales en épocas de sequía. Igualmente se describe que el área a implementar es pequeña, cuya opción de implementarla sería fácil, sin embargo se desconoce el mantenimiento y manejo acorde a las necesidades alimenticias del animal.

La opción menos seleccionada fue Pastura en callejones ya que necesita más mano de obra, ya que se incrementarían los costos de establecimiento por los insumos requeridos (número de árboles y pasturas). La baja adopción de tecnologías obedece a que muchas veces los productores se ven limitados a adoptar nuevos enfoques, prácticas y tecnologías puesto que



su alcance se desarrolla según lo conocimientos, habilidades y los recursos. Por otra parte y a pesar de sus numerosos beneficios, los sistemas silvopastoriles han sido adoptados sólo de manera limitada (Dagang y Nair, 2003). Una restricción importante es su rentabilidad limitada desde el punto de vista de los usuarios de la tierra. El establecimiento de silvopasturas puede implicar altos costos iniciales (Gobbi 2002).

De acuerdo a las características productivas o preferencias de los agricultores, se puede observar que ellos no adoptan un paquete tecnológico, sino que seleccionan recomendaciones que más le convienen (Gladwin 1983, Scherr y Muller 1990).

En las cuatro alternativas presentadas, 57 de los productores mencionan que todas son necesarias para establecer y mejorar sus técnicas que han venido desarrollando, sin embargo su etapa de adopción es costosa por la aplicación de mano de obra que debe incurrir. Sin embargo mencionan que si existiera mayor posibilidad de ver estas tecnologías en otros lugares la adopción de estas prácticas tendría mayor éxito, igualmente lo reporta Madany 1991, que el contacto cercano no solamente a prácticas o nuevas tecnologías vienen de la mano con el contacto cercano de extensionistas y es ahí donde los agricultores ven la mayor posibilidad de adopción de tecnologías.

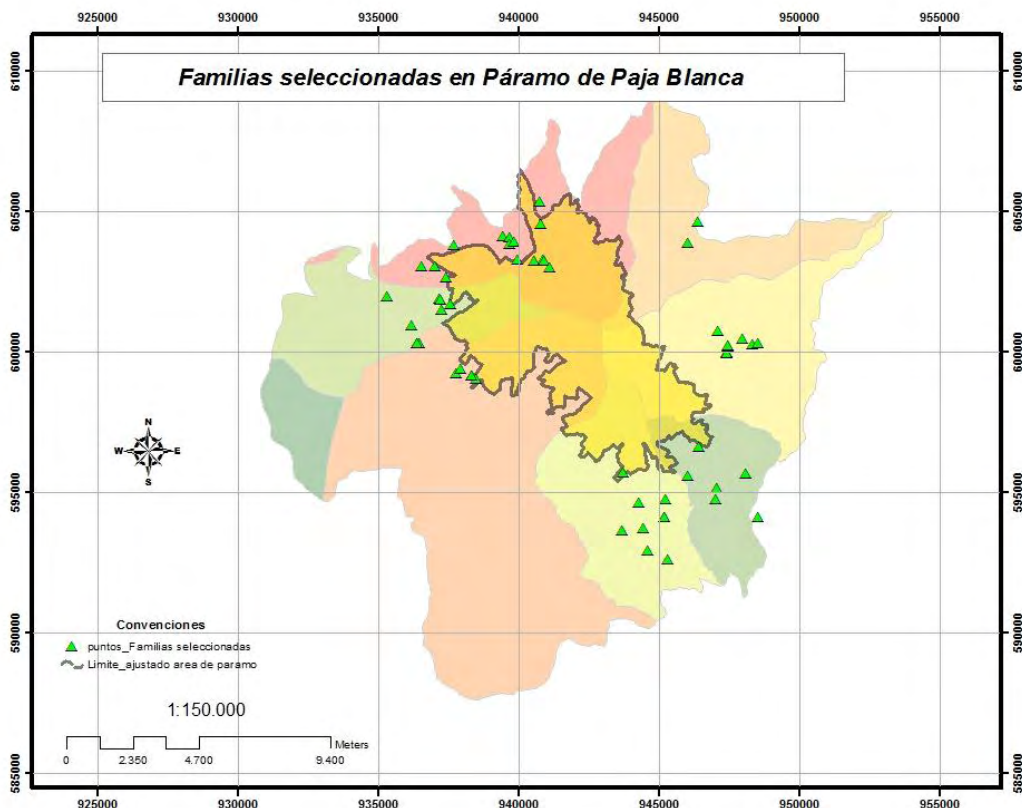
Se puede concluir que las tecnologías agroforestales como alternativas de producción sostenibles que minimicen los efectos antrópicos sobre el Páramo de Paja Blanca son viables y en cada una de ellas se observa un potencial económico y ecológico para su implementación en las 63 fincas

