

**RUTA DE TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA COMO PROPUESTA DE
ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL SISTEMA GANADO-PAPA
EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PALETARÁ, MUNICIPIO DE PURACÉ
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



JOAN STEFANIE ANAYA VALENCIA

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYÁN- CAUCA
2011**

**RUTA DE TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA COMO PROPUESTA DE
ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL SISTEMA GANADO-PAPA
EN LA COMUNIDAD CAMPESINA DE PALETARÁ, MUNICIPIO DE PURACÉ
DEPARTAMENTO DEL CAUCA**



JOAN STEFANIE ANAYA VALENCIA

**Trabajo de grado en la modalidad investigación para optar por el título de
Ingeniera Agropecuaria**

**DIRECTOR:
M.Sc. I.A LUIS ALFREDO LONDOÑO VELEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
INGENIERIA AGROPECUARIA
POPAYÁN-CAUCA
2011**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El director y los jurados han leído el presente documento, escucharon la sustentación del mismo por su autora y lo encuentran satisfactorio.

JAIME FERNÁNDEZ ARBOLEDA
Presidente del jurado

SANDRA MORALES
Firma del jurado

LUÍS ALFREDO LONDOÑO VÉLEZ
Director

POPAYÁN, Octubre 21 de 2011

DEDICATORIA

A Dios, mi Señor y Creador quien me ha dado todo y generosamente me brindo la oportunidad de formarme profesionalmente.

A mi mamá Berenice Valencia por darme la vida y todo su apoyo, a mi papá Jesús Antonio Anaya, mi angelito que desde el cielo vela por mí.

A mi hija Isabella Chantre Anaya el motor de mi vida.

A mi abuelo José Toribio Valencia, quien me apoyo y acompaño en todo este proceso formativo.

A mi hermana Verónica Andrea Casas, quien me animo en momentos difíciles con sus consejos y me motivo para continuar.

A mis sobrinos Karen Viviana Gallego y Cristian Felipe Gallego.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por su inmensa bondad, amor y protección para conmigo y los míos; por la oportunidad de vivir, crecer y educarme con el propósito de construir un mejor futuro, su presencia y fortaleza me permitió alcanzar una de mis más importantes metas.

A mi madre, por su apoyo incondicional durante toda mi vida, en especial en mi etapa de formación profesional, mujer valiosa con su ejemplo de vida me enseñó y animó a luchar por mis sueños, me enseñó que todo se logra con esfuerzo y disciplina, le agradezco por sus esfuerzos y constante lucha para darme la vida que tengo.

A mis profesores, quienes con su calidad humana y los conocimientos que me compartieron contribuyeron enorme y eficazmente en mi formación profesional integral, de quienes recibí sus ideas y me proporcionaron las herramientas con las cuales estoy segura me permitirán desempeñarme idóneamente en el campo de la Ingeniería Agropecuaria; en especial a mi director de tesis el profesor Luis Alfredo Londoño Vélez por su apoyo, dedicación, paciencia, tiempo y nociones para el desarrollo de esta tesis.

A la comunidad campesina de Paletará quien abrió amablemente sus puertas, me permitió aprender sobre su cultura, conocimientos tradicionales y también enseñarles y orientarlos mediante mis conocimientos con el objetivo de desarrollar un proyecto que ayudará a mejorar su calidad de vida.

A todas las personas que estuvieron presentes y pendientes de mi proceso, a quienes llevo en mi corazón, en especial a mi abuelo quien me da su cariño, apoyo y a mi hermana quien me anima para continuar.

CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. MARCO CONCEPTUAL	19
1.1 GANADERÍA	19
1.1.1 Problemas ambientales de la ganadería convencional	20
1.1.1.1 Calentamiento de la tierra	21
1.1.1.2 Impactos sobre el suelo	21
1.1.1.3 Impacto por deforestación	22
1.1.1.4 Impactos sobre el agua	22
1.1.2 Ganadería Ecológica	22
1.2 PRODUCCIÓN DE PAPA	23
1.3 CAMBIO CLIMÁTICO	26
1.4 TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA	28
1.5 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN	
AGROPECUARIA (SIPA)	29
1.5.1 Ventajas de los sistemas integrados de producción agropecuarios	30
1.5.2 Agroforestería	31
1.5.3 Sistemas Agrosilvopastoriles	32
1.5.3.1 Principales sistemas Agrosilvopastoriles	33

1.5.3.1.1	Cercas vivas	33
1.5.3.1.2	Bancos forrajeros o bancos de proteína	34
1.5.3.1.3	Árboles dispersos en potreros	35
1.5.3.1.4	Pastoreo en plantaciones	36
1.5.3.1.5	Pasturas en callejones	37
1.5.3.1.6	Barrera rompevientos	38
1.5.3.1.7	Cultivos transitorios-árboles	39
1.5.3.1.8	Cultivos transitorios-árboles-ganado	40
2.	METODOLOGÍA	42
2.1	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	42
2.1.1	Balance hídrico climático	42
2.2	INVESTIGACIÓN ACCIÓN PARTICIPACIÓN (I.A.P)	45
2.3	PROCESO DE INVESTIGACIÓN	46
2.3.1	Caracterización y análisis mediante indicadores de Sustentabilidad	46
2.3.2	Elaboración de la propuesta	47
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
3.1	DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS	48
3.1.1	Caracterización de los componentes trabajados	48
3.1.1.1	Componente forestal	48
3.1.1.2	Componente pecuario	49

3.1.1.3	Componente agrícola	50
3.2	ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD Y VULNERABILIDAD	52
3.2.1	Entradas y salidas del sistema ganado-papa	58
3.2.2	Síntesis del sistema ganado-papa	59
3.3	RUTA DE TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA	61
3.4	ARREGLOS TEMPORALES Y ESPACIALES DE SIPAS PARA ZONAS ALTO ANDINAS	63
3.4.1	Arreglo espacial 1	64
3.4.2	Arreglo espacial 2	65
3.4.3	Arreglo espacial 3	66
3.4.4	Arreglo espacial 4	67
3.5	ESPECIES FORESTALES PROPUESTAS	67
3.5.1	Pino ciprés	67
3.5.2	Pino pátula	68
3.5.3	Eucalipto glóbulos	69
3.5.4	Acacia	70
3.5.4.1	Acacia japonesa	70
3.5.4.2	Acacia negra	71
3.5.4.3	Acacia blanca	72
3.5.5	Guarango	73
3.5.6	Lechero	73
3.5.7	Aliso	74

3.5.8	Nogal	75
3.6	MULTIFUNCIONALIDAD DE LOS SIPAS	76
3.7	MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO DE PAPA	77
3.8	LA PAPA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO	80
3.8.1	Ensilaje de la papa	80
3.8.1.1	Proceso del ensilaje	81
3.9	RUTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	83
4.	CONCLUSIONES	86
5.	RECOMENDACIONES	87
	BIBLIOGRAFIA	88
	ANEXOS	93

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1 Principales impactos de la cadena pecuaria de leche sobre el suelo en Colombia para el periodo 2000-2005.	21
Cuadro 2 Principales Plagas del Cultivo de Papa.	25
Cuadro 3 Principales Enfermedades del Cultivo de Papa.	25
Cuadro 4 Sistemas agroforestales de acuerdo a sus componentes agrícola, pecuario y forestal.	32
Cuadro 5 Ventajas y desventajas de las cercas vivas.	33
Cuadro 6 Ventajas y desventajas de los bancos forrajeros.	34
Cuadro 7 Ventajas y desventajas de los árboles dispersos en potreros.	35
Cuadro 8 Ventajas y desventajas del pastoreo en plantaciones.	36
Cuadro 9 Ventajas y desventajas de las pasturas en callejones.	38
Cuadro 10 Ventajas y desventajas de las barreras rompevientos.	39
Cuadro 11 Ventajas y Desventajas de de cultivos transitorios – árboles.	39
Cuadro 12 Ventajas y Desventajas de de cultivos transitorios – árboles – ganado.	40
Cuadro 13 Datos climáticos del corregimiento de Paletará.	43
Cuadro 14 Forma de calificación para medir el nivel de sustentabilidad.	47
Cuadro 15 Especies forestales y cultivos encontrados en la zona de estudio.	48

Cuadro 16	Matriz DOFA.	53
Cuadro 17	Indicadores ambientales.	54
Cuadro 18	Indicadores socioeconómicos.	55
Cuadro 19	Indicadores técnico-productivos.	56
Cuadro 20	Síntesis del sistema ganado-papa.	59
Cuadro 21	Ventajas y aportes de los SIPAS en el agroecosistema ganadería-papa.	76

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Formación del tubérculo de papa	24
Figura 2 Esquema del sistema ganadero convencional	29
Figura 3 Estructura de un sistema integrado de producción agropecuario	31
Figura 4 Cercas vivas	33
Figura 5 Banco forrajero	34
Figura 6 Árboles dispersos al azar	35
Figura 7 Plantaciones en cuadro, triangulo y rectángulo	36
Figura 8 Modelos agrosilvopastoriles para pasturas en callejones	37
Figura 9 Arreglo espacial de barreras rompevientos	38
Figura 10 Arreglo espacial de cultivos transitorios – árboles	39
Figura 11 Arreglo espacial de cultivos transitorios – árboles – ganado	40
Figura 12 Mapa de la zona	42
Figura 13 Balance hídrico climático del corregimiento de Paletará	43
Figura 14 Mapa de Paletará	45
Figura 15 Visitas de campo	46
Figura 16 Finca las Acacias, antiguo humedal	50
Figura 17 Acopio de leche	50
Figura 18 Diferentes cultivos producidos en la zona	51

Figura 19	Finca El Recreo, cultivo de papa	52
Figura 20	Representación grafica de los indicadores ambientales	55
Figura 21	Representación grafica de los indicadores socioeconómicos	56
Figura 22	Representación grafica de los indicadores técnico-productivos	57
Figura 23	Biograma, resumen indicadores	58
Figura 24	Entradas y salidas del sistema Ganado-Papa	58
Figura 25	Implementación de especies arbóreas en el sistema ganado-papa	63
Figura 26	Arreglo espacial 1 (cerca viva), vista de perfil	64
Figura 27	Arreglo espacial 1 (cerca viva), vista de planta	64
Figura 28	Arreglo espacial 2 (árboles dispersos en potreros), vista de planta	65
Figura 29	Arreglo espacial 3 (barrera rompevientos), vista de perfil	66
Figura 30	Arreglo espacial 3 (barrera rompevientos), vista de planta	66
Figura 31	Arreglo espacial 4 (setos)	67
Figura 32	Manejo integrado de cultivos	78
Figura 33	Elaboración del ensilaje de papa	81
Figura 34	Almacenamiento del ensilaje	82
Figura 35	Ruta de transición agroecológica	85

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A ¿Cómo realizar un drenaje?	93

RESUMEN

El propósito de este trabajo fue trazar la ruta de transición agroecológica como propuesta de adaptación al cambio climático para el sistema ganado-papa en la comunidad campesina de Paletará, municipio de Puracé Departamento del Cauca; a lo largo de este trabajo se proponen esquemas para la implementación de sistemas agrosilvopastoriles los cuales ofrecen alternativas sustentables para aumentar la biodiversidad, incrementar la producción agropecuaria con reducida dependencia de insumos externos, mitigar los efectos negativos que el cambio climático está ocasionando al sistema productivo en la región, además de indicar el recorrido que debe seguirse para llegar a una producción ecoamigable con el ambiente.

Se realizó un estudio en la zona conformada por las veredas Rio Claro, Rio Negro y El Deposito para observar el manejo y la interacción entre el sistema forestal, el ganado y el cultivo de papa, además para determinar su contribución al bienestar socioeconómico de las familias.

Se encontró en la zona pequeños y medianos productores con características económicas y sociales diferentes. El estudio consistió en realizar un censo para conocer las especies arbóreas presentes, y el manejo de los cultivos de papa y el ganado, encontrándose que la zona posee gran diversidad de especies arbóreas nativas pero en pocas cantidades y dispersas dentro de cada parcela, además no tienen buena referencia respecto a estas especies por la tardanza en brindarles beneficios; en cuanto al cultivo de papa se notó que la aplicación de agroquímicos es alta y cronológicamente establecida, igualmente se encontró en la mayoría de los casos desechos que generan estos agrotóxicos los cuales son arrojados dentro del mismo lote ocasionando graves problemas de contaminación; referente al manejo del ganado se desarrolla empíricamente.

Se realizaron varias visitas de campo con la comunidad dentro de la zona, le prestaron atención y lograron observar los beneficios que le brinda el sistema forestal al sistema ganado-papa, a través de las experiencias de otros productores frente a este tema; notándose que el aprovechamiento de la cobertura arbórea contribuye a mejorar la rentabilidad del sistema ganado-papa por proporcionar beneficios tales como: incrementar la fertilidad del suelo (mayor ciclaje de nutrientes), mejorar su estructura y disminuir los procesos erosivos; proporcionar sombra, refugio y alimento a los animales; propiciar un microclima ideal para las actividades agropecuarias, etc.. Por estas razones, decidieron tomar las medidas necesarias para la implementación de un sistema que les permita ser menos susceptibles frente al cambio climático.

SUMMARY

The purpose of this study was to design a way of land-ecological transition like a proposition of accommodation to climatic change for the system cattle-potato in the rural community of Paletara, municipality of Purace, department of Cauca; Along this work are proposed some schemas for the implementation of "agrosilvopastoral" systems, which offer different defensible alternatives to increase the biodiversity, to increment the land and cattle production with a little dependence of external materials, mitigating the negative effects the climatic change is causing in the productive system in this region, besides for indicating the course for following to get a eco-friendly production with the environment

In the zone conformed by the regions of "Rio Claro", "Rio Negro" and "El Deposito" was made a study for observing the management and the interaction among the forestal system, cattle and potato`s cultivation. Besides for determinating its contribution to socio-economic wellbeing of the families.

In this zone have been found some small and median productives with social and economic different characteristics. The study consisted in to make a census to know how many arboreal species there are in the zone. Also to know how is the management of both potato`s and cattle`s cultivation. Besides the zone has great diversity of arboreal native species, but these there are in few and disperse quantities. In each parcel there is not very good reference with regard to these species, since they are very retarded to offer some benefits with regard to potato`s cultivation is observed that the application of land-chemical is higher and it is chronologic established. Also was found that in the majority of the cases, the rubbishes, which generate these land-toxics are rejected in the same lot causing a grave problem of contamination, with regard to the management of cattle is very empirical.

The community after making several walks in the zone and to pay attention, they could realize the great benefits that the forestal system gives to the cattle-potato system to know some experiences of other productives with regard to this theme; Noting the utilization of arboreal cover helps for increasing the rentability of cattle-potato system for proportionating benefits such as to increase the ground fertility (bigger production of nutrients) to improve its structure and to decrease erosive processes, proportionating shadow, refuge and food for the animals to propitiate an ideal microclimate for the land and cattle activities, etc. For these reasons, they decided to take some necessary measures for the implementation of a system to permit them to be less susceptible because the climatic change.

INTRODUCCIÓN

La principal actividad pecuaria en zonas de clima frío en Colombia, es la producción de leche y la alimentación básica, es el forraje. Estas labores surgieron después de la tala y quema de los bosques alto andinos y de niebla, resultando agro ecosistemas con una escasa cobertura arbórea y suelos desprotegidos, haciendo estas áreas especialmente susceptibles a la erosión y provocando que estas producciones sean insostenibles desde el punto de vista ambiental (Giraldo y Bolívar, 2002), técnico, económico y socio-cultural. Sin embargo, cuando la ganadería es acompañada de sistemas eco-amigables con el ambiente, tales como los sistemas agrosilvopastoriles presentan una mejor alternativa para la preservación y conservación del medio ambiente y el sostenimiento de las familias de los productores.

En la actualidad, existe interés por la adopción y/o adaptación de los sistemas agrosilvopastoriles en fincas ganaderas, puesto que su cobertura arbórea juega un papel importante en la recuperación y conservación del suelo, además mejora las condiciones micro climáticas de la finca y proporciona múltiples beneficios (madera, leña, frutas, postes, forraje y sombra para el ganado) a los productores. Aunque es indudable la existencia de modelos de producción demostrativos y aplicados a determinadas regiones del país, se debe tener en cuenta que son escasas las referencias de sistemas implementados en zonas de clima frío.

Por otra parte la producción agrícola se ha dedicado por varios años a la explotación irracional de los recursos naturales basada en la utilización indiscriminada de agroquímicos haciendo que los cultivos dependan de éstos para incrementar las cosechas, modelos como el de la revolución verde hacen de la agricultura una actividad que cada día es menos posible de realizar en forma sostenible (Altieri y Nicholls, 2000).

También es conocido que uno de los retos más grandes a los que se enfrenta la investigación agrícola en los trópicos es la necesidad de desarrollar una agricultura viable y sistemas de cultivo que sean capaces de asegurar una producción incrementada y sostenible con bajos insumos químicos y a su vez con un mínimo de degradación de los recursos, en especial del recurso no renovable del suelo. La naturaleza de muchos de los suelos usados para la agricultura en los trópicos es tal, que una sobre exposición y un sobre laboreo pueden fácilmente conducir a su degradación, igualmente el impacto climático produce sequías generando secuelas tales como grandes incendios forestales; en las madrugadas se presentan heladas severas afectando gran variedad de cultivos, pastos y papa.

Teniendo en cuenta estas delicadas situaciones se buscó que a través de este trabajo se estableciera una alternativa de producción que haga parte de un modelo de desarrollo humano sostenible en los aspectos económico, social y ambiental partiendo de la cultura del productor agropecuario que está en el medio y padece las consecuencias; partiendo de esta problemática se proyecta establecer un plan de transición agroecológico en el sistema ganado-papa como propuesta de adaptación frente al cambio climático en la comunidad campesina de Paletará, Municipio de Puracé, Departamento del Cauca; el plan se logrará a través de la caracterización del sistema propuesto con lo cual se determinará el nivel de sustentabilidad, fortalezas, debilidades, y vulnerabilidad de la zona frente al cambio climático, se propondrán arreglos temporales y espaciales de sistemas integrados de producción agropecuarios (SIPA) para zonas alto andinas, se reconocerán ventajas y aportes ambientales, económicos y socio-culturales del establecimiento de los SIPA en el agroecosistema ganadería-papa.

1 MARCO CONCEPTUAL

1.1 GANADERÍA

La ganadería en Colombia se inició con la introducción de bovinos en la ciudad de Santa Marta por parte de Rodrigo de Bastidas, el cual ingresó como parte de una expedición 200 vacas, 35 cerdos y 25 equinos para cría, el 29 de julio de 1529; esto fue un paso decisivo para que de ahí en adelante se continuara la importación de mas ejemplares que poco a poco se fueron distribuyendo por todo el país. (Minagricultura s.f).

Actualmente la ganadería está distribuida por todo el país y se considera tres zonas climatológicas en las cuales se maneja (Minagricultura s.f):

Zona Fría: Entre los 2.000 y 3.000 msnm con temperaturas entre 10 y 16 °C que abarca el 6% del área territorial; ofrece condiciones climatológicas muy favorables y praderas propias para razas especializadas europeas, particularmente de tipo lechero.

Zona Media o Cafetera: Entre los 1.000 - 2.000 msnm, aunque la temperatura de esta zona es muy tolerante para los bovinos, está inmersa en condiciones de topografía quebrada y proliferación de agentes causantes de enfermedades que generan serias pérdidas económicas en la población ganadera.

Zona Cálida: Esta zona se caracteriza por una topografía plana y ondulada, situada a menos de los 1.000 msnm, con una temperatura mayor a 24°C. Por la alta temperatura y por la carencia de leguminosas en las praderas, esta zona es adversa a las razas especializadas europeas, pero muy bien tolerada por las razas criollas y razas cebuinas. En ella se hallan actualmente las ganaderías de carne más prósperas del país con base en cebú o cruzamientos entre éste y los ganados autóctonos.

La cuenca del río Cauca está ubicada en la zona centro del departamento del Cauca, cuenta con una extensión de 60000 hectáreas de las cuales el 55% está en praderas; en la región la ganadería tiene una producción promedio en los pisos térmicos frío y páramo o zona alta de la cuenca donde se encuentra ubicado el corregimiento de Paletará de 5-6 litros vaca/día; y en los pisos térmicos templado medio o la zona media y baja con una producción promedio de 3 litros vaca/día. Existe una ganancia de peso en promedio de 350 a 400 gramos animal/día, esta es una ganadería extensiva, extractiva con alto costo ambiental, con una capacidad de carga en promedio de 1:1 (Grupo de Trabajo Interdepartamental de la FAO, 2009).

La ganadería es una actividad generalizada y desarrollada prácticamente en todo el país, se considera dentro del sector socioeconómico de gran importancia para el progreso del campo; ha sido y es cuestionada fuertemente debido al impacto negativo que ocasiona al medio ambiente; en Colombia es definida como una ganadería extractiva-extensiva debido al mal manejo que se le da, ocasionando severo desgaste a la tierra (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, s.f); por estas y otras razones el sistema de producción actual debe involucrar modelos integrales de desarrollo y sostenibilidad que tengan como fundamento la adaptabilidad ambiental y la constante búsqueda de alternativas, que proporcionen un desarrollo continuo al sector agropecuario, garantizando la oferta de alimentos a las generaciones presentes y futuras bajo el concepto de protección, mejoramiento y preservación del recurso natural.

1.1.1 Problemas ambientales de la ganadería convencional La destrucción de bosques para la potrerización y conformación de la pradera, con la consecuente reducción o pérdida de la flora y fauna, generó una tragedia al medio ambiente (Ojeda et al, 2003). Los sistemas de producción ganaderos establecidos bajo pastoreo extensivo, han causado graves lesiones a la biodiversidad y al medio ambiente (compactación de la cobertura del suelo, disminución de la fertilidad y contenido de materia orgánica de la tierra, acumulación del agua; el sobrepastoreo en áreas montañosas pueden además acelerar la erosión).

Según la FAO (1994) la elevada tasa de deforestación en los países tropicales (17 millones de hectáreas/año) además de causar efectos específicos en cada unidad productiva como la degradación del suelo y por ende la pérdida de su productividad, también contribuye con la cuarta parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros gases hacia la atmósfera.

En los últimos años gran parte del área boscosa fue deforestada para promover la ganadería extensiva en América Latina. En Colombia entre los años 1960 y 1995 el uso de la tierra paso de 5 a 4.4 millones de hectáreas en agricultura; los bosques naturales y otros usos se redujeron de 94.6 a 72.4 millones de hectáreas, mientras que por otro lado la ganadería se incremento de 14.6 a 35.5 millones de hectáreas (IVH, 1998).

Los ecosistemas alrededor del mundo presentan importantes y constantes impactos ambientales, los cuales en la mayoría de los casos se ve involucrada la ganadería porque es señalada como una de las causas de dicha problemática; entre los impactos negativos generados por la ganadería extensiva están la erosión y compactación del suelo, deforestación, contaminación, pérdida de la biodiversidad, contribuyendo con los cambios en el medio ambiente:

1.1.1.1 Calentamiento de la tierra La ganadería genera más emisiones de dióxido de carbono que la industria del transporte. El reporte de la FAO "Livestock Long Shadow" del año 2006 señala además que la ganadería no sólo contamina el aire, sino también la tierra y los depósitos de agua subterránea.

