

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE ENSEÑANZA PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN**  
**ESCUELA DE POSGRADUADOS**

RECIBIDO  
23, ENE 2012

**EVALUACION DE TECNOLOGIAS ALTERNATIVAS A LA TUMBA Y QUEMA**  
**EN LA CUENCA DEL RIO SAN FÉLIX, PANAMA**

**POR**

**TOMAS B. MORENO M.**

**CATIE**

Turrialba, Costa Rica  
2001

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**  
**PROGRAMA DE EDUCACIÓN PARA EL DESARROLLO Y LA CONSERVACIÓN**  
**ESCUELA DE POSGRADO**

RECIBIDO  
23 ENE 2002

RECIBIDO  
23 ENE 2002

# **Evaluación de tecnologías alternativas a la tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix, Panamá**

**Tesis sometida a la consideración de la Escuela de Postgrado, Programa de Educación para el  
Desarrollo y la Conservación del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza  
como requisito parcial para optar al grado de:**

*Magister Scientiae*

Por

**Tomás B. Moreno M.**

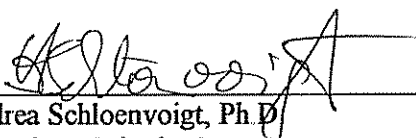
**CATIE**

**Turrialba, Costa Rica  
2001**

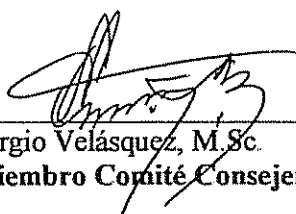
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

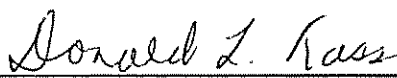
*MAGISTER SCIENTIAE*

FIRMANTES:

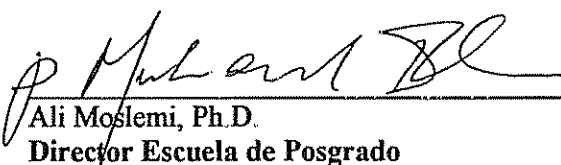
  
\_\_\_\_\_  
Andrea Schloenvoigt, Ph.D.  
Consejero Principal

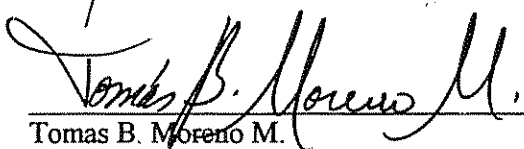
  
\_\_\_\_\_  
Francisco Jiménez, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Sergio Velásquez, M.Sc.  
Miembro Comité Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Donald L. Kass, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero

\_\_\_\_\_  
Eduardo Somarriba, Ph.D.  
Miembro Comité Consejero

  
\_\_\_\_\_  
Ali Moslemi, Ph.D.  
Director Escuela de Posgrado

  
\_\_\_\_\_  
Tomas B. Moreno M.  
Candidato

*a mi esposa Michelle*

## AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo fue gracias a la ayuda de muchas personas, que de una u otra manera hicieron aportes importantes.

Quiero agradecer muy especialmente a mi asesor principal, la Dra. Andrea Schlonvoigt, por sus sugerencias durante el desarrollo de este proyecto. También, al resto de mi comité asesor, al Dr. Francisco Jiménez, al Dr. Donald Kass, al MSc. Sergio Velásquez y al Dr. Eduardo Somarriba, por toda la ayuda brindada.

Al Proyecto Agroforestal Ngöbe (PAN) por su apoyo, tanto económico como logístico, y muy especialmente a todo su equipo de trabajo: técnicos de campo, transportistas, diseño gráfico y personal de oficina, quienes siempre estuvieron anuentes a cooperar conmigo.

A los agricultores de la Cuenca del Río San Félix, especialmente a Genaro Guerra, Samuel Franco, Clemente Sandoya, Aversio Sánchez, Libertino Sánchez, Francisco Sánchez y Basilio Montezuma, quienes dedicaron buena parte de su tiempo a esta investigación y por haberme recibido de una manera familiar en sus hogares. También, a Christophe Henry por permitirme la utilización de su equipo de GPS.