Lo anterior permite establecer relación con lo que afirma Aguilar, (1993) en sus estudios realizados, los sistemas agroforestales como una práctica, es adecuada, beneficiosa y con mayor probabilidad de adopción, siempre y cuando esta es sencilla y fácil de aplicar que presente ventajas económicas para los agricultores con pocos riesgos en cuanto a costos y producción, que garanticen la mejoría de sus sistemas de producción en forma sostenible, que proporcione soluciones inmediatas a los agricultores y responda a sus necesidades futuras con el más bajo costo posible, que sean adaptables a los sistemas tradicionales, a las condiciones del agricultor y a las características biofísicas de la finca.

Navia et al, 2003. Afirma que una práctica puede ser adoptada por los agricultores si se demuestra que es ventajosa, si tiene importancia socio-cultural o si cambian las condiciones que limitan su aceptabilidad. Esos factores influyen en el grado de adoptabilidad, en la rapidez de la aceptación y en las posibilidades de que el sistema adoptado tenga éxito y sea difundido a otros agricultores.

## Herramientas SIG para la priorización de sistemas agroforestales

Figura 1. Familias ubicadas en el área de influencia del páramo de Paja Blanca



Fuente: ubicación de las familias en el Páramo de Paja Blanca. Este estudio

Posterior a la selección de adoptabilidad, se utilizaron herramientas SIG (basadas en cartografía análoga y digital actual) con el fin de seleccionar las áreas con mayor o menor potencial a la implementación de sistemas agroforestales previamente seleccionados por las 63 familias.

Como se ve en observa en la Figura 1, existe distribución uniforme de las familias en la zona del Páramo de Paja Blanca, las cuales ejercen un alto grado de intervención antrópica en estos ecosistemas, de ahí la importancia de generar estrategias sostenibles.

La herramienta de sistemas de información geográfica para este estudio permitió generar una planificación de explotación agrícola, dada la caracterización de ecosistemas (Medina y Shultz 1998), facilitando el almacenamiento de información, conjuntamente con las variables socioeconómicas, biofísicas y culturales obtenidas del diagnóstico inicial y de las metodologías participativas aplicadas. De acuerdo a la vocación del uso del suelo, la dimensión espacial y temporal con los atributos propios del paisaje de cada una de las 63

fincas, se realizó la representación, integración y modelación de las variables espaciales de interés para la gestión adecuada de los agroecosistemas adyacentes al ecosistema de paramo, principalmente para la implementación de sistemas agroforestales como uso de suelo recomendado, creando de esta manera un análisis de información geográfica para una correcta toma de decisión.

Según Corponariño (2007) afirma que dentro del Páramo de Paja Blanca existe una clasificación de suelos acorde a su capacidad de uso y se refiere a tres tipos de categorías; zona de cobertura permanente cubriendo el 54% del área total (12897,87 has), una zona de restauración con 32% y una zona de usos sostenible (3636,23 has). Esta zonificación permite condicionar el uso del suelo teniendo en cuenta los sistemas ecológicos, socioeconómicos y políticos del área. En este sentido el análisis espacial permitió evidenciar que según el uso del suelo (IGAC), y los estudios de Zonificación del Páramo de Paja Blanca 2012, las familias deben adoptar Huertas alelopáticas como principal opción de manejo agroforestal; sistema de fue implementado en el 100% de las fincas seleccionadas.

Para este estudio como en muchos otros, el SIG puede ser considerado una de las principales herramientas de análisis de categorización de sistemas antes de su implementación, como las definidas por Grigg (1986), pues consiste en un ambiente de almacenamiento, tratamiento y manipulación de datos, aplicación de modelos y procesamiento de series temporales, donde es posible visualizar escenarios pasados, actuales y simular escenarios futuros generando información necesaria para toma de decisiones. Rocha J. 2009.