En el estudio "Livestock Long Shadow" se incluyeron las emisiones por uso de la tierra y cultivos, con los que el sector ganadero produce un 9% del CO₂ derivado de las actividades humanas, pero además genera un porcentaje mucho mayor de otros gases de efecto invernadero: 65% de óxido nitroso, un 37% de toda la producción de gas metano, y un 64% de amoníaco, que contribuye a la acidificación de la lluvia. Todos estos gases son producto del estiércol, los desechos y los gases intestinales de los animales.

Por otra parte, la crianza de ganado actualmente usa un 30% de la superficie del planeta, que representa mayormente las praderas naturales, pero también incluye un 33% de la superficie cultivable, que se utiliza sólo para producir grano que alimentará directamente al ganado e indirectamente a los seres humanos. En algunos sectores del planeta (como el Amazonas), se está transformando la selva en terrenos arables, por lo que la crianza de ganado contribuye además a la deforestación. Sólo en el Amazonas, un 70% del terreno se ha transformado en pradera para alimentación de ganado.

1.1.1.2 Impactos sobre el suelo La compactación de los suelos resultante del tránsito de los animales, es uno de los impactos negativos de la ganadería, ya que afecta el flujo del agua y la estabilidad estructural del suelo, lo cual provoca procesos de erosión. Esta situación acarrea una pérdida irremediable del suelo y con ello afecta también la productividad de la finca. En el cuadro 1 se puede observar los principales impactos de la ganadería en Colombia, teniendo en cuenta toda la cadena productiva (Galindo et al, 2003).

Cuadro 1. Principales impactos de la cadena pecuaria de leche sobre el suelo en Colombia para el periodo 2000-2005

IMPACTO	PRODUCCIÓN	TRANSPORTE	PROCESAMIENTO	CONSUMO	TENDENCIA
Compactación del suelo	Grave	Reducido	Sin impacto	Sin impacto	Incrementar
Actividad biológica	Reducido	Reducido	Sin impacto	Sin impacto	Decreciente
Erosión	Grave	Sin impacto	Sin impacto	Sin impacto	Incrementar
Deslizamiento y derrumbes	Importante	importante	Sin impacto	Sin impacto	Incrementar

Fuente: Galindo et al 2003

La ganadería tradicional en Colombia ocasiona graves efectos negativos sobre el suelo, que origina la compactación del suelo, problemas de erosión y deslizamientos o movimientos de tierra, además por verse disminuida la actividad biológica del mismo. El deterioro de los suelos de montaña tarda milenios en formarse y se deterioran en pocos años por el mal manejo de las fincas.

1.1.1.3 Impacto por deforestación La ganadería es señalada como una de las principales causas de deforestación en el mundo, debido a la tala indiscriminada de bosques para extender la frontera agropecuaria, volviendo estas zonas en praderas, por lo cual se disminuye notablemente la cobertura arbórea, generando disminución en la producción de oxígeno, pérdida de la biodiversidad, problemas de erosión por quedar el suelo expuesto y sin protección, se avanza hacia los páramos y zonas marginales y de poca vocación ganadera, viéndose afectados los nacimientos de agua, además la deforestación libera el carbono almacenado en los árboles (Pérez, 2006).

En Colombia muchas de las áreas dedicadas a la ganadería intensiva se encuentran en pendientes bastante pronunciadas, lo que origina múltiples efectos que conllevan al deterioro del ambiente.

1.1.1.4 Impactos sobre el agua La deforestación, la ganadería intensiva con manejo deficiente y otros factores relacionados afectan notablemente el recurso hídrico debido al aumento de los sedimentos que llegan a las fuentes de agua y al uso indiscriminado de agroquímicos; por otro lado estudios revelan que fincas con un buen manejo ecológico y alta cobertura arbórea generan una mayor protección y producción de nacimientos de agua, hay disminución de problemas erosivos porque los árboles reducen la velocidad de la caída de las gotas de lluvia y favorece la infiltración de esta en el suelo.

1.1.2 Ganadería Ecológica Es un sistema integrado de producción donde interactúan las actividades agrícolas y ganaderas bajo principios ecológicos, su finalidad es establecer y mantener una interdependencia entre suelo-planta, planta-animal y animal-suelo creando así un sistema agroecológico sostenible basado en los recursos de la zona, consiguiendo cierta integridad entre los sistemas. Es decir la ganadería orgánica conduce a la producción de carne, leche y crías, bajo esquemas tecnológicos y herramientas técnico científicas amigables o que tengan relación directa con el ambiente, haciendo uso racional de los recursos naturales, preservándolos para las generaciones futuras y lograr una producción sostenible (FAO, 2008).

Los objetivos en los que se basa la ganadería ecológica son: mejorar la

producción de alimentos básicos en las fincas agropecuarias y así mejorar el consumo de alimentos de la familia, incluyendo la valoración de productos alimentarios tradicionales y la conservación de germoplasma de cultivos nativos, también el rescate y la reevaluación del conocimiento y las tecnologías de los campesinos y de los indígenas, fomentando la utilización eficiente de los recursos como la tierra, mano de obra, subproductos agrícolas y pecuarios, y así aumentar la diversidad de cultivos y animales para minimizar los riegos y mejorar la base de recursos naturales mediante la conservación del agua y el suelo, haciendo énfasis en control y manejo de la erosión, del agua, las reforestaciones, protección de zonas de reserva entre otras, permitiendo la reducción en la utilización de recursos externos y así disminuir la dependencia y manteniendo los costos de producción y dar el empleo a la tecnología que incluye técnicas de agricultura orgánica y otras técnicas de bajos insumos.

Este tipo de ganadería es una de las metas propuestas para los ganaderos de esta región, que desean realizar un importante aporte a la humanidad, tanto social, ambiental como económico para la propia ganadería y su medio.

1.2 PRODUCCIÓN DE PAPA

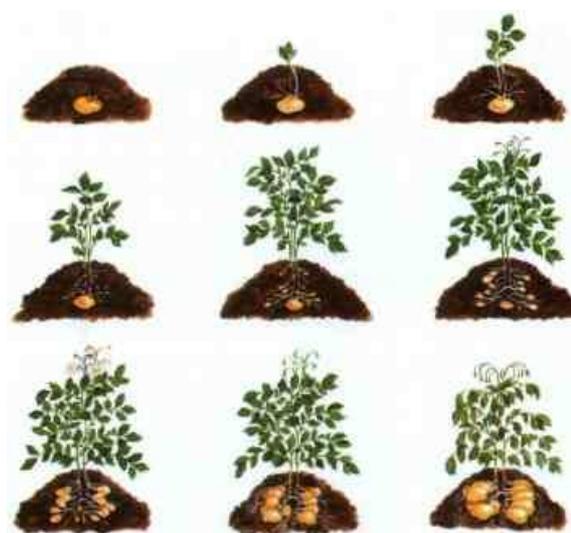
Este cultivo perteneciente al género *Solanum*, es americana y su distribución es desde el sur del cañón del Colorado, en Estados Unidos de Norteamérica, pasando por todos los países con cordillera andina, hasta los Chonos, en el sur de Chile. La mayor variabilidad genética de especies se concentra en el área de la meseta peruano–boliviana.

La papa (figura 1) cultivada pertenece a la familia SOLANÁCEA, pariente del tomate, ají, pimentón, berenjena, tabaco, petunia, mandrágora, belladona, lulo, por nombrar alguna de las más de 2000 especies presentes en esta familia. Parte de sus integrantes son denominados como plantas de las "sombras tenebrosas" por su contenido de alcaloides que ha sido utilizada por diversos pueblos aborígenes para maleficios o rituales de "comunicación con espíritus celestiales" (www.agrarias.uach.cl).

La producción mundial es de 300 millones de toneladas, el principal productor del mundo es China con 56 millones de toneladas y el mayor productor de América es EE.UU. con 22 millones de toneladas.

El consumo mundial per cápita es de 50 kg.

Figura 1. Formación del tubérculo de papa.



La papa es un producto de consumo masivo en Colombia, especialmente en los hogares de bajos ingresos económicos, su producción total disponible se destina básicamente a dos usos: consumo fresco (80-92%) y la industria. Sus costos de producción varían pero en general el 37% de ellos corresponden al uso de agroquímicos: 25% fertilizantes, 7% insecticidas, 5% fungicidas; el 28% a mano de obra. Las zonas productoras en Colombia se encuentran distribuidas en 14 departamentos entre los que se encuentra el departamento del Cauca (Corpoica, 2000).

El cultivo de papa es la principal actividad agrícola en las zonas de clima frío es por esto que es de gran importancia buscar alternativas sostenibles que generen el menor impacto sobre los ecosistemas y los recursos naturales, especialmente en agua y suelo. A lo largo del país predomina el sistema productivo de papa con tecnología tradicional en ceca de 90% de los casos, mientras que tan solo en 10% maneja un tipo de tecnología más avanzada; generalmente en la tecnología tradicional prevalecen los criterios heredados de la revolución verde (promovió el uso irracional de agroquímicos).

Este alimento de la canasta familiar es indispensable en el plato diario de las personas, pero también es cierto que es uno de los cultivos que se maneja con mayor cantidad de agroquímicos para evitar pérdidas debido a la gran susceptibilidad que presenta frente a plagas y enfermedades. También se conoce que estos agrotóxicos no sólo afectan el bolsillo de los productores debido a sus elevados costos sino que también afectan la salud humana.

En la zona de trabajo la papa se siembra como monocultivo y en forma tecnificada, es frecuente la siembra de papa "al partido", es decir, en compañía de personas de la comunidad o de fuera. Uno de los socios aporta la tierra, el trabajo y parte de los insumos, mientras que el otro socio entrega la semilla, los abonos y el resto de insumos. Esto se hace debido a los riesgos que se corren con este cultivo, para la comunidad es mejor asociarse y reducir las posibles pérdidas económicas.

En el siguiente cuadro se puede observar algunas de las plagas y enfermedades que afectan el cultivo de papa (cuadro 2 y 3):

Cuadro 2. Principales Plagas del Cultivo de Papa

SUELO / TUBÉRCULO	FOLLAJE	ALMACENAMIENTO
Gusano blanco de la papa – <i>Premnotrypes vorax</i> .	Pulguilla – <i>Epitrix cucumeris</i>	Polilla pequeña o palomilla – <i>Phthorimaea operculella</i>
Tiroteador – <i>Naupactus sp.</i>	Tostón, mosco entretelado – <i>Lyriomyza quadrata</i> , <i>Lyriomyza huidobrensis</i>	Polilla guatemalteca de la papa – <i>Tecia solanivora</i> .
Polilla guatemalteca de la papa – <i>Tecia solanivora</i> .	Muques o comedores de follaje – <i>Copitarsia consueta</i> , <i>Pedidroma sp.</i>	Afidos – <i>Rhopalosiphoninus laty sipón</i> .
Polilla pequeña o palomilla – <i>Phthorimaea operculella</i> .	Polilla pequeña o palomilla – <i>Phthorimaea operculella</i> .	Polilla gigante de la papa – <i>Symmetrischema plaesiosema</i> .
Chisa , mojoyoy o morrongo – <i>Ancognatha scarabaeoides</i> , <i>Phyllophaga obsoleta</i>	Polilla gigante de la papa – <i>Symmetrischema plaesiosema</i> .	
Babosa – <i>Milax gagates</i>	Trips – <i>Frankliniella tuberosi</i> , <i>Thrips palmi</i> .	
Trozadores – <i>Agrotix ípsilon</i> , <i>Feltia sp.</i>	Chupadores, Mosca blanca - <i>Trialeurodes vaporariorum</i> .	

Fuente: Productores zona de trabajo.

Cuadro 3. Principales Enfermedades del Cultivo de Papa

HONGO	BACTERIA	VIRUS
Gota o Tizón tardío - <i>Phytophthora infestans</i> .	Pata Negra - <i>Erwinia carotovora</i> f. sp. atroseptica.	Enrollamiento de las hojas - PLRV
Tizón Temprano - <i>Alternaria</i>	Pudrición blanda - <i>Erwinia</i>	Mosaico suave virus Y - PVY

<i>solani</i>	carotovora f. sp. caratovora.	
Roya común – <i>Puccinia pittieriana</i>	Marchitez bacteriana o dormidera – <i>Ralstonia solanacearum</i> .	Mosaico suave virus X - PVX
Cenicilla o Mildeo polvoso – <i>Erysiphe cichoracearum</i> .	Sarna común – <i>Streptomyces scabies</i> .	Virus S - PVS
Rhizoctoniasis - <i>Rhizoctonia solani</i>		
Mortaja blanca o palomillo – <i>Rosellinia</i> sp.		
Roña polvosa – <i>Spongospora subterranea</i>		
Marchitez temprana – <i>verticillium</i> sp.		
Podredumbre – <i>Fusarium spp.</i>		

Fuente: Productores zona de trabajo.

1.3 CAMBIO CLIMÁTICO

Es un proceso natural que tiene lugar simultáneamente en varias escalas de tiempo astronómico, geológico o decenal. Se refiere a la variación en el tiempo del clima mundial de la tierra o de los climas regionales y es atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, aunque también puede ser causado por fuerzas naturales (Lambayeque, 2010).

Gianpiero Renzoni (2008), del Departamento Nacional de Planeación indica que: “Colombia es altamente vulnerable a los efectos del Cambio climático”. De acuerdo a los proyectos de investigación adelantados por los diferentes institutos de investigación ambiental del país y a través de las diferentes reuniones sectoriales encaminadas a la elaboración de la política de Cambio Climático se ha encontrado que los mayores impactos negativos se encuentran sobre:

Asentamientos humanos: Los cuales se verán afectados por aumento del nivel del mar e inundaciones permanentes.

Recurso hídrico: Afectación en el 50% del territorio nacional con consecuencias sobre actividades productivas, desabastecimiento de agua y sistemas naturales.

La salud: Aumento de enfermedades tropicales.

El sector energético: Disminución de la capacidad de generación de Electricidad.

El sector agropecuario: Costa Pacífica y Caribe afectados por aumento del nivel del mar. Aumentos de nivel de desertificación, incidencia sobre la seguridad alimentaria.

Sistemas naturales y biodiversidad: Investigaciones han determinado que en Colombia los sistemas de alta montaña son los más vulnerables, se proyectan aumentos en la temperatura, variación de la precipitación y desaparición de páramos y nevados.

Es necesario dentro del concepto de la política Nacional de Cambio Climático, incorporar las causas y consecuencias en la toma de decisiones tanto en el sector público como en el sector privado, fortaleciendo la gestión del riesgo de consecuencias adversas y aprovechar las oportunidades que puede traer los efectos de cambio climático, para apuntar a un desarrollo sostenible y crecimiento económico del país con bajos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero.

Las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) han sido muy intensas a partir de la Revolución Industrial, momento a partir del cual la acción del hombre sobre la naturaleza se hizo intensa. La comunidad científica internacional ha alertado de que si el desarrollo mundial, el crecimiento demográfico y el consumo energético basado en los combustibles fósiles, siguen aumentando al ritmo actual , antes del año 2050 las concentraciones de dióxido de carbono se habrán duplicado con respecto a las que había antes de la Revolución Industrial. Esto podría acarrear consecuencias funestas para la vida planetaria (<http://elmundodelabiologa.blogspot.com>).

La zona de estudio es altamente vulnerable al cambio climático porque presenta escasa cobertura arbórea, suelos deteriorados, contaminación por agroquímicos, entre muchas otras falencias; todo esto ha contribuido a que la región se vea afectada por heladas, granizadas y fuertes vientos que terminan acabando con los cultivos de los productores y afectando la ganadería. Esta situación es

preocupante porque la biodiversidad, la seguridad alimentaria, su economía, etc. están en peligro; además es aquí en las zonas altas de nuestro país donde nacen las fuentes de agua que nos abastecen a todos.

Debido a los cambios de clima ocurridos en los últimos años es importante adaptarse a ellos mitigándolos y conservando lo que queda para las generaciones futuras.

1.4 TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA

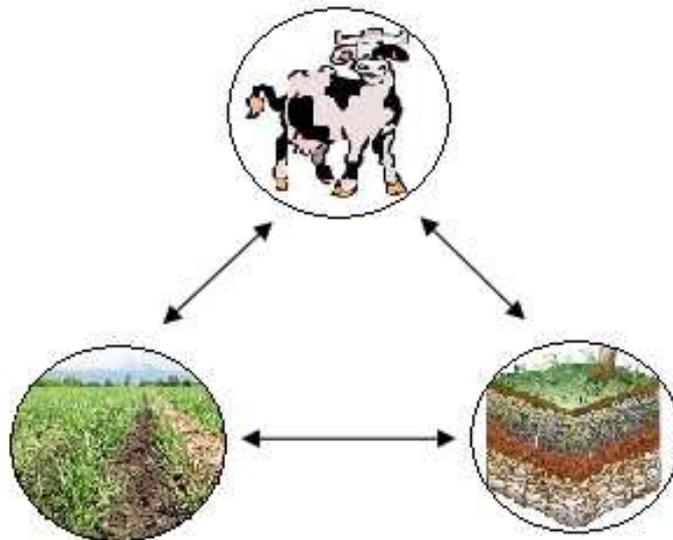
El proceso de transición de agricultura industrializada a agricultura ecológica puede ser definido y estudiado en diferentes niveles de jerarquía (internacional, regional, local, predial), que pueden posteriormente interrelacionarse. La transición agroecológica a nivel de finca, también llamada proceso de conversión predial, implica la sustitución de tecnologías contaminantes y altamente dependientes de capital (agroquímicos) y de técnicas de manejo degradantes del medio físico (quema de rastrojos, laboreo profundo y/o a favor de la pendiente), por otras (abonos orgánicos, control biológico de plagas y enfermedades, compostaje de desechos, rotaciones de cultivo, etc.) que, en general son menos demandantes de capital y de mayor accesibilidad local, las cuales permiten el mantenimiento de la diversidad biológica y de la capacidad productiva del substrato natural a largo plazo. Por otro lado la Transición Agroecológica se puede definir como las distintas vías de tránsito hacia etnoecosistemas socialmente justos, económicamente viables y ecológicamente sostenibles (Palerm et al, 1971). Lo que se desea lograr con la transición agroecológica es cambiar el papel industrial de la producción convencional de los recursos naturales por una forma ecológica generada históricamente por las comunidades desde la identidad y la articulación con los demás sistemas. Es decir, la transición Agroecología se realizará en distintos planos de análisis y con distintas estrategias metodológicas: Técnicas de observación y de investigación.

Una de las tareas de la Agroecología es rescatar, e incorporar aquellas técnicas y experiencias ancestrales de las comunidades, y recuperar el concepto de Transición no como el cierre de una época de relaciones sociales ni de un proceso de producción sino como una forma de investigación-acción participativa cuya actividad es diseñar la apertura de otra época o de otra producción en la que las relaciones entre tecnología y comunidad están sometidas a las leyes de la ecología.

1.5 SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA (SIPA)

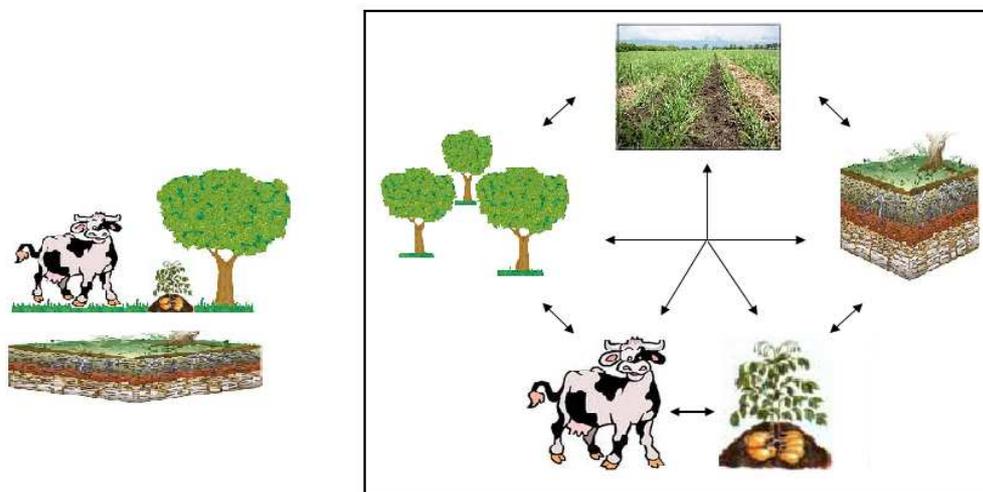
El sistema de producción ganadero convencional (figura 2) se caracteriza por tener una baja rentabilidad y efectos ambientales negativos sobre todo cuando la zona que ocupan no es de vocación ganadera; generalmente estos sistemas surgen después de la tala y quema de los bosques, resultando agroecosistemas con escasa cobertura arbórea, con suelos desprotegidos y a menudo carentes de diversidad, al privilegiarse únicamente las pasturas. Esto ha permitido que las áreas de pastoreo se vuelvan especialmente susceptibles a procesos erosivos, más aun cuando se encuentran en zona de ladera. Al mismo tiempo, la producción ganadera y agrícola generalmente implica una alta dependencia de insumos externos para poder generar beneficios, incrementando de esta forma los costos de producción y ocasionando en la mayoría de los casos graves problemas ambientales. Por lo tanto es necesario promover sistemas ganaderos y agrícolas alternativos que financieramente sean rentables y amigables con el ambiente.

Figura 2. Esquema del sistema ganadero convencional.



Los sistemas integrados de producción agropecuarios (figura 3) son una unidad altamente diversificada cuyos recursos agrícolas, pecuarios y forestales, se integran y complementan entre sí con el propósito de autoabastecerse, reducir riesgos, debilidades y dependencias externas, asegurando la sostenibilidad de la unidad de producción. Además permiten optimizar el uso de recursos constituyendo un mecanismo de producción autosuficiente y amigable con el ambiente, reduciendo costos y aumentando la producción.

Figura 3. Estructura de un sistema integrado de producción agropecuario.



En este sentido los SIPAS son una alternativa a corto, mediano y largo plazo; ya que estos sistemas de producción son más sustentables tanto económica como ecológicamente.

Las asociaciones de pastos, arbustos, cultivos, animales y árboles en las cuales se basan los SIPAS permite mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo; además de optimizar la relación suelo-planta-animal-ambiente. Esto bajo un manejo integral que está basado en resultados investigativos, los cuales arrojan que este tipo de sistemas son una alternativa de producción sostenible que permite reducir el impacto ambiental negativo que ejercen los sistemas tradicionales de producción.

1.5.1 Ventajas de los sistemas integrados de producción agropecuarios La incorporación de especies leñosas perennes en los sistemas ganaderos-agrícolas tradicionales permiten:

Incrementar la fertilidad del suelo, mejorar su estructura y disminuir los procesos erosivos.

Propiciar un microclima ideal para las actividades agrícolas y pecuarias.

Proporcionar sombra y alimento a los animales.

Preservar las fuentes de agua.

Ofrecer ingresos adicionales a la familia (mediante el comercio de leña, estacas, madera, frutas).

Ofrecen servicios ambientales: captura y almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂), mejoramiento de la productividad del suelo, ahorro de combustibles fósiles, conservación de la biodiversidad, etc.

