

Reporte de un Caso

# DISEÑO DE UN SISTEMA INTEGRADO DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN (CAUCA)

## DESIGN OF AN INTEGRATED SYSTEM FOR AGRICULTURAL PRODUCTION IN THE POPAYÁN (CAUCA) MUNICIPALITY

### DESENHO DE UM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA NO MUNICÍPIO DE POPAYÁN CAUCA

LEADITH ALEXANDRA GUTIÉRREZ V.<sup>1</sup>, LISBETH ROCIO RUIZ M.<sup>2</sup>, NELSON JOSÉ VIVAS-QUILA<sup>3</sup>,  
LUIS ALFREDO LONDOÑO-VELEZ<sup>4</sup>

#### RESUMEN

*Se diseñó un sistema integrado de producción agropecuaria desde los principios de la agroecología en la granja la Colina ubicada en la Vereda Cajete, Municipio de Popayán, como contribución al proceso de certificación del programa agroambiental de la Universidad Autónoma Intercultural Indígena (UAIIN). Este proceso se llevó a cabo mediante levantamiento topográfico, análisis físico-químico de suelos, químico y microbiológico de aguas, evaluación de sustentabilidad mediante indicadores del sistema productivo actual y propuesta de ruta de transición, proyectando el sistema hacia la sustentabilidad, y contribuyendo en los procesos de capacitación a las comunidades que integran la UAIIN en la conservación de los recursos y recuperación de especies propias.*

---

**Recibido para evaluación:** 10/10/2013. **Aprobado para publicación:** 15/01/14

- 1 Universidad del Cauca. Joven Investigadora grupo Nutrición agropecuaria. Facultad de ciencias Agropecuarias. Ingeniera agropecuaria. candidata a magister en Estudios Interdisciplinarios del Desarrollo.
- 2 Universidad del Cauca . Ingeniera Agropecuaria.
- 3 Universidad del Cauca. Profesor titular Programa Ingeniería Agropecuaria. Facultad de ciencias Agropecuarias. MsC. Zootecnista.
- 4 Universidad del Cauca. Profesor titular Programa Ingeniería Agropecuaria. Facultad de ciencias agropecuarias. MsC. Ingeniero agrónomo.

**Correspondencia:** lagutierrez@unicauca.edu.co

## ABSTRACT

*From the principles of agroecology, design was elaborated an integrated agricultural production at the farm located in the village of Cajete, Popayán, this contributed to the certification process of the agricultural and environmental (AE) program proposed by the intercultural indigenous autonomous University (UAIIN), this process is carried topographic survey, soil physico-chemical analysis, chemical and microbiological water analysis, evaluation of sustainability of the current production system and proposed implementation technique, projecting the system toward sustainability, contributing in the process of education to the communities that make up the UAIIN in resource conservation and recovery of species themselves.*

## RESUMO

*O desenho de um sistema integrado de produção agropecuário desde os princípios da agroecologia na granja a Colina localizada na Vereda Cajete, Município do Popayán, contribuiu ao processo de certificação do programa agroambiental proposto por na universidade autônoma intercultural indígena (UAIIN), este processo se levou a cabo mediante levantamento topográfico, análises físico-químico do solos, químicos e microbiológicos de águas, evacuação de sustentabilidade do sistema produtivo atual e proposta técnica de execução, projetado ao sistema direcionado a sustentabilidade e conscientizado a as comunidades que integram a UAIIN na conservação dos recursos e recuperação de espécies próprias*

## INTRODUCCIÓN

La producción agropecuaria en el departamento del Cauca (Colombia) es un sector con alto potencial, no obstante el deficiente apoyo institucional, la poca asistencia técnica e ineficiente capacitación de los productores. Esto conlleva a la aplicación de “paquetes tecnológicos” no apropiados a las necesidades del productor y las condiciones de la zona. En consecuencia es pertinente un plan de acción apropiado, que genere propuestas productivas de acuerdo a las capacidades ambientales, socio-culturales, técnicas y productivas con que cuente el sistema [1].

Motivados por la necesidad de implementar acciones sostenibles en los resguardos indígenas, los actores inmersos en el proyecto educativo “Universidad Autónoma Intercultural Indígena (UAIIN)”, avanzan en la estructuración de un plan educativo institucional [2], partiendo de las experiencias en la finca La Colina mediante la implementación del sistema integrado de producción agropecuaria, que cuente con diseños temporales y espaciales fundamentados en los principios de la agroecología.