Por lo anterior la herramienta SIG utilizada, permitió establecer los criterios puntuales de uso del suelo, generando recomendaciones para el manejo adecuado de las áreas adyacentes al Páramo de Paja Blanca, obteniendo un ecosistema sostenible, adecuando las actividades productivas a la capacidad de uso del suelo (Castillo. E, 2004).

## **CONCLUSIONES**

La mayor alternativas agroforestales para el ecosistema de Paja Blanca para los 63 productores en este estudio son las cercas vivas por sus bajos costos de implementación y su manejo sin embargo al utilizar la herramienta de sig nos afirma que los sistemas agroforestales más acordes al paramo son las Huertas.

Las huertas familiares permite no únicamente la diversificación den la alimentación sino que también estar acorde a las características del ecosistema para su conservación

La participación de la comunidad en este tipo de estudios facilita la identificación de la problemática del manejo de recursos naturales y su planificación para alternativas sostenibles agroforestales.

Para las familias seleccionadas de esta investigación asentadas en el área límite de conservación del Páramo denominado como Zona de uso Sostenible, se debe únicamente recomendar los cultivos diversificados de manera de huerta casera, puesto que existen limitaciones dada la topografía, y la evolución del suelo, y cuya transferencia de tecnología deben incorporar prácticas de conservación del suelo y tienen restricciones para el uso de maquinaria agrícola.

## **AGRADECIMIENTOS**

A dios por mostrarnos el día a día que con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible

A nuestros padres Carmen María Cortes, Henry Quiñones Lara y Graciela Aguirre porque con mucho esfuerzo nos sacaron adelante dándonos ejemplo de superación y entrega también gracias a ellos por inculcarnos los buenos valores de la vida además por estar siempre cuando los necesitábamos.

A nuestro hijo Andrés Felipe Cortes Quiñones que fruto del amor nació para darnos fuerzas y alcanzar nuestra meta y por darnos muchas alegrías.

Les gradecemos de manera muy especial a nuestros presidentes, Carmen Lucia del Castillo y el profesor Javier Aníbal León, que con su conocimiento y apoyo supieron seguir el desarrollo de la presente tesis desde el inicio hasta la culminación.

Agradecemos a cada uno de los productores del páramo de paja blanca por su valiosa colaboración en este proceso.

Los profesores, Hugo Ferney Leonel y Mirian del Rosario Guapucal por la asesoría en nuestro trabajo de grado, así como a cada uno de nuestros amigos y compañeros.

“ha hora podemos decir que todo lo que nosotros somos es gracias a ustedes”

## LITERATURA CITADA

BARREDO, J. 1996. Sistemas de información geográfica y evaluación multicriterio : en la ordenación del territorio. RA-MA Editorial. Madrid (España). 264 p.

BURBANO, C y BURGOS, R. 2009. Caracterización del conocimiento local del componente arbóreo en fincas ganaderas en el municipio de Pasto, departamento de Nariño (trabajo de grado) Ingeniería agroforestal, Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, Pasto 23 p.

COTLER, H. El manejo integral de cuencas en México, estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. [En línea], [citado el 15 de septiembre de 2012].

Disponible en internet: URL: [http://books.google.com.co/books?id=4Qs\\_tnSkDxEC&pg=RA1-PA43&lpg=RA1-PA43&dq=sig+%2Bcuencas&source=bl&ots=qP\\_of2mOYZ&sig=AvjHpHZBmQp-fHp-e4Y5nKoA578&hl=es&ei=mDolSrZ-AtKktwebzZjoBg&sa=X&oi=book\\_result&ct=result&resnum=6#PPA10,M1](http://books.google.com.co/books?id=4Qs_tnSkDxEC&pg=RA1-PA43&lpg=RA1-PA43&dq=sig+%2Bcuencas&source=bl&ots=qP_of2mOYZ&sig=AvjHpHZBmQp-fHp-e4Y5nKoA578&hl=es&ei=mDolSrZ-AtKktwebzZjoBg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6#PPA10,M1).

DAGANG, ABK; NAIR, PKR. 2003. Silvopastoral research and adoption in Central America: recent findings and recommendations for future directions. *Agroforestry Systems* 59:149–155.