1.5.2 Agroforestería La agroforestería es un sistema del uso de la tierra en la cual las leñosas perennes interactúan con cultivos y/o animales en el mismo espacio y en el tiempo de manera simultánea o secuencial (Zamora, 2008); está basada principalmente en el manejo de árboles de uso múltiple, ya que estos pueden aportar y contribuir significativamente en los sistemas donde ellos están inmersos (Giraldo, 1996). Para obtener estos beneficios, la agroforestería debe cumplir con tres particularidades como son productividad (producir los bienes requeridos por el productor), sostenibilidad (capacidad del sistema ha permanecer productivo indefinidamente) y adoptabilidad (aceptación del sistema de acuerdo a las limitantes y características propias de cada productor).

Además el concepto de agroforestería debe reflejar y poner de manifiesto los enfoques, principios y directrices de las personas, organizaciones y entidades que trabajan en agroforestería, en aspectos tan importantes, principalmente para la región tropical del mundo, como son el fortalecimiento de la identidad cultural y los saberes tradicionales, tenencia de la tierra, fortalecimiento de sistemas de producción ancestrales y novedosos acordes con las culturas, estabilidad del sistema de producción, autoabastecimiento y comercialización de diversos bienes materiales, procesos educativos y de investigación, conservación de la biodiversidad nativa silvestre y domesticada, conservación de suelo y agua, impacto tecnológico de las innovaciones en la cultura y naturaleza, calidad de vida de las familias y comunidades rurales y urbanas, relaciones de comercialización de productos y servicios (Ospina, 2004).

Por otro lado la agroforestería es una interdisciplina, una tradición e innovación productiva y de conservación de la naturaleza, desarrollada fundamentalmente por culturas agroforestales en tierras tropicales, donde existen formas de manejo y aprovechamiento de sistemas agroforestales en fincas y territorios comunitarios para obtener una producción libre de agroquímicos y duradera con predominio y desarrollo de saberes tradicionales y novedosos, fortalecimiento de la identidad cultural, interacciones ecológicas totales de complementariedad del sistema, diversificación del paisaje, aprovechamiento adecuado de recursos naturales, privilegio del trabajo humano, uso de tecnologías de bajo impacto ambiental y relaciones sociales y económicas de bienestar, equidad y justicia (Ospina et al, 2003).

Se ha reconocido que los sistemas agroforestales tienen un alto potencial para aumentar o por lo menos mantener la productividad de las tierras; este potencial está respaldado por una serie de características, entre las que se pueden mencionar la estratificación en el uso de los recursos, los efectos sobre el microclima, el reciclaje de nutrientes, la protección física del suelo, la diversificación en la producción, la producción de madera, leña u otros materiales diversos que sirvan para la subsistencia del agricultor, entre otros.

Los sistemas agroforestales son diversos y complejos, por lo cual se vio la necesidad de clasificarlos, esta clasificación se ha realizado de acuerdo a su base estructural (composición de especies y arreglos en el espacio y tiempo), su base funcional (función del componente leñoso), su base socioeconómica (objetivo comercial) y su base ecológica (aptitud del sistema frente a ciertas condiciones agroclimáticas). De acuerdo a la clasificación estructural podemos encontrar dentro de la agroforestería (cuadro 4):

Cuadro 4. Sistemas agroforestales de acuerdo a sus componentes agrícola, pecuario y forestal

SISTEMA	TIPO DE SISTEMA
Sistemas Agrosilviculturales	Agricultura migratoria. Barbecho mejorado. Cultivo en plantaciones forestales. Árboles en parcelas de cultivo. Leñosas como soportes vivos para cultivos. Huertos caseros. Cultivos en callejones.
Sistemas silvopastoriles	Cercas vivas Bancos forrajeros Árboles dispersos en potreros Pastoreo en plantaciones Pasturas en callejones Barreras rompevientos
Sistemas especiales	Silvoentomología silvoacuacultura

Fuente: Nair (1997). Jiménez y Muschler (2001)

1.5.3 Sistemas Agrosilvopastoriles Los sistemas agrosilvopastoriles son una práctica donde interactúan especies leñosas y perennes con forrajes herbáceos, cultivos transitorios y animales dentro de un sistema holístico e integral. Este tipo de sistema implica una interacción directa (ramoneo) o indirecta (corte y acarreo del forraje) de los animales con el componente forestal, además de la utilización de residuos de cosecha para la alimentación del ganado o elaboración de abonos orgánicos. Los árboles o arbustos que se encuentran dentro de este tipo de

sistemas pueden ser de naturaleza espontánea, es decir que se establecieron naturalmente; o que fueron plantados por el productor dependiendo del tipo de interés que este tenga. A continuación se observa los diferentes tipos de arreglos agrosilvopastoriles que se pueden realizar en una unidad productiva de clima frío:

1.5.3.1 Principales sistemas agrosilvopastoriles

1.5.3.1.1 Cercas vivas Es el cultivo de leñosas perennes en los perímetros o linderos de las parcelas, potreros, fincas y caminos; con el objetivo principal de delimitar las propiedades o áreas de trabajo e impedir el paso de los animales o de la gente, por lo cual casi siempre están complementadas con el uso de alambre (figura 4).

Figura 4. Cercas vivas.



En el cuadro 5 encontramos las ventajas y desventajas de las cercas vivas.

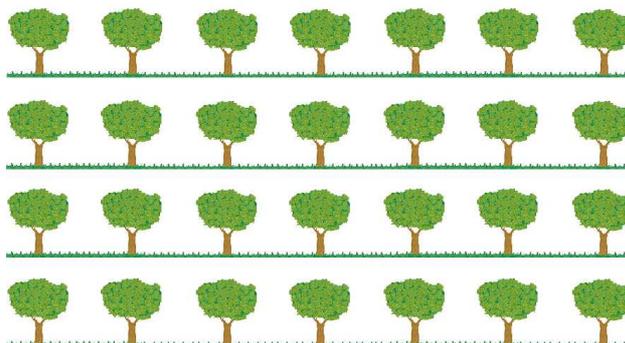
Cuadro 5. Ventajas y desventajas de las cercas vivas

Ventajas	Desventajas
Permite una delimitación clara e inequívoca de la finca.	Durante el periodo de establecimiento, hay que protegerlos para que no sean dañados por los animales.
Es una forma de generar productos comercializables (frutas, semillas, madera, leña) en áreas no utilizables.	Los postes vivos, en áreas con suelos poco profundos o con una capa freática alta, pueden caer debido a vientos fuertes.
Poca competencia con los cultivos asociados.	
Genera una visión paisajística y puede incrementar el valor de la finca.	

Se utiliza como postes por lo tanto se reducen costos.	
Las podas de los árboles sirven como leña o postes.	
Favorece la biodiversidad y reduce la presión sobre los bosques.	

1.5.3.1.2 Bancos forrajeros o bancos de proteína Son áreas donde los árboles y/o arbustos se cultivan a alta densidad y en bloque (mayor a 5000 plantas / ha), generalmente están asociados a algún tipo de herbácea forrajera. Al ser este un sistema de corte y acarreo debe ser establecido preferiblemente cerca de los sitios de alimentación para reducir costos. Cuando se establecen bancos de proteína bajo pastoreo estos se pueden establecer en zonas adyacentes o dentro de los potreros en un porcentaje de 20-25%. El ramoneo debe ser rotacional para evitar el desgaste excesivo de las especies perennes y permitirles su recuperación. En la figura 5 se puede observar un ejemplo de un banco forrajero.

Figura 5. Banco forrajero.



Adaptado de Ojeda et al, 2003.

En el cuadro 6. Podemos observar las ventajas de este tipo de sistema:

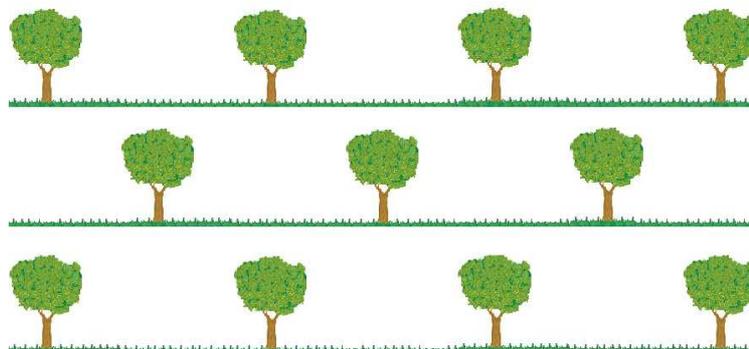
Cuadro 6. Ventajas y desventajas de los bancos forrajeros

Ventajas	Desventajas
Alta densidad de siembra, por lo tanto se pueden establecer en áreas pequeñas.	Los costos de establecimiento son relativamente altos.
Si se realiza un buen manejo hay disponibilidad de alimento para los animales todo el año.	La cantidad de mano de obra es alta bajo corte y acarreo.
Bajo corte y acarreo puede establecerse en pendientes muy elevadas, además de	Es necesario fertilizar regularmente para impedir que el nivel productivo de las

poderse establecer más de una especie forrajera.	especies disminuya.
	Bajo corte y acarreo, el sistema debe establecerse lo más cerca a la zona de alimentación.
	La vida útil del banco de proteína puede ser menor bajo pastoreo, debido a que hay mayor riesgo de pérdida por mal manejo.

1.5.3.1.3 Árboles dispersos en potreros En este sistema los árboles se encuentran distribuidos al azar en los potreros (figura 6). La función de estos árboles es proveer sombra a los animales en los días calurosos y refugio en los días lluviosos, además puede generar productos adicionales como son postes, leña, frutos y semillas; este tipo de sistema también ofrece al suelo aporte de materia orgánica y protección al minimizar el impacto de la lluvia sobre este, conjuntamente captura CO₂, produce oxígeno y crea un microclima. Se recomienda entre 1 y 25 árboles o arbustos por hectárea. (Ver ventajas y desventajas del sistema, cuadro 7).

Figura 6. Árboles dispersos al azar.



Adaptado de Ojeda et al, 2003.

El pastoreo puede ser rotacional o permanente, se debe tener mucho cuidado y aislar el potrero o cada árbol cuando recién se plantan para no ser dañados por los animales.

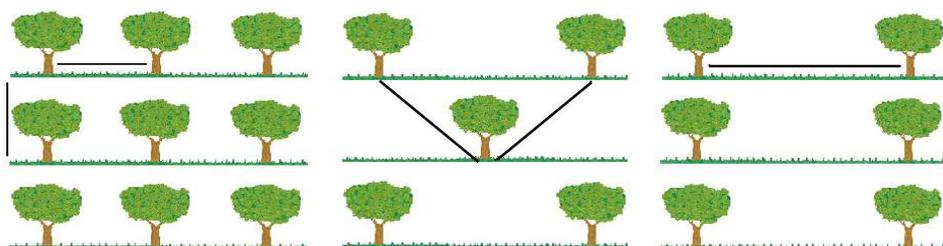
Cuadro 7. Ventajas y desventajas de los árboles dispersos en potreros

Ventajas	Desventajas
Los árboles proporcionan a los animales sombra en los días calurosos o refugio en los días lluviosos.	Costos de manejo adicional (plateo, cercado) durante el establecimiento de los árboles.

Los árboles pueden proveer alimento a los animales.	Limitación de desarrollo de las especies herbáceas cuando los árboles son muy frondosos, debido a que no dejan pasar la luz del sol.
Generan ingresos adicionales al productor (frutos, madera).	Constante refugio de los animales bajo el árbol puede ocasionar compactación del suelo y pérdida de pasto en ese sitio.
Los árboles pueden ofrecer refugio y alimento a las aves.	

1.5.3.1.4 Pastoreo en plantaciones En este tipo de sistema (figura 7) interactúan las herbáceas forrajeras (pastos y/o leguminosas) con especies perennes de alto valor económico ya que son destinadas a la producción de frutas, semillas, leña o madera. Se pueden sembrar en densidad alta o baja, formando triángulo, rectángulo o cuadrado, esto dependiendo de las necesidades del productor.

Figura 7. Plantaciones en cuadro, triángulo y rectángulo.



Adaptado de Ojeda et al, 2003.

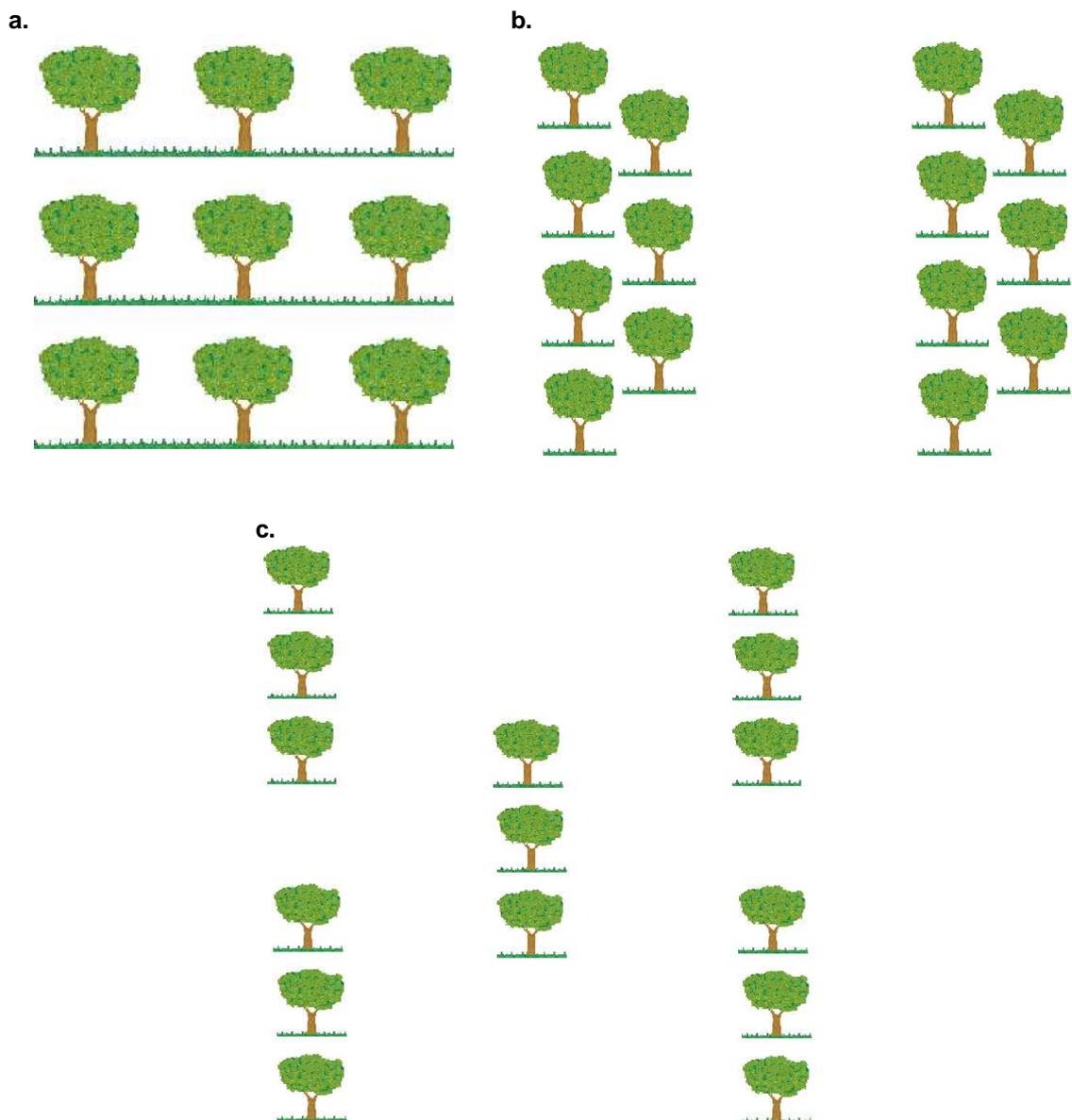
En el cuadro 8 se encuentran las ventajas y desventajas que este sistema posee.

Cuadro 8. Ventajas y desventajas del pastoreo en plantaciones

Ventajas	Desventajas
Aprovechamiento de la cobertura vegetal para la alimentación de los animales.	Competencia por espacio, luz, agua y nutrientes.
Disminución de los costos de desmalezado de la plantación.	Las herbáceas pueden atraer plagas o ser vectores de enfermedades que atacan a las plantas perennes.
Generación de ingresos por la comercialización de los productos que genera la plantación.	Los animales en pastoreo pueden causar severos daños a la plantación.
Cualquier manejo aplicado al componente herbáceo tiene efectos colaterales sobre las especies leñosas y viceversa.	La reposición natural de las especies leñosas se puede ver afectada por la competencia de la vegetación herbácea y el consumo animal.

1.5.3.1.5 Pasturas en callejones Es un sistema en el cual se establecen surcos o hileras de árboles y/o arbustos forrajeros de rápido crecimiento en asociación con plantas herbáceas entre las hileras. Su objetivo es mejorar la calidad del suelo, reducir procesos erosivos y proporcionar mayor cantidad de forraje. El arreglo espacial puede realizarse de múltiples formas entre esas encontramos (figura 8a, 8b, 8c):

Figura 8. Modelos agrosilvopastoriles para pasturas en callejones (a. Hilera simple, b. Hilera doble, c. Hilera alterna).



Adaptado de Ojeda et al, 2003.

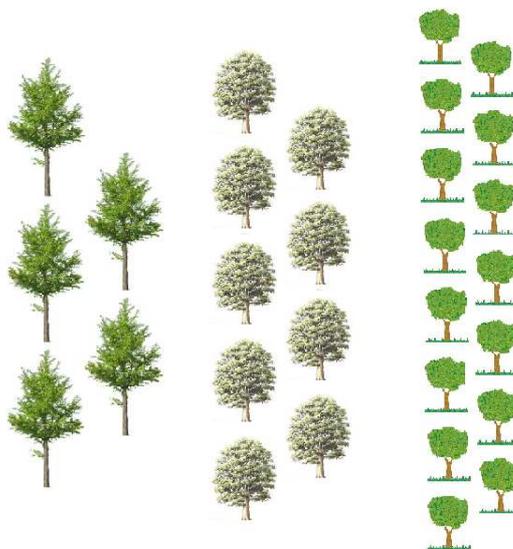
En el cuadro 9. Se puede observar las ventajas y desventajas de este sistema.

Cuadro 9. Ventajas y desventajas de las pasturas en callejones

Ventajas	Desventajas
Bajos costos de establecimiento, debido a que la densidad de siembra es más baja que en los bancos de proteína.	Es necesario aislar el terreno durante un periodo de tiempo prolongado mientras las especies establecidas (plantas perennes) se desarrollan.
Debido a que son los animales quienes ramonean directamente, no requiere mano de obra para el aprovechamiento del forraje.	No se puede establecer más de una especie debido a que los periodos de crecimiento son diferentes.
Las especies perennes que se planten pueden servir como barreras vivas en zonas erosivas.	Las especies forrajeras deben tener similar capacidad de rebrote que la pastura asociada, para evitar la lignificación del pasto.
Contribuyen en la fertilización del suelo, más si son especies leguminosas	

1.5.3.1.6 Barreras rompevientos Son hileras de árboles, arbustos o ambos de diferentes alturas, establecidos en sentido opuesto a la dirección principal del viento (figura 9), su finalidad es reducir la velocidad del viento en la zona cercana al suelo para evitar la pérdida de la fertilidad del suelo por causa de la erosión eólica, además crea un microclima a nivel de finca. En el cuadro 10 se observan las ventajas y desventajas de este sistema.

Figura 9. Arreglo espacial de barreras rompevientos.



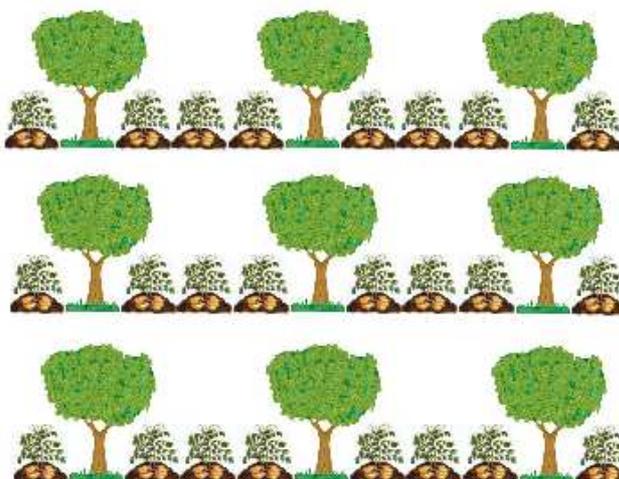
Adaptado de Ojeda et al, 2003.

Cuadro 10. Ventajas y desventajas de las barreras rompevientos

Ventajas	Desventajas
Reduce la velocidad del viento en parcelas con fines agropecuarios.	Mientras se establecen los árboles y/o arbustos hay que protegerlos para que los animales no los dañen.
Regulación del microclima en la parcela.	Es necesario conocer la dirección del viento para que el sistema funcione adecuadamente.
Ayuda a controlar la erosión del suelo.	
Generación de productos adicionales para la venta y el consumo (frutos, semillas, madera, postes, leña, forrajes, entre otros).	

1.5.3.1.7 Cultivos transitorios – árboles Son árboles que están dispersos u organizados estratégicamente dentro del área de cultivos (figura 10), para generar un microclima que favorezca la producción. En el cuadro 11 se pueden ver las ventajas y desventajas de este tipo de arreglo.

Figura 10. Arreglo espacial de cultivos transitorios - árboles.



Adaptado de Ojeda et al, 2003.

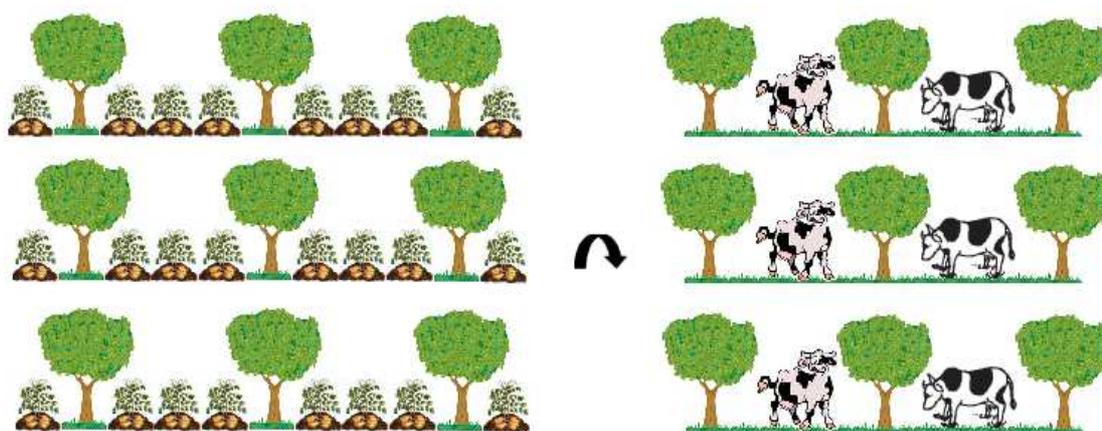
Cuadro 11. Ventajas y Desventajas de de cultivos transitorios - árboles

Ventajas	Desventajas
Bajos costos de establecimiento de los árboles, debido a que la densidad de siembra es baja.	Costos de manejo adicional (plateo, cercado) durante el establecimiento de los árboles.