La caracterización inicial del sistema productivo, así como la evaluación de sustentabilidad del mismo tuvo como objetivo realizar diseños agroforestales que cumplieran con las expectativas del proceso académico - productivo de la Finca La Colina (UAIIN), además de apoyar al programa agroambiental y servir de centro de investigación para los estudiantes y a

## PALABRAS CLAVE:

Agroecología, Sistemas agroforestales, Educación propia, Indicadores de sustentabilidad.

## KEYWORDS:

Agroecology, Agricultural and environmental system, Own education, Sustainability indicators.

## PALAVRAS CHAVE:

Agroecologia, Sistemas agroflorestais, Educação própria, Indicadores de sustentabilidade.

la vez sirva de fundamento para la aplicación en sus parcelas o fincas.

## MÉTODO

### Localización

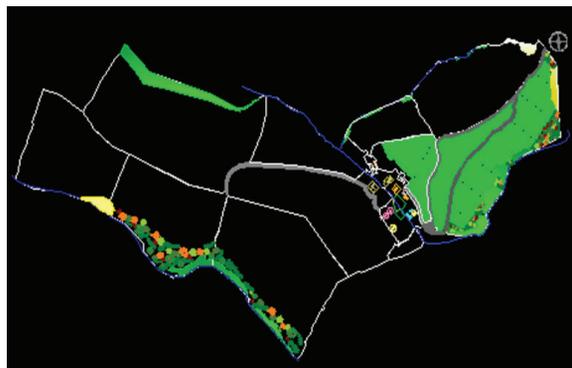
La investigación se desarrolló en La Finca La Colina, perteneciente a la Universidad Autónoma Intercultural Indígena (UAIIN), ubicada en la Vereda Cajete, 10 Km. al Occidente de Popayán (Cauca)-Colombia. Se ubica en el piso bioclimático sub andino, con un clima medio húmedo con coordenadas **N 2°28'35" W 76°40'34.9"**; posee dos quebradas: La Multa y La Laja; predominan pastos en manejo tradicional y el cultivo de café, como base de la producción agropecuaria [3].

### Actividades

**Caracterización sistema productivo.** Se realizó mediante levantamiento topográfico con GPS, simultáneamente se recolectó información primaria mediante la guía de caracterización de sistemas agropecuarios [4,5] de las condiciones de la finca como uso actual y manejo del suelo, la flora predominante, zonas de humedal y nacimientos de agua, esta información se complementó con talleres, entrevistas y reuniones realizadas con la comunidad involucrada en el proceso educativo y productivo del predio.

**Caracterización de recursos hídrico.** Se determinó la cantidad de agua mediante aforos con métodos del flotador y volumen conocido, así como calidad mediante el análisis de características químicas (pH, oxígeno disuelto, calcio, dureza total,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_4$ ,  $\text{NH}_2$ , hierro y alcalinidad) y microbiológicas del agua.

Figura 1. Terreno inicial de la finca La Colina.



**Estudio de suelos.** Se tomaron muestras compuestas en todos los lotes con recorrido en zig-zag, a una profundidad de 20 cm; el análisis se realizó en el laboratorio de la secretaria de agricultura del Cauca mediante el método de acidez intercambiable: KCl 1N; M.O: walkley & Black; P: Bray II; Ca, Mg, K, Na; ACONH4 1N PH: 7, Cu, Fe, Zn, Mn: Doble ácido. B: absorción atómica y/o Azometin.

**Aforos praderas.** Se realizó con un marco 0,25 m<sup>2</sup>, cortando a una altura similar a la del pastoreo, se pesó y calculó la capacidad de carga de los lotes, con el fin de determinar las unidades gran ganado (UGG) que pueden tenerse en el sistema.

**Diagnóstico.** Con la comunidad perteneciente a la UAIIN se identificaron debilidades y fortalezas del sistema productivo, mediante la metodología desarrollada por Tull grupo de investigación para el desarrollo rural de la Universidad del Cauca de indicadores de sustentabilidad [6], que evalúa dichos indicadores compuestos por dimensiones: ambiental, productiva, socio-cultural, técnico agrícola y técnico pecuario.

La calificación de cada indicador tiene una escala de uno a cinco, así: **1:** no hay acciones para mejorar la situación encontrada, **2:** se identifican acciones en marcha pero no se ven resultados, **3:** hay acciones en proceso y se ven algunos resultados, **4:** hay resultados evidentes en el sistema, **5:** el sistema es sustentable.

Una vez realizado el diagnóstico se diseñaron los sistemas por lote.