Al Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP), especialmente al banco de semillas, y al Departamento de Suelos de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá por la cooperación brindada.

A la Agencia Sueca para el Desarrollo Internacional (ASDI), por haber financiado mis estudios en CATIE y al Departamento de Agroforestería del CATIE por haber apoyado parte de mi sustento durante el periodo de estudios.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) por haberme brindado la oportunidad de realizar estudios de postgrado en esta prestigiosa institución.

Finalmente quiero agradecer de manera muy especial a mi esposa Michelle por todo el apoyo brindado.

## BIOGRAFÍA

El autor nació en la ciudad de Panamá el cinco de julio de 1970. Inició sus estudios primarios en 1976 en la escuela Victoria de Spinay y finalizó en 1981 en la escuela La Montañuela.

En 1982 inició sus estudios secundarios en el colegio Rafael Quintero Villarreal, donde obtuvo el certificado de primer ciclo en 1984 y el grado de Bachiller en Ciencias en 1987.

En 1992 ingresó a la Universidad Nacional de Panamá, obteniendo el grado de Licenciado en Biología con Orientación en Biología Vegetal en 1999.

Durante el periodo universitario fue miembro activo del grupo estudiantil SIBUP (Sociedad de Investigaciones Biológicas de la Universidad de Panamá), donde participó como voluntario en algunos proyectos.

Desde abril de 1997 hasta diciembre de 1999 trabajó como técnico de campo en el proyecto Gusano Barrenador del Ganado, el cual fue financiado por el USDA-ARS (United States Department of Agriculture-Agricultural Research Service) y el Gobierno de Panamá y administrado inicialmente por el IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) y posteriormente por COPEG (Comisión Panamá-Estados Unidos para la Erradicación y Prevención del Gusano Barrenador del Ganado).

En enero del 2000 ingresó al programa de postgrado del CATIE, donde obtuvo el grado de MSc. en Agroforestería Tropical en diciembre del 2001.

## CONTENIDO

APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
BIOGRAFÍA.....	v
CONTENIDO.....	vi
RESUMEN.....	ix
SUMMARY.....	xi
ÍNDICE DE CUADROS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xvi
<b>1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Conservación y uso de la tierra en cuencas hidrográficas.....	3
2.2. Agricultura de tumba y quema.....	3
2.3. Barbechos mejorados.....	5
2.3.1. Aspectos generales.....	5
2.3.2. Algunas especies potenciales.....	7
2.3.2.1. Canavalia ( <i>Canavalia ensiformis</i> ).....	7
2.3.2.2. Guandú ( <i>Cajanus cajan</i> ).....	8
2.3.2.3. Kudzú ( <i>Pueraria phaseoloides</i> ).....	9
2.3.2.4. Mucuna ( <i>Mucuna deeringiana</i> ).....	10
2.4. Investigación participativa.....	11
2.5. Bibliografía.....	12
<b>3. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TUMBA Y QUEMA EN LA CUENCA DEL RÍO SAN FÉLIX, PANAMÁ.....</b>	<b>17</b>
3.1. Introducción.....	17
3.2. Materiales y métodos.....	18
3.2.1. Descripción del área de estudio.....	18
3.2.2. Diseño del estudio.....	19
3.2.3. Colecta de la información.....	21
3.2.3.1. Información geográfica y uso de la tierra.....	21
3.2.3.2. Diagnóstico agroforestal con énfasis en agricultura de tumba y quema.....	21
3.2.4. Análisis de la información.....	23
3.2.4.1. Información geográfica e interpretación de imagen de satélite.....	23
3.2.4.2. Diagnóstico agroforestal con énfasis en agricultura de tumba y quema.....	23
3.3. Resultados.....	23
3.3.1. Información geográfica e interpretación de imagen de satélite.....	23
3.3.2. Diagnóstico agroforestal con énfasis en agricultura de tumba y quema.....	25
3.3.2.1. Información social.....	25
3.3.2.2. Información socioeconómica.....	26
3.3.2.2.1. El manejo de la tierra.....	26
3.3.2.2.2. Economía familiar.....	27
3.3.2.2.2.1. Agricultura de subsistencia.....	27
3.3.2.2.2.2. El cultivo del café.....	28