Las especies perennes que se planten proporcionan ingresos económicos adicionales.	
Contribuyen en la fertilización del suelo, más si son especies leguminosas.	
Regulación del microclima en el cultivo.	
Reduce la velocidad del viento.	
Menor uso de agroquímicos.	

1.5.3.1.8 Cultivos transitorios - árboles – ganado En este tipo de sistema los árboles proporcionan beneficios tanto a los animales como a los cultivos (figura 11), su objetivo es integrar los diferentes componentes en el mismo espacio (ventajas y desventajas cuadro 12).

Figura 11. Arreglo espacial de cultivos transitorios – árboles – ganado.



Adaptado de Ojeda et al, 2003.

Cuadro 12. Ventajas y Desventajas de de cultivos transitorios – árboles – ganado

Ventajas	Desventajas
Bajos costos de establecimiento de los árboles, debido a que la densidad de siembra es baja.	Costos de manejo adicional (plateo) durante el establecimiento de los árboles.
Las especies perennes que se planten proporcionan ingresos económicos adicionales.	Si se realiza una exagerada aplicación de agroquímicos puede ocasionar una intoxicación al ganado.
Contribuyen en la fertilización del suelo, más si son especies leguminosas.	
Regulación del microclima en el cultivo.	
Reduce la velocidad del viento.	
Menor uso de agroquímicos.	

Aprovechamiento de los residuos de cosecha para alimentación del ganado y/o preparación de abonos orgánicos.	
Las especies arbóreas proporcionan sombra a los animales en épocas calurosas y refugio en épocas lluviosas.	
Los tubérculos ayudan a descompactar el suelo después de que salen los animales del terreno.	

En cualquiera de los casos el productor de acuerdo con sus necesidades y las condiciones edafoclimáticas de la región, definirá las distancias de siembra y las especies a sembrar.

2 METODOLOGÍA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La investigación se llevó a cabo en la comunidad campesina de Paletará, Municipio de Puracé Departamento del Cauca. El relieve de la zona forma parte de la cordillera Central, por esta razón la mayor parte del territorio es montañoso; sus tierras se distribuyen en los pisos térmicos frío y de páramo, a una altitud entre los 2900 y 3200 msnm, con una temperatura media anual de 11°C y un promedio de precipitaciones de 1195 mm. En la cuadro 13 y la figura 13 encontramos detalladamente la variación climática para el corregimiento de Paletará.

El siguiente mapa (figura 12) muestra la ubicación del corregimiento de Paletará con respecto a la cabecera municipal del Departamento del Cauca.

Figura 12. Mapa de la zona



Fuente. Google earth.

2.1.1 Balance Hídrico Climático El balance hídrico permite saber que disponibilidad de agua se tiene, analizar los déficits, excedentes, etc. A través de la aplicación de una simple fórmula matemática en la que se tiene en cuenta datos como precipitación, temperatura, radiación, viento, humedad relativa, etc. A continuación se presenta el balance hídrico climático del corregimiento de Paletará: en el cual se puede observar que la zona no presenta déficit de agua.

Cuadro 13. Datos climáticos del corregimiento de Paletará

DEPARTAMENTO		CAUCA	
Estación No. 2601502		Sitio: (Paletará - Puracé)	
Coordenadas Planas			
NORTE - 731232		ESTE - 738232	
		Altitud 2.900 msnm	
Clima: Frío Húmedo		Símbolo: f - H	

Balance hídrico del suelo		Primer trimestre			Segundo trimestre		
		ene	feb	mar	abr	may	jun
Temperatura (C°)		11.3	11.3	11.3	11.4	11.4	10.9
ETP (mm)		53.3	48.3	53.5	52.7	54.5	50.4
Precipitación (mm)		71.8	76.4	84.7	111.7	107.0	117.3
ETR		53.3	48.3	53.5	52.7	54.5	50.4
Déficit (mm)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reserva (mm)	100	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Excedentes (mm)		18.5	28.1	31.1	59.0	52.5	66.9

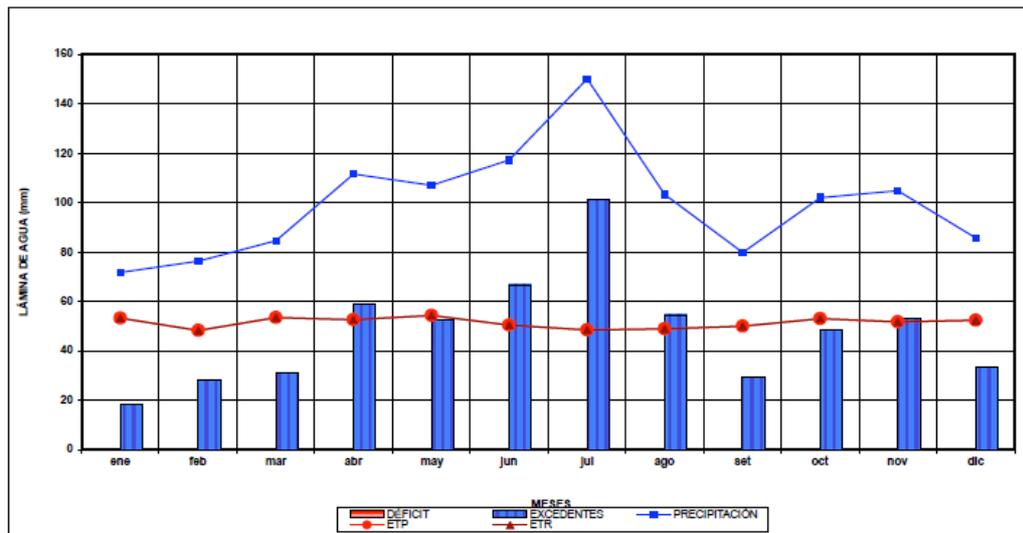
Balance hídrico del suelo		Tercer trimestre			Cuarto trimestre			Reserva máx:
		jul	ago	set	oct	nov	dic	100
Temperatura (C°)		10.3	10.4	10.9	11.2	11.3	11.2	11.1
ETP (mm)		48.6	48.9	50.2	53.2	51.8	52.5	617.9
Precipitación (mm)		150.1	103.5	79.9	102.0	105.0	85.9	1195.2
ETR		48.6	48.9	50.2	53.2	51.8	52.5	617.9
Déficit (mm)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Reserva (mm)	100	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	
Excedentes (mm)		101.5	54.6	29.7	48.8	53.2	33.4	577.3

$$\Sigma \text{ Precipitaciones} = \Sigma \text{ETR} + \Sigma \text{excedentes} \quad 1195.2$$

$$\Sigma \text{ETP} - \Sigma \text{ETR} = \Sigma \text{déficit} \quad 0.0$$

Fuente. Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2009).

Figura 13. Balance hídrico climático del corregimiento de Paletará.



- 1- El área entre la líneas de ETP y ETR, corresponde al déficit
- 2- Donde P está por encima de ETR, corresponde al Almacenamiento en Reserva + Excedentes
- 3- Donde ETR está por encima de P corresponde a la utilización de la reserva del suelo (almacenamiento)

Fuente: Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2009).

Según el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2009), la zona de estudio está localizada en los climas muy frío-muy húmedo, frío-muy húmedo, y frío-húmedo, en general son suelos ácidos, con alta saturación de aluminio, de baja fertilidad, alta susceptibilidad a la erosión, presencia de erosión de severa a ligera y fenómenos de remoción de masa principalmente pata de vaca.

El relieve del clima muy frío-muy húmedo; agrupa las tierras que presentan limitaciones muy fuertes a extremadamente severas para el uso y manejo de los suelos, ya sea por la textura y estructura del suelo, pendientes, drenajes y clima, por lo tanto deben dedicarse a la conservación de los recursos naturales.

Por otro lado el relieve del clima frío-muy húmedo; varía de ligera a fuertemente ondulado con pendientes hasta del 25%; los suelos son muy profundos a muy superficiales, muy fuertemente ácidos a neutros y de fertilidad baja. Presenta limitaciones moderadamente severas debido a una o más, solas o combinadas como la profundidad efectiva superficial, escasa y mala distribución de las lluvias, erosión moderada y susceptibilidad a este fenómeno, media a alta saturación de aluminio, pendientes fuertemente inclinadas, fertilidad baja, moderados contenidos de fragmentos de roca en superficie o nivel freático superficial. Son aptas para pastos y para cultivos densos o de semibosque adaptados a las condiciones climáticas realizando adecuadas prácticas de conservación.

Las tierras que están localizadas en los climas frío-húmedo; son tierras que tienen limitaciones muy severas debido a una o más, solas o combinadas como temperaturas bajas, pendientes escarpadas, profundidad efectiva superficial, erosión severa, frecuentes movimientos en masa, abundantes afloramientos rocosos y pedregosidad superficial, escasa y mala distribución de las lluvias, algunos con alta saturación de aluminio, fuerte acidez y baja fertilidad. Estas tierras tienen aptitud para bosque protector o protector-productor y para conservación de los recursos naturales existentes.

Según estudios realizados por el Grupo de Trabajo Interdepartamental de la FAO (2009) la zona de estudio es sensible al cambio climático, el deterioro ambiental es evidente debido a la escasa cobertura arbórea, suelos deteriorados, contaminación por agroquímicos, entre otros errores de manejo; situaciones que han contribuido a que la región este azotada por heladas, granizadas y fuertes vientos que acaban con los cultivos y la ganadería. Esta situación es preocupante porque la biodiversidad, la seguridad alimentaria, su economía, las fuentes de agua, etc. están en alto riesgo. Por lo tanto esta zona debido a sus funciones en el ciclo del agua, requiere de prácticas de conservación, protección y/o recuperación de los suelos degradados; se recomienda la implementación de sistemas agrosilvopastoriles y un buen manejo agropecuario.

A continuación se presenta un mapa (figura 14) en el cual se pueden ubicar las veredas que fueron objeto de estudio (Rio Negro, Rio Claro y el Depósito).

Figura14. Mapa de Paletará.



Adaptado: Programa conjunto “integración de ecosistemas y adaptación al cambio climático en el macizo colombiano”

Los productores que hicieron parte de este estudio son campesinos de la zona de Paletará, pertenecientes a la asociación ASCAMP (86 familias); quienes con su valiosa colaboración permitieron el desarrollo de este intercambio de saberes y conocimientos.

2.2 INVESTIGACIÓN ACCIÓN PARTICIPACIÓN (I.A.P)

La presente investigación se realizó con el enfoque de la IAP. Este enfoque de investigación y aprendizaje colectivo de la realidad, se basa en un análisis crítico con la participación activa de los grupos implicados, que se orienta a estimular la práctica transformadora y el cambio social.

El método de la investigación-acción participación (IAP) combina dos procesos, el de conocer y el de actuar, implicando en ambos a la población cuya realidad se aborda. Al igual que otros enfoques participativos, la IAP proporciona a las comunidades y a las agencias de desarrollo un método para analizar y comprender mejor la realidad de la población (sus problemas, necesidades, capacidades, recursos), y les permite planificar acciones y medidas para transformarla y mejorarla. Es un proceso que combina la teoría y la praxis, y que posibilita el aprendizaje, la toma de conciencia crítica de la población sobre su realidad, su empoderamiento, el refuerzo y ampliación de sus redes sociales, su movilización colectiva y su acción transformadora.

En cada proyecto de IAP, sus tres componentes se combinan en proporciones variables. a) La *investigación* consiste en un procedimiento reflexivo, sistemático, controlado y crítico que tiene por finalidad estudiar algún aspecto de la realidad con una expresa finalidad práctica. b) La *acción* no sólo es la finalidad última de la investigación, sino que ella misma representa una fuente de conocimiento, al tiempo que la propia realización del estudio es en sí una forma de intervención. c) La *participación* significa que en el proceso están involucrados no sólo los investigadores profesionales, sino la comunidad destinataria del proyecto, que no son considerados como simples objetos de investigación sino como sujetos activos que contribuyen a conocer y transformar su propia realidad. (Zabala y Eizagirre 2000).

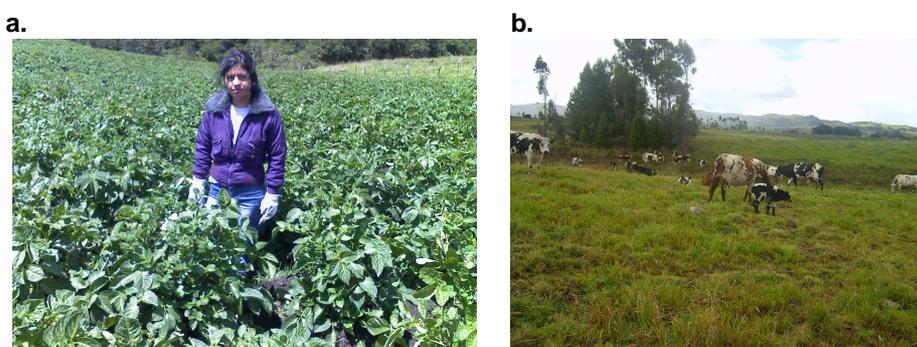
2.3 PROCESO DE INVESTIGACIÓN

2.3.1 Caracterización y análisis mediante indicadores de sustentabilidad

Inicialmente se efectuaron reuniones participativas con los productores de la asociación ASCAMP, los cuales amablemente aceptaron abrir sus puertas y compartir sus conocimientos productivos; en las cuales se estableció la forma como se desarrollaría el trabajo, se dialogó sobre la importancia de buscar alternativas de solución para mitigar los problemas generados por el cambio climático en la zona, además se estableció en el cronograma de actividades las fechas en las cuales los habitantes de cada vereda podían realizar las visitas de campo y los talleres de autodiagnóstico.

Se realizaron visitas de campo (ver figura 15) con las personas de la comunidad en cada una de las veredas Rio Negro, Rio Claro y el Deposito pertenecientes a la zona de trabajo, en los cuales se observó el entorno, determinando los efectos que el cambio climático ha causado en la región, las diferentes especies forestales y cultivos que hacen parte de la zona y el manejo que se les da; principalmente se prestó atención al manejo y la interacción que tiene el sistema ganado-papa.

Figura 15. Visitas de campo (a. visita al cultivo de papa, b. visita a los poteros).



Mediante herramientas del diagnóstico rural participativo se logró la integración comunitaria, se establecieron los factores negativos y positivos que se tienen a nivel interno y externo mediante una matriz DOFA trabajada en un taller, donde además se plantearon y calificaron los indicadores de sustentabilidad que permitan visualizar de manera objetiva las falencias y posibles soluciones a los problemas encontrados.

La calificación de los indicadores de sustentabilidad, se realizó de la siguiente forma (ver cuadro 14).

Cuadro 14. Forma de calificación para medir el nivel de sustentabilidad

CALIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN
5	Cumple plenamente.
4	Está bien pero falta.
3	Situación regular, hay resultados y acciones evidentes.
2	Situación crítica, hay acciones en marcha sin resultados evidentes.
1	No cumple.

La representación gráfica (biograma) de los indicadores de sustentabilidad se realizó mediante una metodología que permite estimar el nivel de desarrollo sostenible de un territorio, se sustenta en una visión multidimensional e intertemporal del desarrollo concebido como resultante de la interacción de aspectos ambientales, económicos y sociales; puede expresarse en una imagen de telaraña que refleja, en una figura radial, el grado de sostenibilidad del territorio analizado. El biograma procura ser una herramienta potente, flexible y de fácil manejo aplicable a la gestión de los territorios rurales.

2.3.2 Elaboración de la propuesta Con base en la información suministrada por la comunidad durante las reuniones, visitas de campo y talleres, las sugerencias por parte de los productores de la región y la revisión bibliográfica que se efectuó; se procedió a elaborar una propuesta integral de los sistemas de producción ecoamigable con el ambiente. Para la elaboración de la propuesta se hizo uso de programas tales como microsoft word (para la elaboración del cuerpo de la propuesta) y paint (para la elaboración de los diseños o arreglos espaciales).

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS

Un sistema de producción es un conjunto de actividades que un grupo humano (por ejemplo, la familia campesina) organiza, dirige y realiza, de acuerdo a sus objetivos, cultura y recursos, manejando prácticas en respuesta al medio ambiente físico, en donde utiliza los recursos de la naturaleza optimizando su producción con destino a la actividad humana, en lo posible deben tener un manejo amigable con el ambiente que les permita ser sustentables, no contaminantes, con bajo consumo de materia o energía (www.mitecnologico.com).

3.1.1 Caracterización de los componentes trabajados (Forestal, Pecuario, Agrícola) A continuación se describe cada uno de los componentes

3.1.1.1 Componente Forestal En general se encontró que los productores no hacen ningún tipo de manejo a este sistema, muchos de los árboles estaban ahí cuando adquirieron los predios, por lo cual no tienen ningún tipo de arreglo espacial. Se hallaron varias especies nativas (ver cuadro 15) las cuales no tienen acogida entre los habitantes porque son de lento crecimiento, es decir, se demoran mucho tiempo en brindarles beneficios, desanimándolos y evitando su cultivo y propagación.

Cuadro 15. Especies forestales y cultivos encontrados en la zona de estudio.

Especies forestales	Cultivos
Nogal (<i>Juglans neotropica</i>), Encenillo (<i>Weinmannia pubescens</i>), Cerote (<i>Hesperomeles glabrata</i>), Chilco (<i>Escallonia paniculata</i>), Pepo (<i>Solanum ovalifolium</i>), Mano de oso (<i>Oreopanax floribundum</i>), Estoraque (<i>Myroxylon balsamum Harms</i>), Laurel (<i>Morela pubescens</i>), Helecho de árbol (<i>Cibotium spp.</i>), Pino silvestre Colombiano (<i>Podocarpus oleifolius</i>),	Fresa (<i>Fragaria spp.</i>), Curuba (<i>Passiflora sp.</i>), Uchuva (<i>Physalis peruviana L.</i>), Papa (<i>Solanum tuberosum L.</i>), Ulluco (<i>Ullucus tuberosus</i>), Majua (<i>Tropaeolum tuberosum</i>), Haba (<i>Vicia faba</i>), trucha (<i>Oncorhynchus mykiss</i>).

<p>Hueso (<i>Buddleja bullat</i>), Jigua (<i>Ocotea sp.</i> - <i>Nectandra sp.</i>), Carrizo (<i>Phragmites australis</i>), Cacho de venado (<i>Oreopanax xalapensis</i>), Mortiño (<i>Miconia theaesans</i>), Bodoquero (<i>Monnina phytolacaefolia</i>), Cucharo (<i>Clusia sp.</i>), Aliso (<i>Alnus acuminata</i>), guarango (<i>Mimosa quitensis</i>), Sauco (<i>Sambucus nigra L.</i>), lechero (<i>Euphorbia laurifolia</i>), Acacia (<i>Acacia melanoxyl</i>, <i>Acacia mearsii</i>, <i>Acacia decurrens</i>), Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>), entre otras.</p>	<p>Pastos: Kikuyo (<i>Penisetum clandestinum</i>), Ray Grass Italiano (<i>Lolium multiflorum</i>), Rabo de Zorro (<i>Andropogon sp.</i>), Poa (<i>Poa pratensis</i>), Grama (<i>Paspalum sp.</i>), Azul Ochoro (<i>Dactylis glomerata</i>), Trébol (<i>Trifolium repens</i>), Penacho.</p>
---	---

Fuente: Productores de la zona.

Algunos de los productores de la zona obtuvieron buenos resultados cuando ingresaron especies arbóreas, tales como: Eucalipto, Acacia Maderable y Ornamental y Pino pátula y ciprés. A los tres años de plantados adquirieron grandes beneficios como son madera, leña, sombra, etc.

3.1.1.2 Componente Pecuario: Los productores de la zona (usuarios asociación ASCAMP, 86 familias) manejan ganado doble propósito normando (*Bos taurus*) con tendencia a la producción de leche, con una producción promedio de 5 a 6 litros de leche diarios (ordeño en horas de la mañana), el manejo que se le realiza es extensivo de baja o nula rotación, la mayoría de los potreros no cuentan con bebederos artificiales, no llevan registros (sanitarios, productivos, reproductivos, por animal, etc.), siguen planes de vacunación, hay problemas de erosión por “pata de vaca”, la recuperación del pasto es algo difícil por tal razón la nutrición de los animales es algo deficiente; incluso en otros casos algunos productores han secado humedales (ver figura 16) para poder establecer praderas y por lo tanto la inversión en establecimiento y mantenimiento de pastos es alta.

Así mismo, la producción de leche se ha convertido en un dinamizador de la economía de las familias; impulsando a los campesinos a enfrentar nuevos retos y escalas productivas, por esta razón, se implementaron buenas prácticas de ordeño y se asociaron para poder comercializar la leche; esta labor es muy importante y dan su primer paso para continuar con el proceso de cambio.

Figura 16. Finca las Acacias, antiguo humedal.



La cadena de producción de la leche comienza en horas de la mañana cuando después del ordeño el carro recolector (camión) hace el recorrido por las fincas que pertenecen a la asociación ASCAMP y recoge las tinas en cada una de ellas; de ahí son llevadas al acopio (figura 17), donde se le realizan una serie de pruebas para analizar la calidad de la leche, finalmente la producción llega a su destino final que es la empresa Alpina.

Figura 17. Acopio de leche.



3.1.1.3 Componente Agrícola: Cuentan con diferentes cultivos como son fresa, uchuva, curuba, los cuales en la mayoría de los casos se pierden o se utilizan para el consumo familiar (figuras 18a, 18b, 18c, 18d). El cultivo de papa

(figura 19) se realiza “al partido”, es decir la siembran en compañía de otro productor; uno proporciona la tierra, mano de obra y el otro la semilla y los insumos necesarios; en el momento de cosecharla cada uno se encarga de recolectar su parte. Este cultivo es altamente dependiente de insumos externos tales como fertilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas, nematicidas, los cuales se aplican generalmente de forma indiscriminada, constante y continua; además en la mayoría de los casos se aplican diferentes productos para atacar determinada plaga o enfermedad y finalmente poseen los mismos ingredientes activos con lo cual se ve afectado notablemente los macro y microorganismos benéficos del suelo, los costos de producción son altos y la contaminación es inevitable porque los desechos de los productos que se utilizan en el cultivo son arrojados dentro de los mismos lotes de producción.

Figura 18. Diferentes cultivos producidos en la zona (a. Cultivo de fresa, b. Fresas listas para cosechar, c. Cultivo de curuba, d. Frutos de uchuva).



Figura 19. Finca El Recreo, cultivo de papa.