## RESULTADOS

La finca La Colina, tiene un área de 36,47 Has cuyo uso se describe en el Cuadro 1, por georeferenciación se obtuvo el mapa del predio dividido en 13 lotes, considerados teniendo en cuenta los linderos demarcados y el orden en que fueron recorridos, su distribución se muestra en la figura 1.

Cabe anotar que aunque en la Cuadro 1 se mencionan 25 Ha en ganadería extensiva, todo el predio incluyendo las construcciones y zonas de humedales estaban dedicadas al pastoreo del ganado, generando procesos erosivos y de contaminación en las fuentes hídricas.

**Cuadro 1.** Uso suelo Finca La Colina.

Uso	Área (Ha)
Cultivo Café Variedad Castillo Tambo	4,3
Pastos de pastoreo para Ganadería extensiva (Cebú x Criollo)	25
Construcciones y áreas comunes	0,8
Humedales y cuerpos de agua	4,17
Guadua ( <i>Guadua spp</i> )	0,95
Pasto de corte ( <i>Sacharum sinense</i> y <i>Pennisetum purpureum</i> )	1,22

### Subsistemas caracterizados

**Ganadería.** Conformada por 33 cabezas de ganado Cebú x Criollo, representados en 24,12 UGG (Unidades Gran Ganado), la capacidad de carga de la finca es de 0,57 UGG/Ha lo que indica una sobrecarga y por ende sobrepastoreo dado por una ganadería extensiva carente de manejo por largos periodos de tiempo, que refleja procesos de degradación y baja producción de biomasa afectando el sostenimiento y adecuada nutrición de los animales [7].

Café variedad Castillo Tambo. Sembrado a 1,4 m entre surcos y 1,20 m entre plantas; no presentan planeación en el manejo del cultivo y se realizan actividades conforme a las visitas desarrolladas por el asistente técnico, sin presentar novedades en cuanto al ataque de plagas y enfermedades, posiblemente por las características de resistencia a roya y adaptación que presenta la variedad a la zona [8].

**Fuentes hídricas.** Cuenta con dos manantiales de agua, que brotan de los humedales ubicados en las zonas bajas de la finca, con caudales promedio de 17,72 L/s y de 1,2 L/s en el pozo profundo, el cual es empleado para abastecer algunas necesidades de la comunidad.

Los análisis microbiológicos de la fuente al paso por las construcciones y de la quebrada, reportaron presencia considerable de coliformes totales >2419 y 66,3 NMP/100 mL y de coliformes fecales 66,3 y 74,4 NMP/100 mL respectivamente, posiblemente a causa del vertimiento de aguas provenientes del lavado del establo y actividades humanas, las cuales no reciben ningún tipo de tratamiento previo a la descarga en la fuente, excediendo los rangos máximos permitidos para estas características (0 microorganismos/100cm<sup>3</sup>) [9].

Respecto a la calidad química, los resultados indican que el agua se encuentra contaminada por las variaciones que presenta el pH en la fuente que pasa cerca a las construcciones, reportando 6 en la entrada y 6,5 en la salida del predio, así como la disminución del oxígeno disuelto de 3,8 a 3,1 mg/L y aumento de alcalinidad de 0,1 a 0,4 mmol/L; los resultados reportados en la quebrada La Laja con la que colinda el predio son: pH 5,5, presencia de NH<sub>4</sub> (0,4 mg/L), Fe (2,5 ppm) y 2 mg/L de oxígeno disuelto, la cual puede clasificarse como agua poco contaminada [9]

El predio cuenta con zonas de humedal en las partes bajas, predominando helechos arbóreos (*Cibotium spp.*), platanillo (*Heliconia bihai*), briofitas (musgos), jigua (*Nectandra acutifolia*), bore (*Alocacia macorrhiza*) y algunas ciperáceas, dichas áreas permiten el ingreso del ganado, lo que a la vez impacta la calidad del agua y la conservación de humedal.

**Pastos y forrajes.** Constituida principalmente por graminea *Brachiaria decumbens*, con algunos parches de *Brachiaria brizantha cv Marandú*, acompañadas por leguminosas dispersas de los géneros: *Desmodium*, *Stylosantes*, *Centrosema*, *Zornia* y algunas *Mimosas*, entre las malezas más frecuentes están: el mortiño (*Vaccinium floribundum*), escoba (*Sida rhombifolia*), helecho (*Pteridium aquilinum*) así como *Ciperáceas*; hacia los linderos y partes bajas del predio se pueden apreciar algunas de las especies forestales mencionadas en el cuadro 2.