3.3.2.2.3. La cría de animales	28
3.3.2.2.4. Migraciones temporales	28
3.3.2.3. Información agrícola relacionada al sistema de tumba y quema en la Cuenca del río San Félix	29
3.3.2.3.1. Principales cultivos	29
3.3.2.3.2. Prácticas y ciclo agrícola	29
3.3.2.3.3. Producción	31
3.3.2.3.4. Conservación de suelos y fuentes de agua	32
3.4. Discusión	33
3.4.1. Información geográfica e interpretación de imagen de satélite	33
3.4.2. Diagnóstico agroforestal con énfasis en agricultura de tumba y quema	36
3.4.2.1. Aspectos sociales	36
3.4.2.2. Información socioeconómica	37
3.4.2.2.1. El manejo de la tierra	37
3.4.2.2.2. Economía familiar	37
3.4.2.2.2.1. Agricultura de subsistencia	37
3.4.2.2.2.2. El cultivo del café	39
3.4.2.2.2.3. La cría de animales	40
3.4.2.2.2.4. Migraciones temporales	40
3.4.2.3. Información agrícola relacionada al sistema de tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix	41
3.4.2.3.1. Principales cultivos	41
3.4.2.3.2. Prácticas y ciclo agrícola	43
3.4.2.3.3. Producción	46
3.4.2.3.4. Conservación de suelo y fuentes de agua	49
3.5. Conclusiones y recomendaciones	50
3.5.1. Conclusiones	50
3.5.2. Recomendaciones	52
3.6. Bibliografía	52
<b>4. EVALUACIÓN DE ESPECIES LEGUMINOSAS Y MANEJO DE RASTROJOS EN FINCAS DE PRODUCTORES NGÓBES DE LA CUENCA DEL RIO SAN FELIX, PANAMA</b>	<b>56</b>
4.1. Introducción	56
4.2. Materiales y métodos	57
4.2.1. Descripción del sitio experimental	57
4.2.2. Diseño experimental	57
4.2.3. Establecimiento y manejo del ensayo	59
4.2.4. Colecta de datos	59
4.2.4.1. Evaluaciones de campo	59
4.2.4.2. Evaluaciones de laboratorio	60
4.2.4.3. Evaluaciones con productores participantes	60
4.2.5. Análisis de la información	61
4.2.5.1. Evaluaciones de campo	61
4.2.5.2. Evaluaciones de laboratorio	61
4.2.5.3. Evaluaciones con productores participantes	61
4.3. Resultados	62
4.3.1. Condiciones biofísicas de los terrenos utilizados para la tumba y quema	62
4.3.2. Supervivencia, crecimiento y producción de biomasa de leguminosas	64
4.3.3. Contenido nutricional en las leguminosas	67
4.3.4. Participación de los actores en el ensayo	68



4.4. Discusión.....	70
4.4.1. Condiciones biofísicas de los terrenos utilizados para tumba y quema.....	70
4.4.2. Sobrevivencia, crecimiento y producción de biomasa de leguminosas.....	71
4.4.3. Contenido nutricional de las leguminosas.....	74
4.4.4. Participación de los actores en el ensayo.....	75
4.5. Conclusiones y recomendaciones.....	77
4.5.1. Conclusiones.....	77
4.5.2. Recomendaciones.....	78
4.6. Bibliografía.....	79
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....</b>	<b>82</b>
5.1. Conclusiones.....	82
5.2. Recomendaciones.....	83
<b>6. ANEXOS.....</b>	<b>84</b>

Moreno, T. 2001. Evaluación de tecnologías alternativas a la tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix, Panamá.