La situación ambiental es algo preocupante, se acabó con parte de los bosques para poder extender la frontera agropecuaria, la biodiversidad se ha visto afectada debido al mal manejo que se le dan a los agroquímicos, cuentan con varios nacimientos de agua aunque están un poco desprotegidos. Por otro lado la situación económica es buena porque los productores de la zona están asociados y tienen un mercado estable para la venta de la leche, generándoles un flujo de caja constante, además de los ingresos que les generan el cultivo de papa. El siguiente cuadro muestra el valor del litro de leche:

CONCEPTO	TOTAL
PRECIO COMPETITIVO (ENERO 16 - JULIO 30 DE 2007)	\$ 633,00
BONIFICACIÓN POR CALIDAD COMPOSICIONAL	\$ 9,55
BONIFICACIÓN POR CALIDAD HIGIÉNICA	\$ 25,00
BONIFICACIÓN POR CALIDAD SANITARIA	\$ 20,00
DESCUENTO POR TRANSPORTE	-\$ 41,00
PRECIO NETO A PAGAR \$/ LITRO	\$ 646,55
Con un crecimiento anual de \$5.	

Fuente: Productores de la zona

3.2 ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD Y VULNERABILIDAD

Como resultado de la situación encontrada en la zona y el análisis que se realizó durante los talleres de autodiagnóstico en los que se trabajó con herramientas del Diagnóstico Rural Participativo, se obtuvo la matriz DOFA, con los resultados que se presentan a continuación (cuadro 16):

Cuadro 16. Matriz DOFA

	Negativas Factores de riesgo	Positivas Factores de éxito
Circunstancias internas	<p>Debilidades:</p> <p>Falta de compromiso de algunos productores. Excesivo uso de agroquímicos que contaminan el medio ambiente. Mal manejo de la tierra.</p> <p>Algunos productores dejan perder ciertos productos, no los cosechan.</p>	<p>Fortalezas:</p> <p>Están organizados (asociación ASCAMP), buena relación social entre productores. Algunos productores están empezando a cambiar la forma de pensar, es decir se están basando en la ideología conservar produciendo y producir conservando.</p> <p>En la zona hay presencia de nacimientos y fuentes de agua.</p>
Circunstancias externas	<p>Amenazas:</p> <p>Conflicto armado presente en la región. El cambio climático está afectado la región.</p>	<p>Oportunidades:</p> <p>La comercialización de la leche se realiza a través del acopio con alpina.</p>

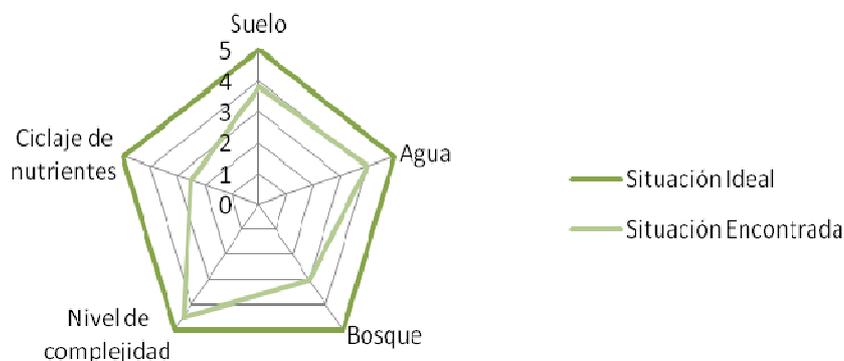
Con base en la información recolectada con las personas de la comunidad durante las diferentes visitas de campo que se hicieron en la zona, se procedió a plantear y calificar indicadores de sustentabilidad que permitieran visualizar de manera objetiva las falencias y posibles soluciones a los problemas encontrados; además esta herramienta de trabajo complementa la información obtenida en la matriz DOFA.

Por lo tanto estas herramientas generan información valiosa para la elaboración de la propuesta en donde lo más importante es realizar un manejo integral de los sistemas productivos, para minimizar los impactos negativos sobre el medio ambiente, disminuir la dependencia de insumos externos, mejorar la sanidad de plantas y animales, aumentar el ciclaje de nutrientes, etc. Los resultados obtenidos en los indicadores se presentan a continuación en los cuadros 17, 18 y 19, cada uno con su representación esquemática (figuras 20, 21, 22). En la figura 23 se puede observar el resumen de los indicadores evaluados.

Cuadro 17. Indicadores ambientales

SISTEMA GANADO – PAPA			
Indicador	Estado actual		Plan de acción
	Descripción	Nota	
Suelo	Algunos potreros presentan encharcamiento y problemas de erosión por “pata de vaca”. Se realiza rotación de potreros, siembra de papa para disminuir la compactación.	3.8	La implementación de sistemas agrosilvopastoriles permite el ciclaje de nutrientes y por ende ayudan a fertilizar naturalmente el suelo.
Agua	Varios de los predios o fincas que conforman la zona de estudio cuentan con fuentes naturales de agua; la protección de estas es bastante buena, aunque falta en algunos casos.	4.0	Es importante que las personas tomen conciencia y ayuden a preservar y cuidar los nacimientos de agua
Bosque	El área en bosques es muy mínima en esta zona; ya que en muchos casos se acabo con los bosques para poder extender la frontera agropecuaria, además la demanda de leña es mayor que la reposición.	3.0	Es recomendable que se protejan las áreas donde hay bosques naturales y se promueva la siembra de árboles.
Nivel de complejidad	El ordeño es realizado mediante buenas prácticas de ordeño y se evita al máximo colocar los animales bajo condiciones de estrés. La producción es destinada a la comercialización y en algunos casos un porcentaje pequeño es destinado a la transformación.	4.5	Se recomienda continuar con las buenas prácticas de ordeño e implementar otras acciones para que aumente la complejidad de otros sistemas.
Ciclaje de nutrientes	El sistema cuenta con un sistema deficiente de reciclaje y reutilización de los excrementos y de los residuos de cosechas. No se realiza ningún tipo de abono orgánico con estos, pero se dejan los residuos de papa en los lotes para que estos sean incorporados al suelo.	2.5	Es aconsejable fortalecer el ciclaje de nutrientes a través de diferentes técnicas.

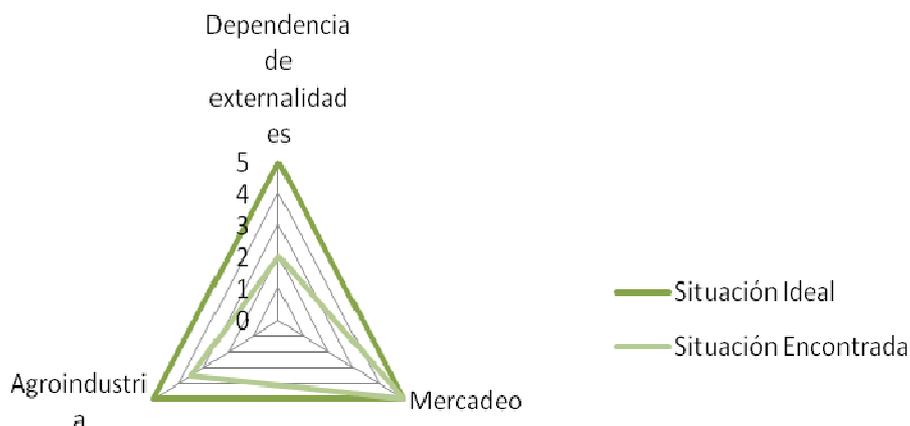
Figura 20. Representación grafica de los indicadores ambientales.



Cuadro 18. Indicadores socioeconómicos

SISTEMA GANADO – PAPA			
Indicador	Estado actual		Plan de acción
	Descripción	Nota	
Dependencia de externalidades	El sistema ganado-papa tiene una alta dependencia de insumos externos como son vacunas, medicamentos, pesticidas, insecticidas, plaguicidas, fertilizantes, etc.	2.0	Es importante hacer un manejo integral de la unidad productiva con el fin de evitar al máximo los insumos externos.
Mercadeo	La comercialización de la leche se realiza mediante el acopio a alpina, la papa y algunos productos que se siembran a mediana escala como son el ulluco, el haba, etc. Son comercializados en Popayán, los productos cosechados de las huertas familiares son para el autoconsumo.	5.0	El fortalecimiento de la comercialización es importante para continuar con el desarrollo de la zona.
Agroindustria	En algunos casos se destina cierto porcentaje de leche para la elaboración de quesos, dándole un valor agregado a esta.	3.5	

Figura 21. Representación grafica de los indicadores socioeconómicos.

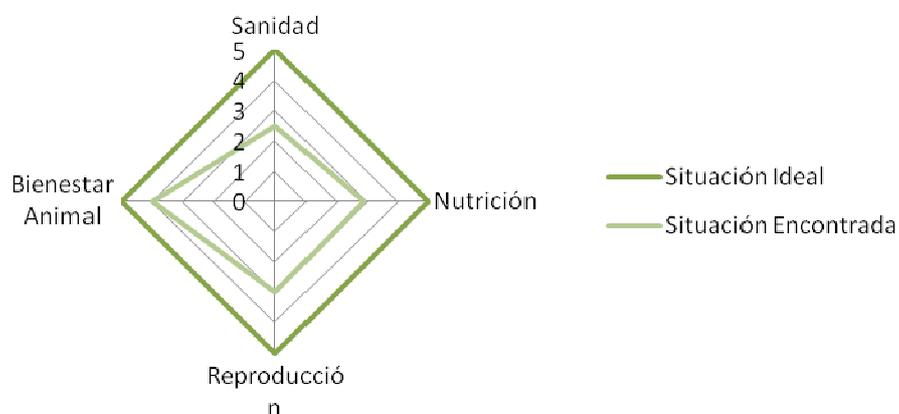


Cuadro 19. Indicadores técnico-productivos

SISTEMA GANADO – PAPA			
Indicador	Estado actual		Plan de acción
	Descripción	Nota	
Sanidad	<p>En general los animales presentan buen estado sanitario, algunos pequeños problemas que se presentan son tratados mediante medicamentos comerciales recomendados por las casas agropecuarias.</p> <p>El estado sanitario de la papa es bastante crítico ya que se sigue cierto protocolo de aplicación de agrotóxicos recomendado por cada casa agrícola; incluso aunque el cultivo no presente problemas de infestación.</p>	2.5	Es recomendable hacer un manejo integrado de plagas y enfermedades para evitar los elevados costos de producción y la contaminación elevada que los agroquímicos generan al medio ambiente.
Nutrición	Los animales reciben sal mineralizada y se alimentan básicamente de los diferentes pastos que hay en los potreros, por otro lado los diferentes cultivos son fertilizados periódicamente.	2.9	Es importante la implementación de sistemas agrosilvopastoriles y el buen manejo de praderas para que así en épocas de escasez los animales no padezcan la falta de alimento.

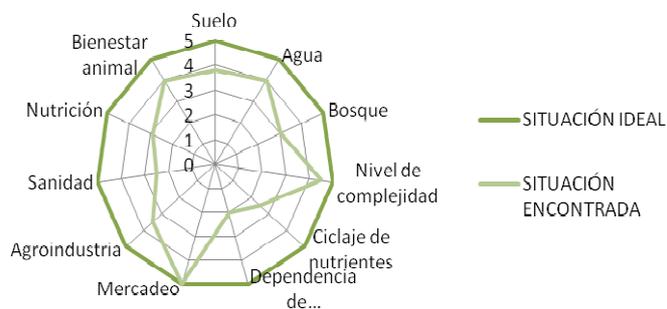
			Los excrementos y desechos de cosechan pueden ser transformados en abonos orgánicos para poder abonar los diferentes cultivos.
Reproducción	Algunos productores utilizan métodos como la inseminación artificial, pero en otros casos utilizan un reproductor que cambian cada dos años. No llevan registros de ninguna índole.	3.0	Se recomienda llevar registros, así se tendrá mayor control sobre la unidad productiva.
Bienestar animal	Los animales permanentemente permanecen en los potreros, aunque hay pocos árboles que les brinden sombra y refugio.	4.0	Es importante establecer árboles dentro de los potreros con el fin que se les brinde a los animales mayor confort.

Figura 22. Representación grafica de los indicadores técnico-productivos.



En resumen se encontró que las mayores fortalezas están en los indicadores: suelo, agua, nivel de complejidad, mercadeo y bienestar animal; y las limitaciones en los indicadores: ciclaje de nutrientes, dependencia de externalidades, sanidad y nutrición. La siguiente representación grafica (biograma) muestra la interacción entre todos los indicadores.

Figura 23. Biograma, resumen indicadores.



3.2.1 Entradas y Salidas del Sistema Ganado-Papa Permite visualizar de manera clara y sencilla cuales son las entradas y salidas del sistema; pudiéndose notar que son varias las entradas que no se pueden controlar pero que si se quiere se pueden manejar a través de la implementación de sistemas integrados de producción agropecuarios, además la dependencia de externalidades es alta y no se aprovechan, ni se valoran los desechos de cosecha y el estiércol. Por otro lado el grafico (ver figura 24) muestra los impactos negativos sobre el medio ambiente que genera el sistema ganado-papa, debido a un manejo inadecuado por parte de los productores.

Figura 24. Entradas y salidas del sistema Ganado-Papa.

<p>Entradas No Controladas:</p> <p>Energía solar Precipitación Vientos Temperatura</p> <p>Entradas Controladas:</p> <p>Fertilizantes Agroquímicos Mano de obra Vacunas y medicamentos</p> <p>Interferencias</p> <p>Plagas y enfermedades en el cultivo de papa Malezas</p>		<p>Salidas Valoradas:</p> <p>Leche Carne Papa</p> <p>Salidas No Valoradas:</p> <p>Materia orgánica (Desecho de cosechas y estiércol)</p> <p>impactos (+)</p> <p>Generación de empleo e ingresos al productor</p> <p>impactos (-)</p> <p>Erosión Desecamiento de humedales Contaminación por agroquímicos</p>
---	--	--

3.2.2 Síntesis del sistema ganado-papa Después de realizar las salidas de campo, talleres y reuniones con los productores y sus familias; se llegó a la conclusión de que todas las herramientas (encuesta de caracterización, indicadores, matriz DOFA) que se trabajaron se complementan entre si, lo cual permitió abordar muchos aspectos. El resumen se presenta enseguida (cuadro 20):

Cuadro 20. Síntesis del sistema ganado-papa.

SISTEMA GANADO-PAPA	
SUSTENTABILIDAD	Se utiliza la siembra de papa como método para des compactar el suelo antes de sembrar nuevamente pastos para la alimentación del ganado. Esto ocurre cada dos años.
FORTALEZAS	<p>Las personas de la comunidad están organizadas, conforman la asociación ASCAMP.</p> <p>Tienen su propio acopio de leche, manejan ganado doble propósito, tienen buenas prácticas de ordeño.</p> <p>El flujo de caja es constante debido a la venta de leche.</p> <p>Los animales generan un ahorro a mediano y largo plazo.</p> <p>Los costos de producción del sistema pecuario son algo bajos porque la mano de obra es familiar.</p> <p>La incidencia de enfermedades y parásitos en el ganado es baja.</p> <p>La zona cuenta con varias fuentes pequeñas de agua, tiene belleza paisajística.</p> <p>Comercializan la papa, la leche, los ullucos entre otros productos, además transforman parte de la leche en queso para autoconsumo o para la venta.</p>
DEBILIDADES	<p>Se presentan algunos problemas de erosión, desecación de humedales, alto uso de agroquímicos, poca protección de nacimientos y fuentes de agua, falta de educación ambiental, inadecuado uso y manejo del suelo, en general hay un inadecuado manejo de los residuos de agroquímicos, existen falencias en la protección de la biodiversidad.</p> <p>A veces dejan perder los productos, no los aprovechan.</p> <p>No llevan registros (sanitarios, productivos, etc).</p> <p>La producción de leche es baja aunque la calidad es muy buena.</p> <p>La capacidad de carga es baja.</p> <p>Los abrevaderos son directamente en las fuentes de agua o canales abiertos generando contaminación.</p> <p>En épocas de escasez las alternativas de alimentación para el ganado son pocas o nulas.</p> <p>Poca capacitación técnica.</p>
VULNERABILIDAD	La región es vulnerable a heladas, granizadas y fuertes vientos, además sus suelos están bastante deteriorados.

La población rural perteneciente al corregimiento de Paletará, está constituida principalmente por familias que se dedican a la producción de papa y leche; los cuales no generan los suficientes ingresos para satisfacer sus necesidades básicas. Por tal razón es necesario buscar alternativas que hagan posible aumentar y variar la producción de alimentos durante todo el año; la diversificación de las unidades productivas con diferentes cultivos transitorios y especies arbóreas es una alternativa que permite desarrollar sistemas de producción económicamente rentables, además proporciona los instrumentos necesarios para la transición de una agricultura de subsistencia a una basada en el uso racional de los recursos productivos.

La diversificación de cultivos en una finca es muy importante, no solo minimiza la incidencia de plagas y enfermedades en las plantas sino que también ofrece a la familia campesina seguridad alimentaria (disponibilidad suficiente y estable de alimentos, el acceso y el consumo oportuno y permanente de los mismos en cantidad, calidad e inocuidad, por parte de todas las personas, bajo condiciones que permitan su adecuada utilización biológica para llevar una vida saludable y activa).

Por otro lado la diversificación arbórea cumple diversos propósitos (resolución 0074 de 2002 Ministerio de Agricultura y desarrollo social, para sistemas de producción agropecuaria ecológica), desafortunadamente la formación que se ofrece actualmente está basada en modelos de producción intensivos, con alta dependencia de insumos externos; omitiéndose el conocimiento ancestral y el impacto ambiental generado a mediano y largo plazo. Es por esto que se debe retomar prácticas ecoamigables con el ambiente, entre las cuales se encuentra, ayudar a conservar las especies arbóreas que aun están presentes en los predios y pasar de una pradera sin árboles a una pradera con árboles (las especies arbóreas y arbustivas contribuyen en la mitigación del cambio climático a través de los diferentes beneficios que ofrecen).

Los árboles dentro de un sistema productivo agropecuario, son muy importantes porque (www.probosque.com):

Ayudan a regular el clima: Amortiguan los valores extremos de temperatura del aire y modifican la cantidad de radiación solar que llega a la superficie terrestre, a través de la absorción y refactación de los rayos solares en sus hojas: esta función depende directamente del tipo de follaje, su densidad y el patrón de ramificación de cada una de las especies. Durante el día la temperatura es mayor sobre el dosel del de los árboles que en la superficie terrestre por lo que el tiempo de calentamiento del suelo es lento: por el contrario, durante la noche el calor

retenido bajo el dosel se pierde lentamente, lo que constituye un amortiguador térmico que impide variaciones abruptas.

Amortiguan la contaminación: A través de la fotosíntesis que realizan las hojas, el árbol atrapa el CO₂ de la atmósfera y lo convierte en oxígeno puro, enriqueciendo y limpiando el aire. Se estima que una hectárea de suelo con árboles sanos y vigorosos produce en un año suficiente oxígeno para cuarenta personas; la misma superficie arbolada consume en el mismo lapso de tiempo todo el CO₂ producido por un automóvil en un año. Además los árboles también filtran las corrientes de viento a través de su follaje, las hojas permiten el paso del aire, reduciendo considerablemente su lodicidad y filtrando los polvos, cenizas, humos, esporas, y de más partículas suspendidas e impurezas que arrastra el viento; las especies con hojas pubescentes y cortezas rugosas favorecen aún más la captura de dichas partículas.

Protegen el suelo: Los árboles detienen el suelo con sus raíces, las copas frondosas frenan la energía cinética del agua de lluvia, provocando un escurrimiento lento sobre los tallos y las ramas, simultáneamente el amortiguamiento del impacto de la lluvia protege al suelo de la erosión a la vez que favorece la infiltración del agua.

Son precursores de la biodiversidad: Los árboles forman comunidades con una alta diversidad biológica; muchas de las especies arbóreas han coevolucionado con los insectos, aves (polinizadoras y dispersoras de frutos y semillas) y microorganismos del suelo como hongos y bacterias, con quien establecen relaciones simbióticas permanentes. Estos ofrecen hábitats para la fauna favoreciendo el crecimiento de poblaciones de especies existentes y el ingreso de nuevas especies animales y vegetales, incrementándose con ello la biodiversidad del sitio.

Generan visión paisajística: Los árboles y arbustos poseen características como color, textura, talla, forma y follaje, que los convierten en elementos integrales de la arquitectura, tanto dentro de las construcciones como en los espacios abiertos, y de estas depende la utilización.

3.3 RUTA DE TRANSICIÓN AGROECOLÓGICA

El cambio climático y sus efectos negativos sobre los sistemas agropecuarios se presentan como un desafío para los productores de la zona de estudio y sus familias, en donde los esfuerzos de las personas que viven en esta región del país se suman para reducir la pobreza, la desigualdad socio-económica, los riesgos y desastres naturales, aumentar la resiliencia de los agroecosistemas y por supuesto, la conservación de sus bienes y servicios.

La adaptación al cambio climático se debe realizar para minimizar los efectos negativos y/o posibles daños ocasionados sobre los sistemas agropecuarios, naturales y humanos o por el contrario potencializar los efectos positivos. La adaptación implica un proceso de ajuste sostenible y permanente en respuesta a los nuevos y diferentes eventos ambientales que pueden presentarse.

Frente al cambio climático, las medidas de adaptación están pensadas para tomar ventaja de las oportunidades y/o combatir las consecuencias, además de responder a las necesidades, oportunidades, fortalezas y prioridades identificadas en la evaluación de vulnerabilidad de los sectores productivos, los recursos naturales y la población.

Por razones biofísicas, financieras, sanitarias y de calidad, es urgente la transformación de la actividad agropecuaria con enfoques de competitividad y de sostenibilidad ambiental en la región. El paisaje agrosilvopastoril es una alternativa ya que alberga una diversidad de elementos con distintas propiedades funcionales asociadas a los flujos de energía y de nutrientes del agroecosistema (Altieri y Nicholls, 2000).

Es evidente que la variedad y la presencia de varios estratos en los sistemas agrosilvopastoriles, mejoran la productividad de las praderas y cultivos aumentando la calidad de estos, mejorando la biodiversidad de la microfauna benéfica, etc. en comparación con los sistemas tradicionales de producción (Altieri y Nicholls, 2000).

Los sistemas agrosilvopastoriles aumentan la disponibilidad u oferta de forraje, lo cual induce a los animales a incrementar el consumo voluntario, por lo tanto la ganancia de peso y la producción de leche son mayores que en los sistemas tradicionales en los que no se tienen árboles y/o arbustos asociados. Además el uso de franjas diarias de pastoreo y adecuados periodos de descanso y ocupación de los terrenos, son un punto clave para el mantenimiento de las praderas y disminución del impacto negativo sobre el suelo (Giraldo, 1996).

En la región se encontró gran variedad de especies arbóreas nativas, las cuales deben conservarse y ayudarse a propagar a pesar de que estas no tengan muy buena acogida por parte de algunos productores. Por otro lado la actitud que han adoptado algunos productores de la zona frente al cambio climático es algo que se debe resaltar debido a que implementaron técnicas que les han permitido amortiguar los efectos negativos que el clima ha tenido en los últimos años (ver figura 25, implementación de especies arbóreas).

Figura 25. Implementación de especies arbóreas en el sistema ganado-papa (a. Presencia de especies arbóreas en el cultivo de papa, b. Árboles presentes en potreros).



3.4 ARREGLOS TEMPORALES Y ESPACIALES DE SIPAS PARA ZONAS ALTO ANDINAS

Con el propósito de mitigar los efectos negativos que el cambio climático ocasiona sobre el componente pecuario y el agrícola, se proponen diferentes arreglos temporales y espaciales que permitan minimizar el uso de agroquímicos, generen mayor bienestar a los animales, ayuden en la conservación de suelo y fuentes naturales de agua, proporcionen ingresos adicionales a las familias, entre otros beneficios que brindan los SIPA.