**Forestal.** En talleres realizados con la comunidad se logró la identificación de 29 especies adaptadas a la zona (Cuadro 2), las cuales se asocian a las fuentes de agua en los linderos y construcciones; no presentan conectividad, por lo cual no es considerada una zona boscosa [10].

**Evaluación de sustentabilidad.** En la figura 2 se presenta la síntesis de las dimensiones evaluadas.

En promedio la sustentabilidad del sistema es 2,0. La dimensión con mayor vulnerabilidad es el técnico-pecuario dado a la carencia del manejo del ganado que ocasiona degradación en las praderas, suelos y contaminación de fuentes hídricas.

### Ruta de Transición Agroecológica para el manejo del Sistema Integrado de producción agropecuaria

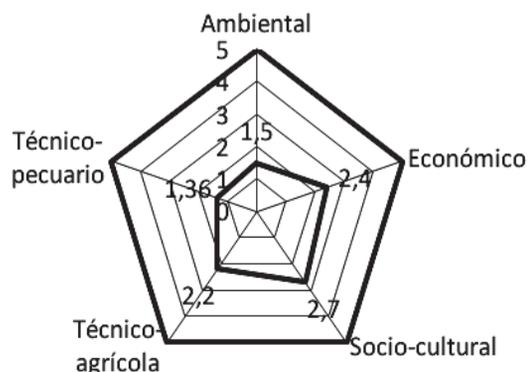
A partir del diagnóstico anteriormente expuesto se plantean los siguientes diseños.

**Cuadro 2.** Especies forestales identificadas en la Vereda de Cajete.

No	Especie	Nombre científico
1	Pomorroso	<i>Eugenia jambos</i>
2	Cucharo	<i>Myrsine guianensis</i>
3	Jigua	<i>Nectandra acutifolia</i>
4	Nispero	<i>Mespilus germanica L.</i>
5	Naranjo	<i>Citrus sp.</i>
6	Caimo	<i>Chrysophyllum cainito L.</i>
7	Guadua	<i>Guadua glomerata Guadua angustifolia</i>
8	Nacedero	<i>Trichanthera gigantea</i>
9	Arrayan	<i>Myrtus communis</i>
10	Guayaba	<i>Psidium guajava</i>
11	Pino	<i>Pinus sylvestris</i>
12	Guamo	<i>Inga codonantha</i>
13	Mandarino	<i>Citrus nobilis</i>
14	Yarumo	<i>Cecropia peltata L.</i>
15	Chachafruto	<i>Erythrina edulis</i>
16	Mortiño	<i>Vaccinium floribundum</i>
17	Platanillo	<i>Heliconia bihai</i>
18	Cafetillo	<i>Senna occidentalis (L.)</i>
19	Gargantillo	<i>Anas bahamensis</i>
21	Urapan	<i>Fraxinus chinensis Roxb</i>
22	Lechero	<i>Euphorbia lactiflua Phil.</i>
23	Sauce	<i>Salix humboldtiana</i>
25	Helecho arbóreo	<i>Cibotium spp.</i>
26	Eucalipto	<i>Eucalyptus spp</i>
27	Roble	<i>Quercus robur L.</i>
28	Mayo	<i>Pericallis hadrosoma</i>
29	Palo uvo	<i>Cordia alba</i>

**Conservación del recurso hídrico.** Aislamiento de manantiales de agua y humedales con postes y alambre de púa a una distancia de 50 m bordeando las zonas húmedas. Barreras vivas con *Trichanthera gigantea* [11] y *Alocasia macrorrhiza L.* integradas a estas, la guadua, para el mantenimiento y regulación de caudales, que disminuyen la evapotranspiración, generando microclimas para favorecer sucesión natural [12]. Otra especie propuesta es *Salix humboldti*, adaptada a condiciones de humedad mejora la calidad del agua, restaura ecosistemas ribereños, dado a que las raíces profundas y perennes impiden la erosión del suelo, ejerciendo control sobre la escorrentía freática esencial para mitigar la

**Figura 2.** Índice de sustentabilidad de la finca La Colina



contaminación; además retienen metales pesados del suelo y absorben el exceso de nitrógeno y de fósforo derivado de las actividades agrícolas [13], el diseño propuesto se muestra en la figura 2.

**Rehabilitación edáfica.** Prácticas de bio ingeniería, trinchos, estructuras construidas en zonas de cárcavas o drenes naturales para disminuir la velocidad del agua de escorrentía, retener el suelo arrastrado por la misma y recuperar suelos con alto grado de erosión [14]. Se propone la utilización de Guadua y estacas vivas de *T. gigantea*, debido a la adaptación y disponibilidad de las especies en la zona.