**Palabras claves:** Comarca Ngöbe-Buglé, uso de la tierra, diagnóstico agroforestal, canavalia (*Canavalia ensiformis*), guandú (*Cajanus cajan*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*), mucuna (*Mucuna pruriens*), rastrojo, cobertura, investigación participativa.

### RESUMEN

El presente estudio fue desarrollado, entre los meses de marzo y agosto del 2001, en la Cuenca del Río San Félix, Comarca Ngöbe-Buglé, en la parte occidental de Panamá, específicamente entre los distritos de Mirono y Nole Duima (entre los 08°18' - 08°38' N y los 82°00' - 81°45' W). Esta zona presenta muchas limitaciones para el desarrollo agrícola, como la topografía de ladera, la baja fertilidad y el pH ácido de los suelos. La región se encuentra habitada por la etnia Ngöbe-Buglé, quienes se dedican principalmente a la agricultura tradicional de tumba y quema. Sin embargo, en la actualidad este método no cubre las necesidades básicas de alimentación.

Los objetivos de este trabajo fueron: 1) caracterizar los sistemas tradicionales de tumba y quema en la Cuenca Alta, Media y Baja del Río San Félix y 2) evaluar, bajo un proceso participativo con productores de la zona, el potencial de diferentes especies leguminosas como abono verde, en sistemas de tumba y quema de la Cuenca Media-Baja del Río San Félix.

Se hicieron recorridos por las diferentes zonas de la cuenca en donde se colectó información geográfica y se describieron los principales usos de la tierra. Se obtuvo información socio-económica y agrícola relacionada a los sistemas de tumba y quema de la zona. Se llevó a cabo una investigación participativa, con productores de la zona, para conocer el potencial de diferentes especies leguminosas como abono verde en sistemas de rastrojos. Se montaron parcelas experimentales en siete fincas de la cuenca media-baja. El diseño experimental fue de parcelas divididas en bloques completos al azar. Las parcelas completas correspondieron al factor preparación del terreno, el cual tenía tres niveles: rastrojo natural, corte-cobertura y corte-quema. Las subparcelas correspondieron al factor especie de leguminosa, el cual tenía cinco niveles: canavalia (*Canavalia ensiformis*), guandú (*Cajanus cajan*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*), mucuna (*Mucuna pruriens*) y control sin leguminosas. Las variables evaluadas fueron: sobrevivencia, crecimiento en longitud, cobertura de leguminosas, biomasa de leguminosas, biomasa total (rastrojo + leguminosas), participación de los productores, y aceptabilidad inicial de barbechos mejorados con leguminosas.

Se pudo conocer que aproximadamente el 60 % de la Cuenca del Río San Félix está cubierta por rastrojos los cuales periódicamente (generalmente cada 3-4 años) son utilizados como campos agrícolas. Existe un patrón común en la agricultura tradicional en las diferentes zonas (alta, media y baja). Sin embargo, se encontraron algunas diferencias en cuanto a los cultivos principales, ciclo agrícola y prácticas agrícolas, las cuales están determinadas por las condiciones ambientales. Un mes después de la siembra de las leguminosas, se observaron diferencias significativas en cuanto a sobrevivencia y crecimiento en longitud de las diferentes especies ( $p < 0.0001$  y  $0.0002$  respectivamente). Canavalia presentó los mayores porcentajes de supervivencia (92.9 %) seguido de la mucuna (83.3 %), mientras que kudzú y guandú presentaron los menores porcentajes (54.5 y 51.1 % respectivamente). El crecimiento promedio fue mayor en mucuna (122.7 cm), seguidos de canavalia (46.1 cm), guandú (32.7 cm) y kudzú (9.8 cm).