Para la implementación de especies arbóreas en el sistema ganado-papa, se debe tener en cuenta inicialmente el tipo de arreglo espacial que se va a realizar tales como: cercas vivas, barrera rompevientos, árboles dispersos en potreros, entre otros; de igual manera las especies aptas para el cultivo en la zona de acuerdo con las condiciones edafoclimáticas, las distancias de siembras para la optimización de acuerdo con las necesidades y los objetivos propuestos por el productor. Para el trasplante de los árboles es indispensable el retiro total de la bolsa en que se conserva para permitir el adecuado desarrollo de la raíz y su sujeción y/o arraigamiento al suelo.

A continuación se puede observar diferentes tipos de arreglos propuestos los cuales incluyen especies arbóreas nativas e introducidas:

3.4.1 Arreglo Espacial 1 Este arreglo en cerca viva es propuesto para terrenos planos, ondulados y ligeramente quebrados, el cual incluye especies arbóreas tales como *Eucalyptus globulus*, *Acacia melanoxyl* y *Euphorbia laurifolia*; estas aportan sombra y refugio al ganado, forraje, leña, madera y además contribuyen en el ciclaje de nutrientes. En el punto 3.5.3, 3.5.4 y 3.5.6, se encuentra la información acerca de estas especies. Las figuras 26 y 27 presentan el arreglo 1 visto de perfil y planta respectivamente. Para la implementación de este arreglo espacial en una hectárea se necesitan 20 árboles de *Acacia melanoxyl*, 20 árboles de *Eucalyptus globulus* y 120 árboles de *Euphorbia laurifolia*.

Figura 26. Arreglo espacial 1 (cerca viva), vista de perfil.

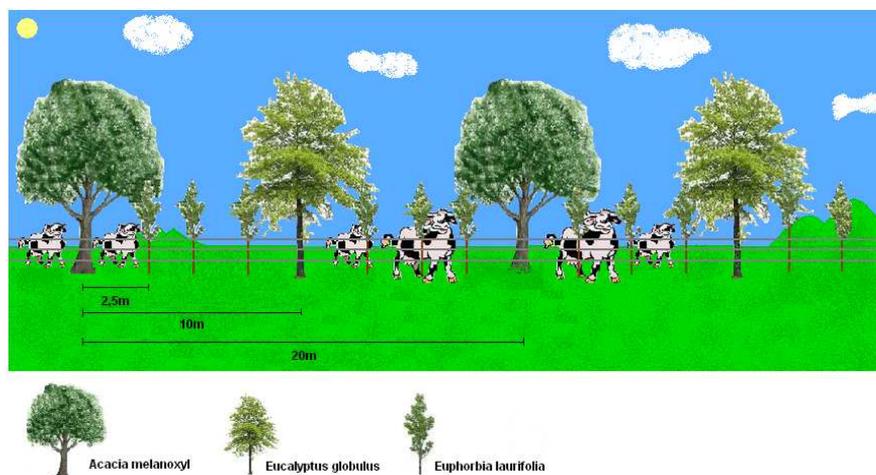


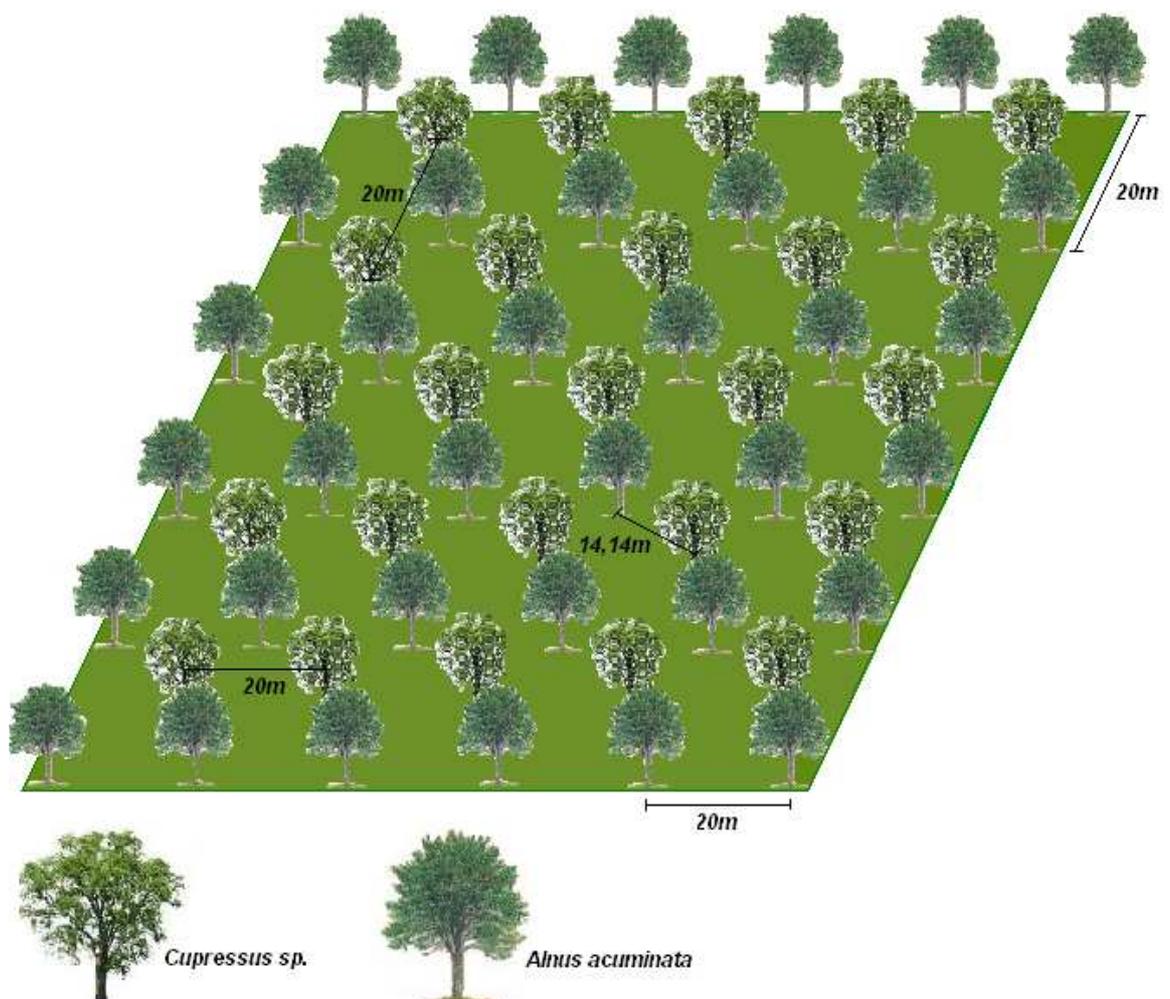
Figura 27. Arreglo espacial 1 (cerca viva), vista de planta.



3.4.2 Arreglo Espacial 2 Este arreglo se propone para terrenos con cualquier tipo de topografía, las especies a utilizar son *Alnus acuminata* y *Cupressus sp.* ó *Pinus patula*; las cuales se encontraran dispersas en el potrero. Estas especies proporcionan al ganado sombra y refugio, además el aliso fija nitrógeno al suelo y aporta forraje. En los puntos 3.5.1, 3.5.2 y 3.5.7 se puede observar las condiciones de adaptación y aportes de cada una de las especies propuestas; en la figura 28 se puede ver el diseño del arreglo 2.

Para implementar este arreglo se necesitan 36 árboles de *Alnus acuminata* y 25 árboles de *Cupressus sp.* ó *Pinus patula*; la siembra es a tres bolillos con una distancia de 20m entre árboles y 10m entre surcos.

Figura 28. Arreglo espacial 2 (árboles dispersos en potreros), vista de planta.



3.4.3 Arreglo Espacial 3 Este arreglo de barreras rompevientos, se propone trabajarlo en terrenos ondulados a quebrados, con especies arbóreas tales como *Juglans neotropica*, *Acacia sp.* y *Alnus acuminata*; las cuales ayudan a fertilizar el suelo, aportan madera, leña, evitan la erosión, etc. La información acerca de estas especies arbóreas se halla en los puntos 3.5.4, 3.5.7 y 3.5.8; los diseños vistos de perfil y planta se observan a continuación (figuras 29 y 30). Se necesitan 54 árboles de *Alnus acuminata*, 12 árboles de *Acacia sp.* y 4 árboles de *Juglans neotropica* por hectárea.

Figura 29. Arreglo espacial 3 (barrera rompevientos), vista de perfil.

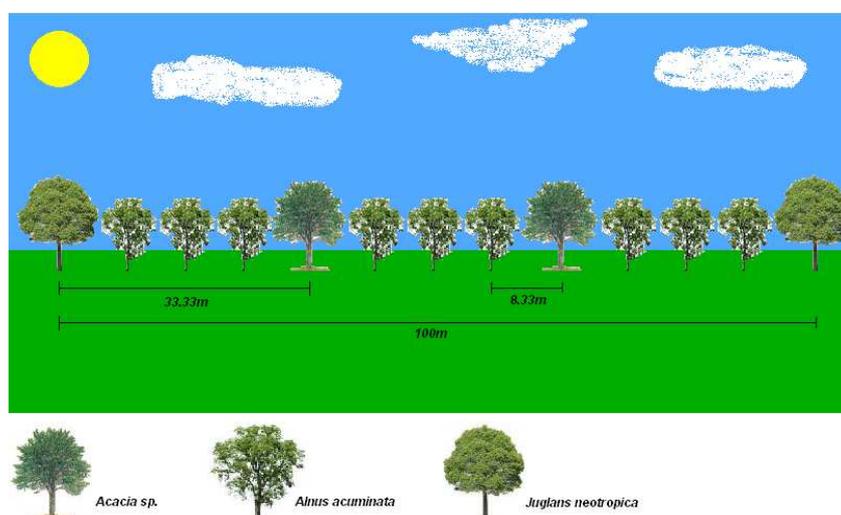
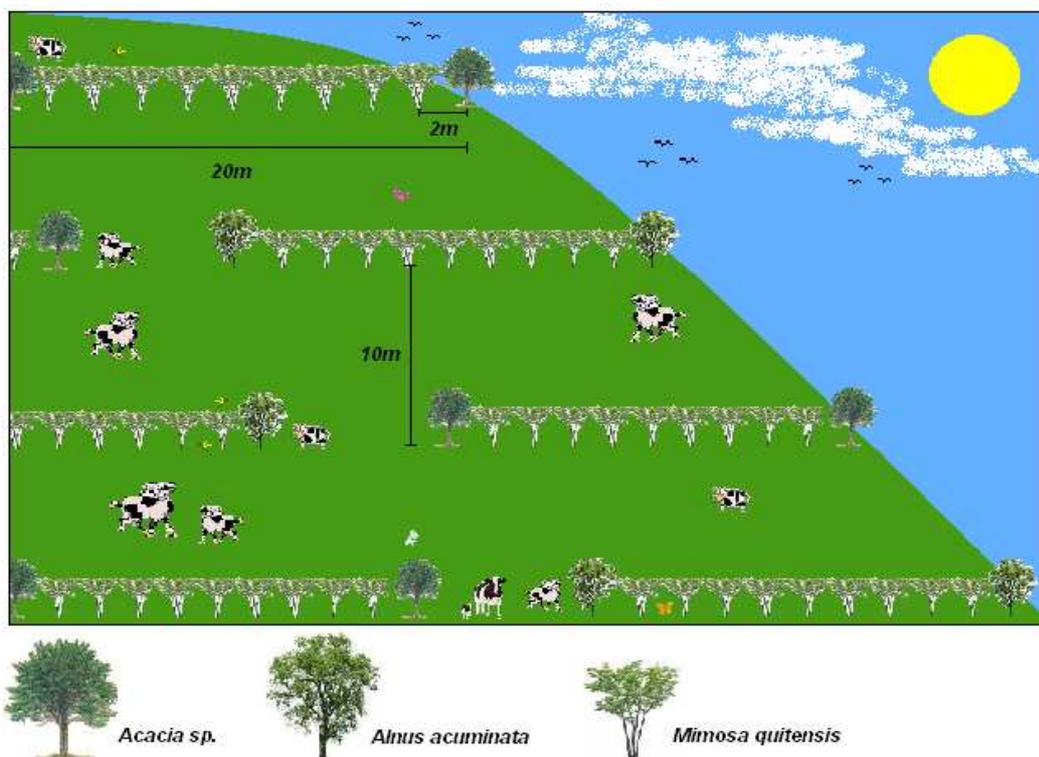


Figura 30. Arreglo espacial 3 (barrera rompevientos), vista de planta.



3.4.4 Arreglo Espacial 4 Este arreglo (ver figura 31) es propuesto para terrenos quebrados, ayuda a evitar la erosión, contribuye en el ciclaje de nutrientes, proporciona forraje, sobra y refugio al ganado, etc. Las especies a trabajar son *Mimosa quitensis*, *Acacia sp.* y *Alnus acuminata* (la información acerca de estas especies arbóreas se encuentra en los puntos 3.5.4, 3.5.5 y 3.5.7). La siembra debe ser a curvas de nivel.

Figura 31. Arreglo espacial 4 (setos).



3.5 ESPECIES FORESTALES PROPUESTAS

3.5.1 Pino ciprés - *Cupressus sp.*

Condiciones de Adaptación

Altitud: 1.400 a 3.300 metros sobre el nivel del mar.

Clima: Temperatura media de 15°C, lluvia anual: 1.500 a 3.000 mm. Tolera heladas, resiste cortos períodos secos y es exigente en luz.

Suelos: Prefiere suelos profundos, bien drenados, con pH neutros o ácidos (5.5 a 6.5), con buen contenido de materia orgánica, y húmedos, derivados principalmente de cenizas volcánicas. Requiere de suelos franco arcillosos a franco-arenosos y soporta suelos ligeramente ácidos con tendencia a la neutralidad.

Topografía: Plana, ondulada a quebrada.

Limitantes: Los suelos de escasa materia orgánica, con mal drenaje y escasa precipitación constituyen un limitante para el ciprés, lo mismo que los erosionados, donde muestra poco desarrollo. Los árboles jóvenes se ven muy afectados por la competencia con malezas, sobre todo gramíneas y son intolerantes a la sombra.

Usos Principales

Maderable: muebles, ebanistería, machimbre, pisos, durmientes, construcción pesada y liviana, cajas corrientes.

Madera redonda: postes para construcción, pulpa de fibra larga, chapas decorativas, tableros contrachapados, tornería, leña.

Árboles de navidad y arreglos florales.

Medicinal.

3.5.2 Pino pátula - *Pinus patula*

Condiciones de Adaptación

Altitud: 1.400 a 3.300 metros sobre el nivel del mar.

Clima: Temperatura media de 12 a 18°C, aunque soporta temperaturas inferiores durante periodos cortos, lluvia anual: 500 a 2.000 mm. Es exigente en luz. Es muy resistente a las heladas y moderadamente resistente a la sequía.

Suelos: Prefiere suelos profundos, húmedos, fértiles, bien drenados, pH neutro o ácido, texturas franco-arenosas a franco-arcillosas.

Topografía: Plana a ondulada.

Limitantes: Deficiencias de boro y fósforo limitan el buen desarrollo de la especie. Así mismo, las plantas jóvenes y los árboles con una corteza delgada, son sensibles al fuego. Es susceptible a los vientos fuertes, los cuales, además de

causar daños mecánicos, también inducen una excesiva transpiración a través de sus finas acículas. Requiere de una adecuada disponibilidad de agua en el suelo durante todo el año.

Usos Principales

Maderable: Construcción liviana; material para techos y tejados, encofrados, teleras, casetones. Estibas. Pisos (duelas). Machimbre. Piezas interiores de muebles. Ebanistería sólo con madera de rodales bien manejados; paneles y entrepaños. Cajas corrientes y guacales. Dentro de las potencialidades está la fabricación de palillos, mangos para herramienta y vigas.

Pulpa de fibra larga; la madera del pino pátula es muy apreciada para la producción de papel periódico por su bajo contenido de resina. Chapas para centros. Tableros contrachapados, de partículas y enlistonados.

Tornería. Leña. Carbón activado.

Medicinal; los masajes con la resina curan el reumatismo.

3.5.3 Eucalipto glóbulos - *Eucalyptus globulus*

Condiciones de Adaptación

Altitud: 1.600 a 2.900 metros sobre el nivel del mar.

Clima: Temperatura media de 14 a 19°C, lluvia anual: 700 a 1.800 mm. Es exigente en luz y susceptible a las heladas (toleran ligeras heladas de hasta -3 °C a -5 °C; los más resistentes al frío, son los llamados eucaliptos de nieve, tales como *Eucalyptus pauciflora* el cual es capaz de resistir frío y heladas de hasta -20 °C). Moderadamente resistente al viento.

Suelos: Prefiere suelos profundos, bien drenados, de textura areno-arcillosa (con contenidos de carbonato de calcio) o franca, con buena humedad y pH entre 5,0 y 7,0.

Topografía: Plana a ligeramente ondulada aunque crece en pendientes fuertes.

Limitantes: Una alta salinidad y un alto contenido de carbohidratos son limitantes para el crecimiento de la especie. En suelos poco profundos la raíz puede ser arrancada fácilmente y producir volcamiento del árbol, a causa de vientos fuertes y que se producen a continuación de grandes lluvias, que dejan el terreno muy

blando, sobre todo entre los 4 y 6 años de edad de la plantación. Susceptible a las sequías prolongadas. Los árboles jóvenes son susceptibles al fuego, pero éste no causa su muerte.

Usos Principales

Maderable: Aserrío: construcción liviana y pesada. Construcción naval. Muebles. Ebanistería. Carpintería. Pisos domésticos. Durmientes. Cajas corrientes. Mangos para herramientas. Tornería. Pilotes para muelles. Pilotes para puentes.

Chapas y tableros contrachapados (las trozas de grandes dimensiones desenrollan relativamente bien). Tableros de partículas. Tableros de fibra. Pulpa de fibra corta.

Postes para construcción, para transmisión y para cercas.

Leña y carbón.

Las hojas contienen 0.75-1.25% de eucaliptol, con propiedades medicinales.

La corteza contiene 1% de taninos, de interés para la producción de miel.

3.5.4 Acacia Las acacias son plantas importantes porque actúan como fijadoras de nitrógeno, de esta forma, contribuyen a la nitrificación del suelo y a que éste sea ideal para otras plantas, son de rápida germinación y de fácil cuidado. Son plantadas en parques, calles, aunque el uso más extendido es la jardinería, por el color de sus flores y el número de ellas, ofreciendo conjuntos de gran belleza. Se cultiva como fijador de terrenos y por la goma que se obtiene de su tronco de alto contenido en taninos. Se han encontrado sarcófagos egipcios de su madera, seguramente debido a su resistencia a la putrefacción. Se obtienen productos químicos, forraje, usos domésticos, manejo ambiental, fibra, alimentos, bebidas, y madera. Según García et al, la Composición bromatológica de la acacia es: Proteína bruta 26,59 – Energía bruta 20,57 – Fibra en detergente neutro 41,74 - Celulosa 9,90 – Lignina en detergente ácido 15,60 - K 1,06 - Ca 2,33 - P 0,22 - Cenizas 4,80.

3.5.4.1 Acacia japonesa - *Acacia melanoxyl*

Condiciones de Adaptación

Altitud: 1.800 a 3.000 metros sobre el nivel del mar.

Clima: Temperatura media anual de 15°C, lluvia anual: 750 a 2.700 mm, moderadamente resistente a las heladas (tolera heladas de hasta -7°C) y a sequías, tolerante a la sombra en sus primeros años. Tolera vientos salinos.

Suelos: Prefiere suelos profundos, bien drenados, requiere de suelos franco arcillosos, franco arenosos o arenosos y soporta suelos ligeramente ácidos con tendencia a la neutralidad. Coloniza suelos desprovistos de vegetación.

Limitantes: En suelos muy húmedos se pudren las raíces. Son afectadas por los vientos fuertes que las tumban fácilmente. No es aconsejable sembrarla en avenidas ni antejardines por la expansión de sus raíces y la formación de rebrotes.

Usos Principales

Madera para aserrío: Construcciones livianas, muebles; paneles y entrepaños, gabinetes, construcción de botes, instrumentos - musicales, artículos deportivos, culatas para armas de fuego, remos.

Madera redonda: Postes para cercas. Tableros contrachapados, pulpa de fibra corta, leña y carbón.

Ornamental

Conservación de suelos

Forraje y goma

3.5.4.2 Acacia negra - *Acacia mearsii*

Condiciones de Adaptación

Altitud: 1.800 a 3.000 metros sobre el nivel del mar.

Clima: Temperatura media que varía entre 12 y 17°C, la precipitación promedio donde crece esta especie oscila desde los 500 a 2.000 mm al año. Tolera vientos salinos, y su resistencia a la sequía es moderada. Requiere alta demanda de luz solar desde las primeras etapas de crecimiento.

Suelos: Requiere suelos profundos con buen drenaje, de textura arcillosa, franco arcillosa, franco arenosa o arenosa, soporta suelos ligeramente ácidos con tendencia a la neutralidad. Tolera suelos pobres, pero no aguas estancadas ni suelos excesivamente arenosos o lateríticos; deben evitarse los esquistos y subsuelos ferruginosos.

Limitantes: No soporta largos períodos de sequía, ni resiste inundaciones, esta especie es afectada por los vientos fuertes que la inclinan o provocan su volcamiento. Las altas temperaturas afectan su crecimiento. El alto consumo de agua se reporta como su principal limitante. La especie es de turno corto y en su vejez tiende a caerse.

Usos Principales

Los principales productos son pilotes para mina, pulpa de fibra corta; madera rolliza, estacas.

Postes para construcción y postes para cercas.

Leña y carbón.

La corteza se utiliza para la obtención de taninos.

Fijadora de nitrógeno, apta para la recuperación de suelos y control de erosión.

Sirve como forraje en época de escasez.

Ornamental.

3.5.4.3 Acacia blanca - *Acacia decurrens*

Condiciones de Adaptación

Altitud: 1800 a 3000 metros sobre el nivel del mar.

Clima: Temperatura media de 12 a 18 °C, la precipitación anual en la que se desarrolla esta especie arbórea es de 900 a 1600 mm / año.

Suelos: Prefiere suelos profundos, bien drenados, con buen drenaje, se desarrolla en suelos arenosos o franco arenosos y con pH ácido o neutro.

Usos Principales

Madera rolliza, postes para construcciones, estacas.

Elaboración de muebles decorativos, interiores.

Recuperación de suelos.

Sombrío, barrera rompevientos, setos vivos.

Abono verde.

Producción de taninos.

Leña y carbón.

3.5.5 Guarango - *Mimosa quitensis*

Condiciones de Adaptación

Altitud: Se encuentra entre los 2.000 y 3.400 metros sobre el nivel del mar.

Limitantes: Contenido de taninos.

Usos Principales

Arreglos agrosilvopastoriles (cercas vivas, setos, árboles en potreros, cortinas rompevientos).