Barreras vivas en zonas de ladera y bordes de lotes erosionados, mitigando la escorrentía, el incremento de la cobertura vegetal garantiza el amarre de suelo y reducción hasta de un 10% en la pérdida de este. Se recomienda sembrar especies como limoncillo (*Cymbopogum citratus*), pasto elefante (*Pennisetum purpureum*), piña (*Ananas comosus L.*), sábila (*Aloe vera*) y caña panelera (*Saccharum officinarum*) [15] especies con buena estructura radicular, que proveen bienes adicionales para el sistema como es la producción de materia prima para la elaboración de aromáticas y uso tradicional por parte de la comunidad indígena (Figura 3). La siembra debe hacerse a una distancia de 0,30 X 0,30 m y la sábila en dos surcos a una distancia de 0,5 m entre plantas y 1 m entre surcos.

**Recurso forestal.** En la figura 4 se propone la protección de relictos de bosque y zonas de cauces naturales, mediante cercas vivas, establecidas con especies nativas en las áreas desprovistas de vegetación.

Esta práctica favorece la regeneración natural y continuidad de corredores biológicos para la conservación del recurso forestal (Figura 4).

**Figura 2.** Diseño en perfil de barreras vivas para zonas que comprenden humedal.



**Figura 3.** Implementación de trinchos con barreras vivas.

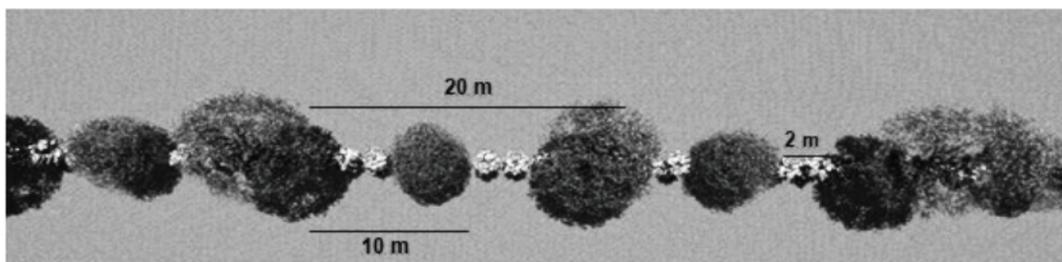


En la figura 5, se muestra el diseño de la barrera rompe-viento, que permite la regulación microclimática del sistema, la cual mitiga el efecto erosivo de los vientos dominantes que proceden del sureste con valores máximos multianuales de 5,5 m/s, y el valor mínimo multianual es de 0,27 m/s.

Es importante tener en cuenta que en el mes de Agosto en la zona de estudio se presentan remolinos de fuerte intensidad, ocasionados por la influencia de las corrientes cálidas húmedas que provienen del valle del Patía y la Costa Pacífica respectivamente [1].

**Diseño multifuncional agroforestal del cultivo de café.** Las especies propuestas para este modelo son el nogal cafetero (*Cordia alliodora*), aguacate (*Persea americana*) variedad Hass, guandúl (*Cajanus cajan*), y

**Figura 4.** Diseño en planta de las cercas vivas



algunas musáceas, con árboles de eucalipto (*Eucalyptus sp*) hacia los linderos de la vía interna (Figura 6).

El beneficio se refleja en la disminución de costos de manejo del cultivo por el aporte de nutrientes y el subsidio por la diversificación de bienes y servicios que pueden ser utilizados como alimentos, madera, leña y forraje entre otros [16].

Es necesaria la implementación del beneficio ecológico de café (BELCOSUB), complementado con lombricultura y tanques para el manejo de lixiviados mediante filtro lento continuo, que permita la disposición final del efluente [17].

**Diseño silvopastoril.** Se propone emplear como leguminosa *Leucaena diversifolia*, especie forrajera, distribuida en centro y suramérica [18], asociada con *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, adaptada a las condiciones edafoclimáticas del área de estudio y resistente a varias especies de salivazo [19]. Para lotes con topografía ondulada, el área del sistema silvopastoril es de 10,7 Ha, con rotaciones cada 5 días, en los cuales se ubica una red de agua que abastezca bebederos ecológicos conforme a las necesidades del animal.

Otra práctica silvopastoril, es la siembra de franjas forrajeras con *Leucaena diversifolia* que mejoran la calidad del suelo y suministran parte de la proteína en la dieta [18].