FLÓREZ, V. 2006. Aplicación de los sistemas de información geográfica en la distribución espacial de *basileuterus rutifrons* y *b. fulvicauda* (passeriformes, parulidae) en la cuenca del río Coello, departamento del Tolima. Colombia. p 14.

GAICA, A. G. 2009. Documento apoyo en la delimitación del área de conservación del páramo paja blanca desde la perspectiva biótica y socioeconómica. Pasto, Nariño

GLADWIN C. H. 1983. Contributions of decision tree methodology to a farming systems program. *Human Organization* 42 (2): 146-156

GOBBI, J. 2002. Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas en Colombia, Costa Rica y Nicaragua: Análisis económico-financiero ex-ante de la inversión en los SSP propuestos para cada país. Turrialba: CATIE.

GONZÁLEZ, P. A. M. 2004. Primeros aportes al conocimiento de la distribución de las aves de la cuenca del río Coello mediante la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG) (Tesis pregrado). Universidad del Tolima. 112 p.

GRENPEACE. Cambio Climático: futuro negro para los páramos. [En línea] [Citado el 20 de junio de 2010]. Disponible en internet: URL:

[http://www.greenpeacecolombia.org/index.php/cambio,climatico/index.php?option=com\\_content&view=article&id=44&Itemid=57](http://www.greenpeacecolombia.org/index.php/cambio,climatico/index.php?option=com_content&view=article&id=44&Itemid=57).

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. IDEAM. 2007. Guía técnico científica para la ordenación de las cuencas hidrográficas en Colombia segunda versión.. p 62

JIMENEZ, F y MUSCHLER, R, 1999. *Conceptos básico de agroforesteria*. Turrialba, Costa Rica; CATIE, 33p.

JIMÉNEZ TOVAR, Antonio J. CARRERO GONZÁLEZ, Luis A. 1997. Introducción a los sistemas de información geográfica y uso con el sistema automatizado de evaluación de tierras. En: Chirinos, Félix José; Pérez S., Elio A. (eds.) Curso sobre Evaluación de Tierras y Sostenibilidad de la Agricultura en la Región Andina. Táchira. Venezuela. 24 Feb - 7 Mar. 50-54.

MADANY, M.H. 1991. Living fences: Somali farmers adopt an agroforestry technology. *Agroforestry Today* 3(1): 4-7.

MASKREY, A. 1998. Navegando entre brumas: la aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgos en América Latina / Andrew Maskrey (editor). Lima: Intermediate Technology Development Group: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 344 p.

MEDINA, J; SHULTZ; VELAZQUEZ, S. 1998. Uso de un sistema de información geográfica en la toma de decisiones para la reforestación de una cuenca degradada. En: *Agroforestería de las Américas (Costa Rica)* Oct.-Dic., v. 5(20) p. 26-33

MOLDES, F. 1995. Tecnología de los sistemas de información geográfica. RA-MA Editorial. Madrid. España. 190 p.

MORENO, A; BOSQUE, J. Sistemas de Información Geográfica y localizaciones óptimas de instalaciones y equipamientos. Colombia: RA-MA Editorial. P 40.

NAVAS, B. 1991. La transferencia de tecnología agropecuaria como causa de la baja productividad en el Ecuador: Informe de investigación Quito. Universidad central de ecuador, Facultad de ciencias agrícolas quito 9p.

ROCHA, J. El Sistema de Información Geográfica (SIG) en los contextos de planificación del medio físico y de las cuencas hidrográficas. II Curso internacional de aspectos

geológicos de protección ambiental. [En línea] [Citado el 29 de mayo de 2009] Disponible en internet: URL: [www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/8sig.pdf](http://www.unesco.org.uy/geo/campinaspdf/8sig.pdf).

Scherr S. J.; y Muller E, E. U. 1990. Evaluating agroforestry interventions in extensión projects. *Agroforestry systems* 11: 259-280.

SOMARRIBA, E. 2009. Planificación Agroforestal de Fincas. Materiales de Enseñanza No. 49. Colección Módulos de Enseñanza Agroforestal No. 6. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 102 p.

VALLEJO, I y NAVIA E. 2009. Caracterización de cercas vivas y arboles dispersos en fincas ganaderas del municipio de Pupiales, Departamento de Nariño. Trabajo de grado (ingeniería agroforestal) Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas 23p)