Forraje (PC % 20,23 - DIVMS % 65,65 - FDN % 58,70 - FDA % 25,15 - EM (Mcal/kg MS) 2,36 - Fenoles Totales 25,15 – Taninos totales 33,06).

3.5.6 Lechero - *Euphorbia laurifolia*

Condiciones de Adaptación

Altitud: Se encuentra entre los 2.000 y 3.000 metros sobre el nivel del mar.

Clima: Se desarrolla a temperaturas entre los 8 y 14°C.

Usos Principales

Arreglos agrosilvopastoriles (cercas vivas, setos, cortinas rompevientos).

Proporcionar sombra y refugio a los animales.

Se utiliza para quitar verrugas.

3.5.7 Aliso - *Alnus acuminata*

Condiciones de Adaptación

Altitud: Se encuentra entre los 1.400 y 3.200 metros sobre el nivel del mar.

Clima: El género *Alnus* se puede encontrar en laderas montañosas muy inclinadas con condiciones secas. Prospera en las riberas de los ríos y en pendientes húmedas. Se desarrolla en áreas de nubosidad, con neblina frecuente. Su rango de temperatura varía de 4 a 27 °C y puede soportar temperaturas que bajan temporalmente a 0 °C. Precipitación de 1.000 a 3.000 mm/año.

Resistente heladas (presenta su límite inferior alrededor de los 4 °C pero hay poblaciones de *Alnus spp.* que soportan temperaturas hasta de -10 °C) y daño por hongos patógenos.

Suelos: No es exigente en cuanto a calidad de suelos siempre y cuando haya buena humedad y con buena capacidad de drenaje, crece en un amplio rango de textura desde la arcillosa hasta arenosa e inclusive en suelos pedregosos y superficiales.

Limitantes: Susceptible a los vientos secos y fríos porque le provocan un pobre desarrollo, sensible a la competencia por malezas y al daño por hongos ((raíz, tallo). *Rosellinia bunodes*; *Colletotrichum sp.*; *Phomopsis sp.*) y al daño por insectos ((corteza, hoja, tallo). Entre los que destacan, *Feaula brunneipennis* (*Scarabaeidae*) y *Nodonota irazuensis* (*Chrysomelidae*); barrenador del Tallo *Scolytodes alni* y los áfidos).

El *Alnus* no se recomienda para estructuras y construcciones que requieran alta resistencia, dado que la madera es muy suave.

Usos Principales

Artesanal (madera). Se emplea en la fabricación de varios artículos artesanales e instrumentos musicales.

Leña y carbón. Poder calórico de la leña: 19,255 kilojulios/kg y carbón: 29,218 kilojulios/kg.

Construcción (madera). Construcción rústica.

Puentes y pilotes.

Curtiente (corteza). La corteza contiene taninos que pueden emplearse en curtición de cueros.

Implementos de trabajo (madera). Mangos para herramientas.

Industrializable (madera). Pulpa para papel de buena calidad.

Maderable (madera). Gran potencial para producción de madera

Puertas, pisos y cercas, muebles, palillos y cabos de fósforos, zapatos ortopédicos, moldes para fundición de metales, molduras, ataúdes, ápices, madera en rollo, aserrío, embalajes, ebanistería.

Medicinal (corteza). Antiescrofulosa, astringente, afecciones cutáneas, para la sífilis.

3.5.8 Nogal- *Juglans neotropica*

Condiciones de Adaptación

Altitud: Se encuentra entre los 1.000 y 3.500 metros sobre el nivel del mar.

Clima: La temperatura media oscila entre 12 y 22 °C , el nogal crece por lo general en ambientes moderadamente perturbados, como bosques secundarios, relictos de bosque andino, bordes de bosques o inclusive potreros. Florece anualmente pero el régimen de lluvias y la altitud pueden afectar dicho período, siendo de menor duración en las regiones más altas. No se comporta bien si está cerca de cursos de agua.

Suelos: Prefiere suelo suelto, fértil, y hasta vive bien en condiciones fangosas, y con pH neutro a algo ácido es ideal; no tolerando suelos calcáreos ni muy ácidos.

Usos Principales

Su madera es utilizada en la fabricación de tableros contrachapados, chapas decorativas, ebanistería de alta calidad, artesanías, armas de fuego, instrumentos musicales (particularmente guitarras), marquetería, revestimiento ornamental de interiores y elaboración de pisos. También es usada para vigas, viguetas, alfardas y traviesas férreas.

En algunas zonas es muy utilizada como leña y para la fabricación de carbón, debido a su lenta combustión y alto valor calórico.

Del extracto de la corteza, hojas, frutos y raíces se elaboran tinturas utilizadas para teñir algodón, lana y cabello.

En la cultura medicinal indígena las hojas son usadas como antidiarreico, astringente, cicatrizante y para tratar la tos o afecciones ginecológicas.

También es común encontrar al nogal como una importante especie ornamental en los centros urbanos.

3.6 MULTIFUNCIONALIDAD DE LOS SIPAS

El establecimiento de los sistemas integrados de producción agropecuaria (SIPA) en el agroecosistema ganadería-papa presenta las siguientes ventajas y aportes (cuadro 21):

Cuadro 21. Ventajas y aportes de los SIPAS en el agroecosistema ganadería-papa

SIPAS EN EL AGROECOSISTEMA GANADERÍA-PAPA	
Ventajas	<p>La interacción entre los 3 componentes forestal-ganadería-papa poseen las siguientes ventajas:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Las especies arbóreas proporcionan sombra y refugio al ganado, al cultivo de papa y a los pastos; ha tenido buenos resultados porque el pasto y la papa cultivados bajo sombra se desarrollan más agraciados que los que están a libre exposición, durante las fuertes lluvias son menos golpeados por las gotas de agua y evitan problemas de erosión, además las especies forestales le proporcionan sombra a los animales durante los días soleados y refugio durante los días lluviosos, generándoles confort y por lo tanto mejorándose la producción. ✓ Los árboles sirven para delimitar los potreros y las parcelas. ✓ Los árboles proveen forraje al ganado en épocas de escasez.
Aportes Ambientales	<p>Los sistemas agrosilvopastoriles :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Capturan CO₂. ✓ Producen oxígeno. ✓ Ayudan a proteger nacimientos de agua. ✓ Evitan problemas de erosión. ✓ Ayudan al ciclaje de nutrientes. ✓ Reducen la velocidad de los vientos.

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Generan microclimas. ✓ Contribuyen en la fertilización del suelo. ✓ Favorecen la biodiversidad.
Aportes Económicos	<p>Los sistemas agrosilvopastoriles :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Generan ingresos al comercializar los productos que se obtienen.
Aportes Socio-culturales	<p>Los sistemas agrosilvopastoriles :</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conservan las fuentes hídricas. ✓ Algunas especies forestales tienen propiedades medicinales. ✓ La madera obtenida es utilizada en las construcciones rurales. ✓ Generan una visión paisajística.

3.7 MANEJO INTEGRAL DEL CULTIVO DE PAPA

La dificultad de controlar las plagas y enfermedades en un cultivo y el creciente riesgo ambiental ocasionado por el uso de agroquímicos, ha llevado a la adopción de estrategias que manejen de forma integrada, diferentes métodos de control (biológicos, fitogenéticos, etc.).

Frente a los problemas fitosanitarios identificados en la zona y el actual manejo, especialmente en el cultivo de la papa, se propone un manejo integrado del cultivo, con prácticas a realizar antes de la siembra, durante el desarrollo del cultivo y después de la cosecha.

A continuación se ilustra un esquema en el cual se indican las diferentes prácticas que se proponen para un manejo integrado del cultivo de la papa (adaptado de Tamayo 1994):

Figura 32. Manejo integrado de cultivos.



Adaptado de Tamayo (1994).

Antes de la siembra Se deben realizar labores tales como:

Rotación de cultivos: Cambiar de cultivo o simplemente dejar el lote en descanso, disminuye la sobrevivencia de los microorganismos causantes de determinadas enfermedades. Esta práctica ofrece diversas ventajas de carácter económico, químico, físico y biológico.

Usar semillas sanas y resistentes: Semillas de mala calidad pueden llevar enfermedades que no se tienen en los campos o zonas de cultivo, además este tipo de semillas dan origen a plantas débiles lo cual aumenta el riesgo de contagio de enfermedades y hace que los tratamientos sean costosos.

Distancias de siembra adecuadas: Que optimicen el espacio y permitan la plena formación del tubérculo. A mayor densidad de siembra, mayor humedad, menor circulación de aire y por lo tanto se genera un ambiente favorable a las enfermedades.

Desinfección del lote: Dejar que el lote tenga un periodo de descanso adecuado (cuarentena) para evitar problemas fitosanitarios.

Preparación del terreno: Una buena preparación del suelo y surcada del terreno a curvas de nivel, favorece el desarrollo inicial de las plantas que se desean cultivar. En lo posible enterrar los residuos de cosecha durante la preparación del terreno.

Sembrar variedades resistentes: Es importante sembrar variedades o híbridos resistentes para evitar el uso continuo de agroquímicos, los cuales pueden causar intoxicaciones a las personas y contaminar tanto los alimentos cosechados como el agua y el medio ambiente.

Uniformizar la época de siembra: Épocas de siembra uniformes facilitan el control, se deben evitar siembras durante meses de intensos veranos o demasiado lluviosos.

Durante el desarrollo del cultivo Se deben realizar labores tales como:

Evitar el encharcamiento: Después de una lluvia fuerte, se debe visitar el cultivo para ubicar zonas fangosas, cuando el suelo se encharca o se inunda durante periodos largos de tiempo, las plantas se debilitan y mueren porque sus raíces se pudren; por eso se deben realizar drenajes (ver anexo A) y aporques oportunos.

Fertilización adecuada: Proporcionar a las plantas una nutrición adecuada, las hace crecer vigorosas y menos susceptibles a plagas y enfermedades.

Visitar periódicamente el cultivo: Las visitas se pueden hacer en forma de M, Z, zigzag, etc. De tal forma que se abarque la mayor parte del lote, se deben identificar los focos de infección y realizar la práctica de manejo más adecuada.

Oportuna eliminación de malezas: El manejo de las arvenses debe ser integral, hay que conservar cobertura vegetal que permita la retención de humedad y proteja el suelo para evitar problemas de erosión, pero no debe ser muy densa ya que compite con el cultivo por luz, agua y nutrientes.

Adecuado manejo de plagas y enfermedades: Se debe tener cuidado de no combatir los insectos benéficos, a la hora de aplicar los agroquímicos. En la mayoría de los casos los insectos causan daño a las plantas, generando una puerta de entrada para las enfermedades.

Hay que tratar de realizar un manejo integrado de plagas y enfermedades (es un método que sirve para controlar las plagas y enfermedades fuera y dentro del cultivo usando los métodos menos tóxicos disponibles a través de una combinación de controles, incluyendo controles mecánicos (labores culturales, fecha de siembra, etc.), biológicos (enemigos naturales de las plagas como moscas, avispa, arañuelas, etc.) y químicos (todos los productos disponibles en el mercado)).

Desinfección de las herramientas: Así se evita la diseminación de enfermedades entre un lote y otro.

Eliminación de focos de infección: Cuando una planta está enferma se debe retirar del cultivo en bolsas plásticas para evitar la diseminación de la enfermedad.

Cosecha oportuna: Se debe tratar de cosechar en épocas secas o de lluvias moderadas.

Después de la cosecha Se deben realizar labores tales como:

Destrucción de residuos vegetales: Al finalizar la cosecha se debe retirar del lote los restos vegetales tanto sanos como enfermos (si se dejan en el lote pueden ser un foco de infección), con estos se puede hacer abonos orgánicos.

Adecuada selección y empaque: Durante la labor de empaque se debe evitar el causar golpes, rajaduras y heridas a los tubérculos; ya que estas favorecen la aparición de enfermedades (pudriciones) durante el almacenamiento, lo cual genera grandes pérdidas económicas.

Almacenamiento apropiado: Los tubérculos se deben almacenar en un lugar fresco y seco.

3.8 LA PAPA EN LA ALIMENTACIÓN DEL GANADO

Las pérdidas económicas ocasionadas en la precosecha, cosecha y poscosecha son elevadas; muchos de los tubérculos no pueden ser comercializados porque tienen afecciones ocasionadas por la polilla guatemalteca de la papa (*Tecia solanivora*) y por daños mecánicos (cortes, magulladuras, deformidad, etc.).

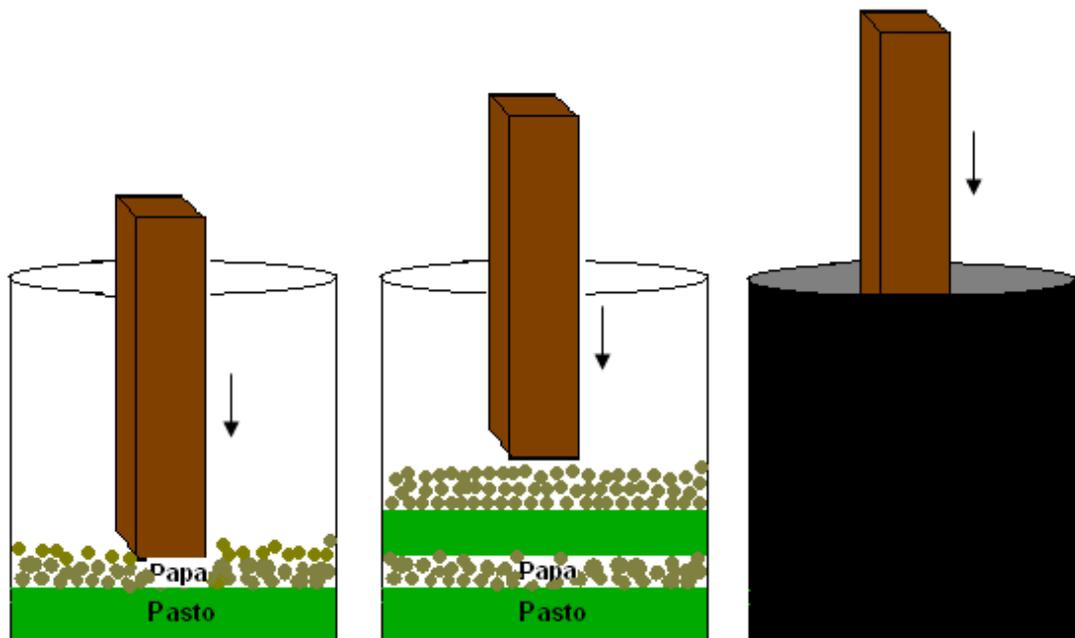
Así que una forma de minimizar las pérdidas económicas es ensilar los tubérculos no comercializables para alimentar el ganado en épocas de escasez, con lo cual se estaría aprovechando al máximo el cultivo de papa.

3.8.1 Ensilaje de papa Su objetivo es preservar por largo tiempo la mayor parte de nutrientes originales de los materiales frescos, especialmente los energéticos y los proteicos, mediante la conservación, basada en un método sencillo de fermentación anaerobia, además de aprovechar los tubérculos no comercializables (Bernal, Chaverra 2001; Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Federación Colombiana de Productores de Papa 2002).

3.8.1.1 Proceso del ensilaje En este proceso no se pueden utilizar tubérculos afectados por enfermedades tales como Roña polvosa (*Spongospora subterránea*), Rhizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), Carbón (*Angiosorus solani*), entre otros patógenos; ya que las estructuras reproductivas de los patógenos no son destruidas totalmente durante el proceso del ensilaje. Para producir un ensilaje de alta calidad, es esencial garantizar una buena fermentación microbial, la cual no sólo depende del tipo y la calidad del forraje, sino también de su cosecha y la técnica de ensilaje (Bernal, Chaverra 2001; Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Federación Colombiana de Productores de Papa 2002).

La elaboración del ensilaje es muy sencilla: En una bolsa grande de plástico calibre N° 6, se coloca una capa de pasto previamente cortado, más o menos seco, luego se coloca una capa de papa no comercializable (la papa muy grande se corta en trozos pequeños y la pequeña o riche entera), de ahí se adiciona una capa de melaza disuelta en agua y se apisona permanentemente para ir eliminando todo el aire; después vuelve y se coloca pasto, papa, melaza y así sucesivamente hasta llenar la bolsa lo más apretada posible. Ver figura 33. (Bernal, Chaverra 2001; Ministerio de agricultura y desarrollo rural, Federación Colombiana de Productores de Papa 2002).

Figura 33. Elaboración del ensilaje de papa.



Adaptado de MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, FEDERACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE PAPA (enero de 2002).

Luego el ensilaje se guarda en un sitio seco, bien protegido de daños de animales, del agua de lluvia, que no haya puntillas ni elementos que puedan perforar la bolsa (figura 34). Se puede utilizar a partir de los tres o cuatro meses de preparado y dura mucho tiempo sin dañarse, siempre y cuando no le entre aire al interior de la bolsa. Durante este tiempo, se presenta una fermentación anaerobia, lo que permite que este alimento conserve muy bien su valor nutricional y no se dañe (Bernal y Chaverra 2001)

Figura 34. Almacenamiento del ensilaje.



Adaptado de MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, FEDERACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE PAPA (enero de 2002).

El material fermentado en la bolsa es muy agradable y el animal lo come con gusto, claro que se debe ir acostumbrando poco a poco el ganado; se suministra con sal y buena agua como suplemento.

No es aconsejable lavar las papas antes de ser ensiladas, sólo se realiza en casos de que el tubérculo presente excesos de tierra porque interfieren con la calidad final del producto, no se deben utilizar papas demasiado verdeadas porque estas contienen exceso de solanina que es dañina para los animales. El éxito del ensilaje está en eliminar al máximo el oxígeno dentro de la bolsa a través del apisonado del material. Para una bolsa con capacidad de 40 kg, se utiliza de 10-15 kg de papa y de 25-30 kg de pasto.

3.9 RUTA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

El cambio climático es una situación inevitable que conlleva a la manifestación de una serie de efectos negativos que afectan el sistema agropecuario; para mitigar estos efectos se propone el establecimiento de especies arbóreas que permitan la división de potreros, sirvan como cercas vivas, corredores de biodiversidad, barreras rompevientos, proporcionen sombra y refugio a los animales, eviten problemas de erosión, ayuden en el ciclaje de nutrientes, generen ingresos adicionales a las familias, entre otros beneficios. Los arreglos no sólo deben ser espaciales sino también temporales así que antes de la siembra de pastos para alimentación del ganado se sembrará papa la cual ayuda a la descompactación del suelo, además los residuos de cosecha de este cultivo se pueden utilizar para alimentar el ganado y/o abonos orgánicos.

En la producción de abonos orgánicos se puede utilizar tanto los desechos de cosecha como el estiércol de los animales, estos sirven para fertilizar los diferentes cultivos y especies arbóreas presentes en la finca.

Sembrar variedades nativas, usar semilla limpia, rotar los cultivos evitando repetir cultivos de solanáceas, sembrar en terrenos bien drenados, recolectar residuos de plantas enfermas y sacarlos del lote en bolsas plásticas para evitar que se disemine la enfermedad, un abonado adecuado, establecimiento de policultivos, adecuada asociación de las especies plantadas, manejo apropiado de malezas, oportunos aporques, manejo de densidades adecuadas, visitas constantes al cultivo, etc; hacen las plantas más resistentes a plagas y enfermedades.

De esta manera se pretende crear conciencia en los productores de la forma irracional como se manipulan los agroquímicos y sus consecuencias, buscando otras alternativas que permitan disminuir la cantidad de agrotóxicos que se aplican a los cultivos, de tal forma se alivie un poco el bolsillo de los productores y se cause menos daño a la salud humana y al medio ambiente. Si se realiza un adecuado manejo se puede lograr; comprender la importancia de prevenir antes de tener que remediar, se puede alcanzar utilizando los métodos que permitan potencializar el buen desarrollo de las plantas y por lo tanto su resistencia natural a plagas y enfermedades.

En cuanto al ganado se debe hacer rotación de potreros, no realizar quemas de árboles para extender la frontera pecuaria, establecer bebederos automáticos para evitar el desperdicio de agua, buscar un sitio adecuado donde depositar los residuos ganaderos (jeringas, pajillas, restos de medicamentos, etc.), ofrecer a los

animales una dieta equilibrada en proteínas para disminuir la emisión de gases contaminantes, entre otras actividades que permitan reducir el impacto negativo que los sistemas agropecuarios ejercen sobre el medio ambiente. La misión es proteger la naturaleza y sus recursos con el propósito de proporcionarles la oportunidad a las generaciones venideras de disfrutar de ella.

Por otro lado es importante diversificar la huerta para que de esta manera la familia disponga de variedad de alimentos que satisfagan sus necesidades nutricionales.

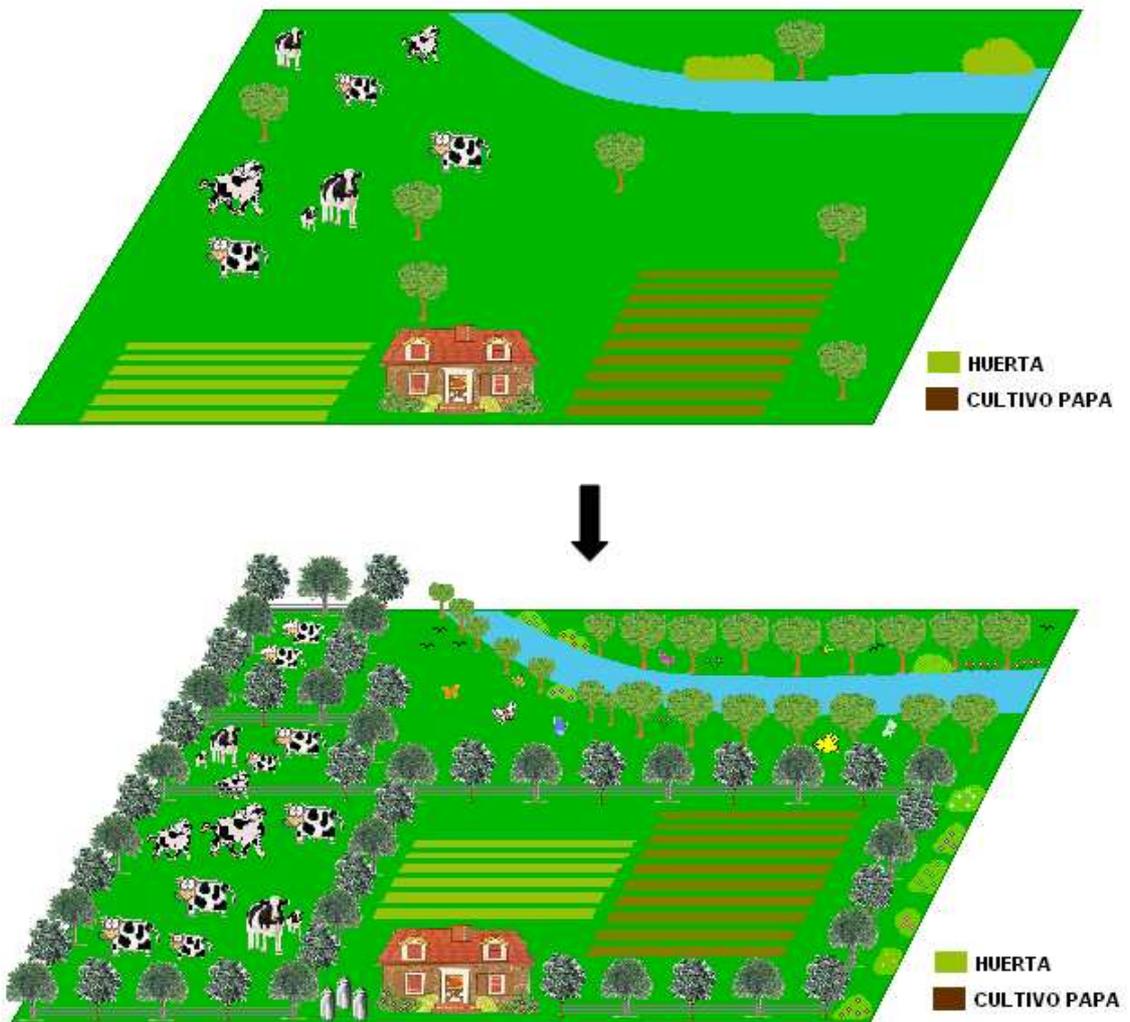
No es fácil realizar la ruta de transición agroecológica para la implementación de los sistemas integrados de producción agropecuarios (SIPA) propuestos, es un camino largo que requiere inicialmente de la aceptación y concientización por parte de los productores.