Se proyecta la *Leucaena diversifolia* en líneas, a una distancia de siembra de 1,5 m entre planta y 3 m entre surcos (Figura 7), la siembra de esta especie se puede asociar a la renovación de cultivos, lo cual favorece el desarrollo y crecimiento, reduciendo los costos de manejo de cercas adicionales para su protección.

El control de malezas sugerido es de forma manual con ayuda de guadaña, azadón y machete, a fin de dis-

Figura 5. Diseño de barreras rompe vientos.

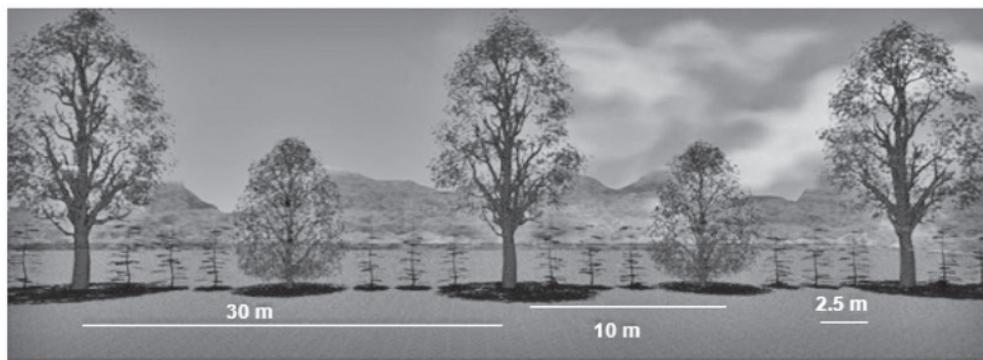


Figura 6. Diseño multifuncional agroforestal del café.



Figura 7. Establecimiento de franjas forrajeras en praderas.

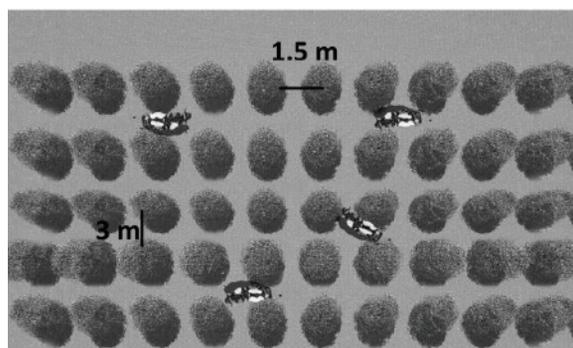


Figura 8. Diseño de instalación de frutales



minuir el espacio de competencia por nutrientes; posterior a esto se aplicarán correctivos conforme a los requerimientos de las especies propuestas (500 Kg/Ha de cal dolomítica, más 200 Kg/Ha de roca fosfórica o calfos; fertilizante completo, 300 Kg/Ha de 10-30-10 más 40 Kg/Ha de Bórax), estas deben fraccionarse en tres dosis por año. Es de resaltar la rotación en los lotes, en periodos de descanso de 45 días [19].

Conformación de un banco forrajero con caña forrajera (*Saccharum officinarum*), pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) y botón de oro (*Thitonia diversifolia*) en un área de 1,5 Ha, como complemento a la alimentación animal.

### Propuesta para la seguridad alimentaria de la comunidad UAIIN

Se proponer el establecimiento de algunas especies menores, huerta y frutales que contribuyan a la seguridad alimentaria de la comunidad, la cual se define como la producción sostenible de alimentos, bajo condiciones de fácil acceso satisfaciendo las necesidades alimenticias de la comunidad [20].

**Especies menores.** Cría de 200 gallinas ponedoras de la línea Bacon Brown, 20 pollos de engorde y 22 conejos de las razas Nueva Zelanda, Chinchilla y Mariposa, garantizando una fuente proteica de alta calidad en la alimentación humana.

Se ubicarán en el área cercana a la vivienda, que facilita el manejo y cuidado de las especies.

Considerando los altos costos de producción representados principalmente por la compra de concentrados comerciales, que hace insostenible el proceso

productivo pues reduce la rentabilidad del sistema [23], se propone el establecimiento de un banco forrajero que permita la formulación de dietas alternativas [21], con el aprovechamiento de los estiércoles en otros subsistemas, reduciendo costos de producción y favoreciendo las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo.

Establecimiento de la huerta. Fundamenta sobre bases de la agricultura ecológica donde se plantean las necesidades de preservar los recursos, ofrecer alimentos sanos y de buena calidad, conservando la biodiversidad.

Se propone usar policultivos, rotaciones y algunas posibles asociaciones favorables con criterios de extracción de nutrientes, hábito de crecimiento, parte productiva de la planta, requerimientos nutricionales y alelopatía [20], entre las hortalizas propuestas esta: Rábano (*Raphanus sativus*), Lechuga crespada (*Lactuca sativa*), Repollo (*Brassica oleracea*), Zapallo (*Cucurbita moshata*), Zanahoria (*Daucus carota*), Aji pique (*Capsicum annum*), Brócoli (*Brassica oleracea*), Cilantro (*Coriandrum sativum* L.), Archucha (*Cyclanthera pedata*), Habichuela (*Phaseolus vulgaris*), Arveja (*Pisum sativum*), Achiote (*Bixa orellana*), Perejil (*Petroselinum crispum*), Arracacha (*Arracacia xanthorrhiza*), Acelga (*Beta vulgaris*), Espinaca (*Spinacia oleracea*), Maíz (*Zea mays*), así como algunas especies medicinales y condimentarias de interés para la comunidad; el diseño de la huerta propuesta es tipo "Tull", es decir asociada con árboles [16].

**Establecimiento de frutales.** Las especies se seleccionaron de acuerdo con su adaptación a las condiciones climáticas de la zona y a la vocación de suelo, teniendo en cuenta rotaciones y posibles asociaciones, entre las especies propuestas están: Mora de castilla (*Rubus glaucos*), Granadilla (*Passiflora ligularis*), Banano (*Musa acuminata*), Naranja (*Citrus sinensis*), Mandarino (*Citrus nobilis*), Limón (*Citrus limonum*), Tomate de árbol (*Solanum betacea*) y aguacate (*Persea americana*) Figura 8.

Lo anterior ayuda a conformar el sistema integrado de producción agropecuaria que reduzca el uso de recursos externos, el impacto ambiental y que fortalezca el desarrollo pedagógico-productivo de la Universidad Autónoma Intercultural Indígena (UAIIN), debido a que la propuesta del sistema integrado de producción sostenible está enmarcado bajo los principios de la agro ecología permitiendo la complemen-

tariedad de los subsistemas propuestos, el ciclaje de nutrientes y materia orgánica, logrando así ser modelo base para las comunidades que tengan participación en la finca La Colina.

## CONCLUSIONES

La propuesta productiva elaborada para la Finca La Colina de la Universidad autónoma intercultural indígena UAIIN, permitió la conformación de sistemas integrados de producción agropecuaria que incluyan especies propias de cada región y cultura, ligado a la planificación predial determinada por las condiciones edafoclimáticas propias de la región.

Las actividades se enfocaron en el mejoramiento de la agrodiversidad, disminuyendo los impactos generalmente ocasionados por el mal manejo del ganado.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos a la Universidad del Cauca por el apoyo en el desarrollo de la investigación, al CRIC y a la UAIIN por permitirnos participar del proceso educativo.

## REFERENCIAS

- [1] COLOMBIA. INSTITUTO GEOGRAFICO AGUSTIN CODAZZI (IGAC). Estudio general de los suelos y zonificación de tierras del Departamento del Cauca. Bogotá (Colombia): Imprenta Nacional de Colombia, 2009, 549 p.
- [2] UNIVERSIDAD AUTÓNOMA INTERCULTURAL INDÍGENA (UAIIN). Un proceso para consolidar y cualificar la educación indígena y comunitaria en el marco de la interculturalidad. [En línea]. S.F. Available: <http://www.cric-colombia.org/portal/universidad-autonoma-indigena-intercultural-uaii/>, [Citado 28 de Agosto de 2013].
- [3] ALCALDÍA MUNICIPAL DE POPAYÁN. Plan De Ordenamiento Territorial (POT) para Popayán 2002–2011. Popayán (Colombia): 2002, 351 p.
- [4] PARENT, G. Guía de planificación de unidades familiares de producción. CDMB Bucaramanga (Santander): Corporación de defensa de la meseta de Bucaramanga, 1990.
- [5] LONDOÑO, L.A. Marco conceptual y metodológico para la caracterización, análisis y planificación