Es importante que reconozcan los beneficios que este sistema les ofrece, para que de esta manera tomen la iniciativa e implementen en sus fincas cualquier modelo o arreglo agrosilvopastoril, de esta forma estarían ayudando a conservar la naturaleza para que las generaciones futuras puedan disfrutar de la belleza paisajística que posee el campo, además es aquí en las zonas rurales donde se producen los alimentos que todos necesitan para su sustento alimentario y como medio para adquirir ingresos económicos orientados a satisfacer sus necesidades básicas y el excedente se constituirá en ahorro.

En la gráfica 35 se observa de forma clara y sencilla la ruta de transición agroecológica, en el cual el sistema convencional-intensivo posee escasa cobertura arbórea, baja biodiversidad, poca protección de fuentes de agua, además el uso de agroquímicos es elevado y los suelos se encuentran deteriorados debido a problemas erosivos.

La corrección de todos éstos, se puede realizar, cambiando el manejo tradicional por otro sustentable en el tiempo; aumentando la optimización de los recursos y aprovechando los residuos para que esta labor sea exitosa se deben establecer sistemas agrosilvopastoriles en los cuales se integren todos los métodos productivos alcanzando de esta forma una producción agropecuaria sostenible en la cual, factores como la biodiversidad, cobertura arbórea, protección de ríos y quebradas, ciclaje de nutrientes se incrementan, además de lograr un menor uso de agroinsumos, se obtiene un mayor bienestar para los animales y proporciona seguridad alimentaria a las familias.

Figura 35. Ruta de transición agroecológica.



4 CONCLUSIONES

De acuerdo con el trabajo desarrollado se puede concluir que la zona de estudio es altamente vulnerable al cambio climático, porque presenta escasa cobertura arbórea, suelos deteriorados, contaminación por agroquímicos, entre muchas otras falencias; todo esto ha contribuido a que la región se vea afectada por heladas, granizadas y fuertes vientos que terminan acabando con los cultivos de los productores y afectando la ganadería. Esta situación es preocupante porque la biodiversidad, la seguridad alimentaria, su economía, etc. están en peligro.

En la región hay varios nacimientos de agua, quebradas, ríos, etc. que abastecen a la población, los cuales pueden verse severamente afectados por el cambio climático (puede ocasionar el desecamiento de las fuentes de agua) y que directa o indirectamente se están viendo afectadas por las malas prácticas agropecuarias; esta importante situación, es una de las razones para que se deba actuar pronto y desarrollar las estrategias necesarias para cuidar y preservar las zonas altas del país, como se ha visto a lo largo del trabajo.

La región posee gran diversidad de especies arbóreas nativas, las cuales pueden ser aprovechadas para la implementación de los diferentes arreglos espaciales propuestos en este trabajo.

El uso de agroquímicos es elevado y en muchos de los casos se utilizan diferentes productos que poseen el mismo ingrediente activo; intoxicando el suelo, fuentes de agua, medio ambiente de forma irracional.

5 RECOMENDACIONES

Se recomienda adoptar algún tipo de sistema agrosilvopastoril, para así ser menos vulnerables al cambio climático. Hay que tener en cuenta que estos sistemas ofrecen muchos beneficios como son forraje, sombra y refugio al ganado, ingresos adicionales (por frutos, postes, leña, etc.), generan microclimas, ofrecen una visión paisajística, hay ciclaje de nutrientes por lo tanto el suelo es más fértil, evitan problemas de erosión, ayudan en la conservación de la biodiversidad entre muchos otros beneficios.

Es aconsejable que además se realice un manejo integrado de plagas y enfermedades, para así minimizar el uso de agroquímicos los cuales son altamente tóxicos para la salud humana y además se evita al máximo la contaminación del medio ambiente (fuentes de agua, suelo, aire, etc.).

Es conveniente que todas las familias se concienticen y asuman de manera responsable el desarrollo de buenas prácticas agropecuarias para poder ser autosuficientes, generar productividad y rentabilidad.

Para evitar grandes pérdidas económicas y tener alimento disponible para el ganado en épocas de escasez, se requiere ensilar la papa no comercializable (tubérculos con daños mecánicos o pequeños).

Lo ideal es aprovechar las entradas no valoradas del sistema ganado-papa (estiércol, residuos de cosecha) para la elaboración de abonos orgánicos, reduciendo costos de producción y efectos perjudiciales al medio ambiente.

Es recomendable diversificar la huerta para que de esta manera la familia disponga de variedad de alimentos que satisfagan sus necesidades nutricionales.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA CITADA

ALTIERI Miguel, NICHOLLS Clara (2000). AGROECOLOGÍA teoría y práctica para una agricultura sustentable. 1ª edición. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental. México D.F.

BERNAL E. Javier, CHAVERRA G. Hernán (Diciembre de 2001). La papa como forraje en la alimentación animal. Proyecto: Ajuste y validación de estrategias de aprovechamiento de semillas de desecho y apoyo a programas de manejo integrado de plagas (MIP) – plan nacional de semilla de papa. Bogotá D.C.

CORPOICA. Manejo integrado del cultivo de la papa, manual técnico 2000.

FAO "Livestock Long Shadow" (2006). Environmental issues and options. Disponible en la página de internet: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a0701e/a0701e00.pdf>

GALINDO SW, MURGUEITIO RE, GIRALDO LA, MARÍN QA, BERRIO TLF, URIBE TF (2003). Manejo sostenible de los sistemas ganaderos Andinos. 1. ed. Fundación CIPAV (Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria). Santiago de Cali, Colombia. 67 p.

GARCÍA, D.E, M.G. MEDINA, L.J. COVA, J. HUMBRÍA, A. TORRES Y P. MORATINOS (s.f). Preferencia caprina por especies forrajeras con amplia distribución en el estado Trujillo, Venezuela. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Trujillo, Venezuela.

GIRALDO, VA. (1996). El potencial de los sistemas silvopastoriles para la ganadería sostenible. Memorias del curso sobre pasturas tropicales. CORPOICA. Santiago de Cali, Colombia. 141-172 p.

GIRALDO V, Luis A. Y BOLÍVAR V (2002). Evaluación de un Sistema Silvopastoril de *Acacia decurrens* Asociada con Pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en Clima Frío de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de producción animal.

GOBIERNO REGIONAL DE LAMBAYEQUE. Estrategia regional de cambio climático de Lambayeque 2010.

Google earth, mapa de la zona de Paletará. Disponible en la página de internet:
http://maps.google.com/maps?hl=es&q=paletara+cauca&biw=1024&bih=677&um=1&ie=UTF8&hq=&hnear=0x8e2ff7af335bbe33:0xc81e86c92aa4a1d2,Paletar%C3%A1,+Cauca&gl=co&ei=BJUoTu6KEObq0gHInpzcG&sa=X&oi=geocode_result&ct=image&resnum=1&ved=0CBcQ8gEwAA

GRUPO DE TRABAJO INTERDEPARTAMENTAL DE LA FAO SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO (2009). Cambio climático y seguridad alimentaria.

<http://elmundodelabiologa.blogspot.com/2008/05/el-fenmeno-del-calentamiento-global.html>

http://www.agrarias.uach.cl/instituto/prod_sanidad_vegetal/webpapa/pag01.html

<http://www.mitecnologico.com/Main/DefinicionConceptoSistemasDeProduccion>

<http://www.probosque.com.mx/losarbol.html>

INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC), Estudio General de Suelos y Zonificación de Tierras Departamento del Cauca. Escala 1:100.000. Bogotá, 2009

INSTITUTO HUMBOLDT, Ministerio de medio ambiente, DNP, PNUMA (IVH 1998). Colombia biodiversidad siglo XXI. Santafé de Bogotá, Colombia. 254 p.

JIMÉNEZ F, MUSCHLER R. (2001). Introducción a la agroforestería. *In*. Jiménez, F; Muschler, R; Kopsell, E. eds Funciones y aplicaciones de sistemas agroforestales. Turrialba, CR. CATIE. 1-23 p. (Serie materiales de enseñanza N° 46).

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL (s.f). La Ganadería en Colombia Pastos y forrajes bovinos.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL, FEDERACIÓN COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE PAPA (Enero de 2002). La papa como alimento animal, elaboración de ensilaje con papa. Bogotá D.C.

NAIR, PKR (1997). Agroforestería. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Chapingo, MX, Universidad Autónoma Chapingo. 542 p.

OJEDA P. Pedro Antonio, RESTREPO M. José, VILLADA Z. Daniel, CESÁREO GALLEGOS José (Diciembre de 2003). Sistemas silvopastoriles, una opción para el manejo sustentable de la ganadería-Manual de capacitación. Fundación para la investigación y desarrollo agrícola. Santiago de Cali, Colombia.

ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO). El estado mundial de la agricultura y la alimentación, Rome 1994.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y ALIMENTACIÓN (FAO)-Oficina Regional para América Latina y el Caribe (2008). Ayudando a desarrollar una ganadería sustentable en América latina y el Caribe: lecciones a partir de casos exitosos. Santiago de Chile.

OSPINA A, GONZÁLEZ A. M. y GIRALDO G. Aproximación a la caracterización agroforestal. En: GONZÁLEZ A., M. y otros. Pensamientos y experiencias: aportes a la agroecología colombiana. Santiago de Cali, Colombia: ACASOC, 2003. 217-248 p.

OSPINA ANTE Alfredo (febrero 2004). Aproximación a la Construcción del Concepto de Agroforestería desde el Enfoque Agroecológico. Cali, Colombia (en línea). Disponible en la página de internet: <http://www.ecovivero.org/articulos/agroforesteriaagroecologico.pdf>

PALERM, SHANNIN, GODELIER Y ALAVI (1971) . Labor and monoporiy capital. The degradation of word in the trenty century Nueva York. Monthly review press. 18-23 p.

PÉREZ SÁNCHEZ Edwin (2006). Caracterización de sistemas silvopastoriles y su

contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. Turrialba, Costa Rica.

PRODUCT PROGRAMME DOCUMENT (Documento del Programa) UNJP/032/SPA. United Nations Joint Programme. Programa Conjunto “Integración de Ecosistemas y Adaptación al Cambio Climático en el Macizo Colombiano”.2009.

PROGRAMA CONJUNTO “INTEGRACIÓN DE ECOSISTEMAS Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL MACIZO COLOMBIANO”. Página de internet: <http://pnudcolombia.org/cambioclimaticomacizo/>

RENZONI Gianpiero (2008). Coordinador política ambiental. Departamento nacional de planeación. Foro nacional ambiental. Bogotá.

TAMAYO M. Pablo Julián (1994). Integración de métodos de control de las enfermedades de las plantas – guía ilustrada. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura (minagricultura). Boletín de divulgación – regional N° 4 – centro de investigación “la selva”. Rio negro, Antioquia

ZABALA Néstor, EIZAGIRRE Marlen (2000). Diccionario de acción humanitaria y cooperación al desarrollo (en línea). Disponible en la página de internet: <http://www.dicc.hegoa.ehu.es/listar/mostrar/132>.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

FAO. Los pastizales tienen gran potencial para mitigar el cambio climático tomado de la página de internet www.portaldelmedioambiente.com.

FEDERACION COLOMBIANA DE PRODUCTORES DE PAPA (1997). Vademécum del cultivo de la papa, Generalidades sobre el cultivo y guía técnica sobre insumos. Bogotá. D.C. 172 p.

FRANCO VALENCIA Marco Heli. Sistemas Silvipastoriles o Agroforestería Pecuaria En Trópico De Altura (2010).

GOBERNACIÓN DEL CAUCA. Tomado de la página de internet
www.cauca.gov.co

<http://elsemillero.net/nuevo/>

<http://www.cipav.org.co/pdf/red%20de%20agroforesteria/seminarios%20y%20congresos/Panama2010/Nelson.Vivas.pdf>

LÓPEZ BÁEZ Orlando, et al. (2006). Agroecología y agricultura orgánica en el trópico. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia-Tunja, Boyacá.

MÉNDEZ, Natalia; GÓMEZ c.; Nancy Fabiola e IGLESIAS Pablo (2006). En IGAC. Cauca. Características geográficas. Información geográfica en aspectos biofísicos, sociales, culturales, ambientales y económicos. 17 - 21 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. La Cadena de Ganado Bovino en Colombia: una mirada global de su estructura y dinámica 1991-2004. Colombia, elaborado por el Observatorio de Competitividad Agro cadenas.

OSPINA, A. Agroforestería: aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal. Cali, Colombia: Acasoc, 2003a. 205 p.

VÁSQUEZ Luis L. (2010). Manejo de plagas en la agricultura ecológica-boletín fitosanitario, volumen 15. La Habana, Cuba.

ZAMORA GUAMBRA Ezequiel (2008). Compendio sobre agroecología, volumen I, (Aportes de la Escuela Agroecológica).

ANEXO A

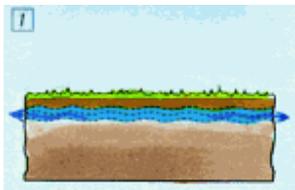
¿Cómo realizar un drenaje? (<http://www.casaactual.com/articulo.asp?Id=73>).

Es necesario drenar un terreno cuando este, acumula demasiada agua en el suelo; porque puede provocar a los cultivos consecuencias tales como:

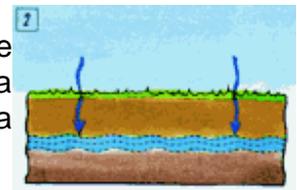
- Degradación del perfil del suelo
- Descalcificación y acidificación de la tierra
- Asfixia de las raíces
- Crecimiento de malas hierbas
- Enfermedades de las plantas
- Suelo difícil de trabajar
- Comienzo tardío de la vegetación (la tierra se mantiene fría)
- Mal rendimiento

¿CUÁNDO DRENAR?

1. EN EL CASO DE UN SUELO IMPERMEABLE POCO PROFUNDO O UN SUELO COMPACTO.



El agua se estanca en la superficie (1) y corre lentamente, o penetra poco y se queda sobre la capa impermeable (2).

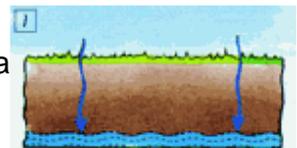


SOLUCIÓN:

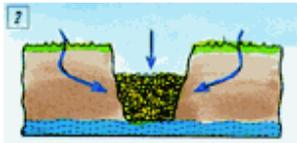
En este caso la realización de un drenaje no es adecuada. Mejor **are** la tierra en profundidad y **abone** el suelo para hacerlo más permeable.

2. EN EL CASO DE UN SUELO PERMEABLE SOBRE UN SUBSUELO IMPERMEABLE PROFUNDO.

El agua penetra en el suelo, formando una capa sobre la tierra impermeable (1).



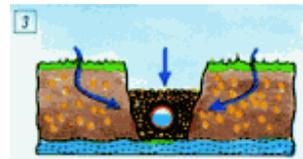
1ª SOLUCIÓN:



- **Cave** una zanja de evacuación con grava (2).

2ª SOLUCIÓN:

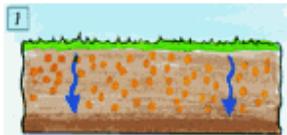
- **Drene** mediante tubos (3).



3. EN EL CASO DE UN SUELO POCO PERMEABLE SOBRE SUBSUELO IMPERMEABLE O NO.

El agua penetra lentamente, la tierra se mantiene húmeda y pesada. Cuando el subsuelo es impermeable, se forma una capa de agua.

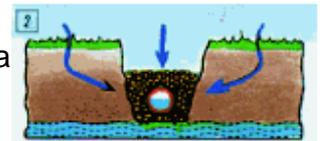
1ª SOLUCIÓN:



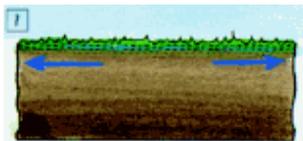
- **Trabaje** la tierra, abonándola para aumentar la permeabilidad del suelo (abonos calizos o mantillos) (1).

2ª SOLUCIÓN: (Si el subsuelo es impermeable).

- **Instale** los tubos de drenaje para reabsorber la capa de agua (2).



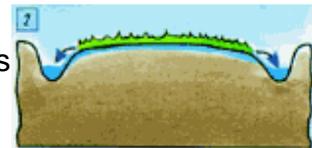
EN EL CASO DE UN SUELO Y UN SUBSUELO IMPERMEABLES.



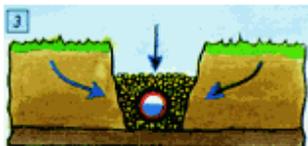
El agua se estanca o corre lentamente. No hay ninguna penetración en el suelo (1).

1ª SOLUCIÓN:

- **Moldee** la superficie para llevar el agua hasta unas zanjas laterales (2).



2ª SOLUCIÓN: (Este caso es muy frecuente alrededor de casas individuales nuevas).

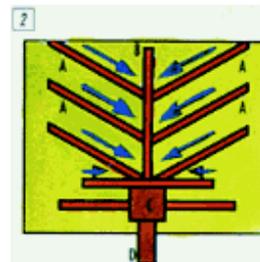
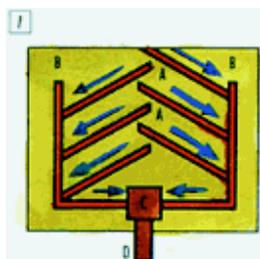


- **Eleve** el nivel del suelo mediante aportación de tierra buena y **monte** un drenaje (3).

Redes De Drenaje

¿Cómo funcionan?

El agua fluye por tubos pequeños (A), hacia los colectores (B), hasta la arqueta (C), de donde se evacua a través de los tubos rígidos (D) hacia una fosa, un desagüe o un sumidero.



El **sumidero** debe ser una fosa de 1m², con una profundidad de entre 1,5 y 2 metros, llena de ladrillos y de piedras.

A = tubos pequeños, de 50 a 80 mm Ø

B = colectores, de 80 a 100 mm Ø

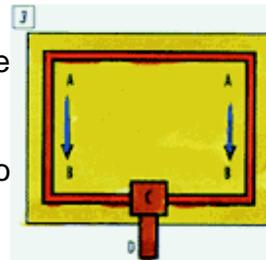
C = arqueta

D = tubo rígido

En terrenos de grandes dimensiones (+ de 300 m²) establezca una red de drenaje como en las figura 1 y 2.

En terrenos pequeños puede ser suficiente un drenaje perimetral (3).

El conjunto de la instalación debe tener un desnivel mínimo de 2 cm por metro.



Materiales necesarios

Tubos de drenaje - Colector perforado - Racor

Reducciones - Codos - Registro - Sumidero - Arena

Tubo de evacuación rígido - Racores para tubo de evacuación

Manta de fibra de vidrio - Piedras o grava (Árido 20 o 40)

Tubo para drenaje Es un tubo de plástico perforado, de 50, 65 y 80 mm Ø. Se puede encontrar en grandes rollos o por metros. Su diámetro variará del caudal de agua a drenar.

Colector perforado Es un tubo de plástico perforado, de 80 y 100 mm Ø. También se vende en grandes rollos y por metros. El colector recibe los tubos del drenaje.

¿Cómo proceder?

Antes de empezar tenga en cuenta:

LA SEPARACIÓN.

- Para un funcionamiento óptimo de la red, espacié los tubos de 5 a 6 metros máximo. Cuanto más cerca estén unos de otros, más eficaz será el drenaje.

LA PROFUNDIDAD.

Dependerá del tipo de terreno (nivel de la capa impermeable) y del tipo de cultivo.

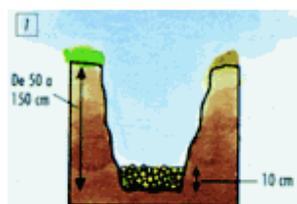
- Tenga en cuenta que la inclinación mínima necesaria para la evacuación de las aguas, debe ser de 2 cm por metro (Por ejemplo, si la distancia del drenaje a la fosa de evacuación es de 20 m, la inclinación no deberá ser inferior a 40 cm (20x2).

- Tenga en cuenta también el tipo de cultivo y la herramienta que vaya a utilizar (azadón, motocultor).
- La profundidad mínima deberá ser:
 - Para césped: de 30 a 50 cm.
 - Para huerto y cultivo: de 50 a 80 cm.
 - Para árboles frutales: de 80 a 150 cm.
- Conserve los planos de la red; le resultarán muy útiles en caso de plantaciones o realizaciones posteriores (zanjas, cimientos).
- En el caso de grandes superficies o relieves accidentados, consulte con los servicios de saneamiento de su ciudad o con un topógrafo.

LA INSTALACIÓN DE LOS TUBOS DE DRENAJE.

Después de haber señalado el plano de la red sobre el terreno.

- **Cave** las zanjas teniendo en cuenta la separación y la profundidad de los tubos, el desnivel y la naturaleza del suelo.
- **Compruebe** la inclinación con el nivel de burbuja (cuando hay poco desnivel).

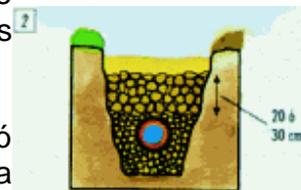


- **Haga** una cama con grava o piedras de pedernal (árido de grano medio) con un espesor de unos 10 cm ó también con arena, de 3 a 4 cm de espesor (1).

- **Compruebe** el desnivel.

- **Envuelva** tubos y colectores con una manta de fibra de vidrio para que ningún elemento obstruya los orificios (arena, tierra).

- **Coloque** los tubos en las zanjas y recúbralos con 20 ó 30 centímetros de piedra de tamaño mediano o triturada (2).



- **Tape** con tierra vegetal.

- **Apisone**.

NO ECHE NUNCA ARENA DIRECTAMENTE ENCIMA DE LOS TUBOS;
PODRÍA CAUSAR LA OBTURACIÓN DE LOS ORIFICIOS.

En los terrenos no arenosos, también es posible poner fibra de vidrio sobre los tubos, sin envolverlos.