- de parcelas. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, 2010, 37 p.
- [6] LONDOÑO, L.A. Guía de indicadores ambientales, económicos y socio/culturales para evaluar sustentabilidad y vulnerabilidad al cambio climático. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, 2010, 17 p.
- [7] CUESTA, P. Producción y utilización de recursos forrajeros en sistemas de producción bovina de las regiones Caribe y Valles Interandinos. Palmira (Colombia): Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA), 2005, 97 p.
- [8] POSADA, H.E., ALVARADO, G., CORTINA, A., SOLARTE, C., DUQUE, H., BALDIÓN, J. y GUZMÁN, O. La variedad Castillo Tambo para regiones cafeteras de Cauca, Nariño, Huila, Tolima, y Valle del Cauca. Chinchina (Colombia): Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ): Avance Técnico 344, 2006, 8 p.
- [9] ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN, LA CIENCIA Y LA CULTURA (UNESCO). Parámetros de calidad química de aguas. "El agua fuente de vida" 2005-2015 [en línea]. 2005. Available: <http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>, [Citado 15 de Septiembre de 2013].
- [10] CENTRO PARA LA INVESTIGACIÓN EN SISTEMAS SOSTENIBLES DE PRODUCCIÓN AGROPECUARIA (CIPAV). Restauración de suelos y vegetación nativa: ideas para una ganadería andina sostenible. Cali, (Colombia): 2003.
- [11] CORPOICA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA y SISTEMA DE TOMA DE DECISIÓN PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS. *Trichanthera gigantea* (Cajeto, Quiebrabrigo, Nacedero, Aro) [en línea]. 2013. Available: [www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha\\_11.pdf](http://www.corpoica.org.co/NetCorpoicaMVC/STDF/Content/fichas/pdf/Ficha_11.pdf) [Citado 20 de Diciembre de 2013].
- [12] GUADUA COLOMBIA. Importancia y utilidad de la guadua *angustifolia* kunt [en línea]. S.F. Available: <http://guaduaymbambu.es.tl/Estudio-7.htm>, [Citado 25 de Octubre de 2013].
- [13] JARAMILLO, F.A. y MAYOTAL, M.E. Efecto de sauce (*Salix humboldti*) sobre kikuyo (*Penisetum candestinum*) en arreglos silvopastoriles en el valle de Sibundoy, Putumayo [Tesis Ingeniería Forestal]. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2010, 99 p.
- [14] RIVERA, J.H. Construcción de trinchos vivos para la conducción de aguas de escorrentía en zonas tropicales de ladera. Chinchina (Colombia): Avance Técnico 296, Centro Nacional de Investigaciones del Café (CENICAFÉ), 2002, 8 p.
- [15] LEÓN, J.D. Estrategias para el control y manejo de la erosión en cárcavas [en línea]. 2012. Available: [www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi\\_Cuencas\\_Pregrado/Control%20erosi%F3n%20en%20c%20E1rcavas%20cuadernos%20ambiental.pdf](http://www.unalmed.edu.co/~poboyca/documentos/documentos1/documentos-Juan%20Diego/Plnaifi_Cuencas_Pregrado/Control%20erosi%F3n%20en%20c%20E1rcavas%20cuadernos%20ambiental.pdf), [Citado 18 de Noviembre de 2013].
- [16] OSPINA, A. Propuesta de Metodología Agroforestal para Caracterizar el Huerto Familiar Tropical del Continente Americano [en línea]. 2004. Available: <http://www.ecovivero.org/agroforestal-caracterizaciondelhuerto.pdf>, [Citado 15 de Enero de 2014].
- [17] FAJARDO, I.F. y SANZ, J.R. Evaluación de la calidad física del café en los procesos de beneficio húmedo tradicional y ecológico (BECOLSUB). Chinchina (Colombia). Centro Nacional de Investigaciones de Café (CENICAFÉ), 2003, p. 286-296.
- [18] POLANIA, L.A. y RENDÓN, E.R. Línea base de especies arbóreas y arbustivas con aptitud forrajera en sistemas de producción ganadera, en el peniplano de Popayán [Tesis Ingeniería Agropecuaria]. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias, 2009, 101 p.
- [19] PETERS, M., FRANCO, L.H., SCHMIDT, A. e HINCAPIÉ, B. Opciones para productores del trópico Americano. Especies forrajeras multipropósito. Palmira (Colombia): Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 2012, 211 p.
- [20] HOGARES JUVENILES CAMPESINOS. Cultivo ecológico de hortalizas. Bogotá (Colombia): Lexus editores, 2010, p. 90-97, p. 18,19, 27-29.
- [21] ALEGRIA, G.A. y CAICEDO, A.F. Evaluación de tres dietas a base de harina de Bore (*Alocasia macorrhiza*) en pollos de engorde [Tesis Agrozootecnia]. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Agropecuarias, 2008, 89 p.