Tres meses después de la siembra de las leguminosas, se encontraron diferencias significativas en cobertura y producción de biomasa de leguminosas entre especies y entre preparaciones del terreno ( $p < 0.0001$  en ambos casos). La mucuna presentó los mayores porcentajes promedio en cobertura

(58.3 %), seguido de canavalia (14.4 %), guandú (1.5 %) y kudzú (0.3 %). En cuanto a la preparación, corte-quema presentó los mayores porcentajes. La mucuna también presentó la mayor producción de biomasa fresca promedio (4.40 t ha<sup>-1</sup>), seguida de canavalia (2.17 t ha<sup>-1</sup>), guandú (0.13 t ha<sup>-1</sup>) y kudzú (0.06 t ha<sup>-1</sup>). En cuanto a preparación, corte-quema presentó las mayores producciones de biomasa fresca promedio (2.95 t ha<sup>-1</sup>), seguido por corte-cobertura (1.19 t ha<sup>-1</sup>) y rastrojo (0.70 t ha<sup>-1</sup>). La producción de biomasa fresca total (rastrojo + leguminosa) presentó diferencias significativas entre especie ( $p = 0.0006$ ), pero no entre preparaciones ( $p = 0.1248$ ). Los barbechos con canavalia presentaron la mayor producción promedio de biomasa fresca total (17.2 t ha<sup>-1</sup>), seguido de los barbechos con mucuna (15.3 t ha<sup>-1</sup>); sin embargo, la proporción leguminosa / rastrojo fue mayor en los barbechos con mucuna. Los barbechos con guandú y kudzú fueron estadísticamente iguales al control (13.9, 13.3 y 13.6 t ha<sup>-1</sup> respectivamente).

Los productores tuvieron una participación del 54.3 %, según el número de horas invertidas en los ensayos. El 100 % de los productores que participaron en la evaluación final mostró preferencia por la mucuna como especie con mayor potencial para barbechos mejorados en la zona. Esto, mediante el método de siembra al voleo y a inicios de la estación lluviosa. En cuanto a la preparación del terreno más apropiada para el establecimiento del barbecho mejorado, el 66.7 % de los productores participantes en la evaluación final mostró preferencia por corte-cobertura, el 22.2 % por rastrojo y el 11.1 % por corte-cobertura o rastrojo, dependiendo del tiempo disponible. El 100 % de los productores participantes colocó la canavalia como segunda opción, mientras que el guandú y el kudzú fueron descartados. La aceptabilidad inicial entre los productores fue del 65 % de probabilidad, muy cercana al 69 % de probabilidad estimado por el investigador.

Se comprobó que la mucuna es la especie con mayor potencial, como abono verde en barbechos mejorados, para la cuenca media-baja del río San Félix. Se llegó a esta conclusión con base en los resultados de las evaluaciones de campo y en la preferencia de los productores, basada en las experiencias y observaciones realizadas.

**Moreno, T. 2001. Evaluation of alternative technologies to the slash and burn system in the watershed of the San Felix River, Panama.**

**Key words:**, Ngöbe-Bugle reserve, land uses, agroforestry diagnostic, Canavalia (*Canavalia ensiformis*), Pigeon Pea (*Cajanus cajan*), Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), Mucuna (*Mucuna pruriens*), fallow, mulch, participative research.

## SUMMARY

This study was carried out between March through August, 2001 in the San Felix watershed of the Ngöbe-Bugle reserve in western Panama (08°18' - 08°38' N and 82°00' - 81°45' W). This region is characterized by many limitations for agricultural production, such as very inclined topography, low soil fertility and highly acidic soils. This zone is inhabited by the indigenous group, the Ngöbe-Bugle, who traditionally utilize slash and burn agriculture. However, this method of agriculture is not presently producing sufficient food to cover their basic nutritional needs.

The objectives of this study were the following: 1) characterize the traditional slash and burn system in the high, medium and low areas of the watershed of the San Felix River, and 2) evaluate, under a participative process with local producers, the potential of various leguminous plant species used as cover crops, in the system of slash and burn in the medium to lower watershed of the San Felix River.

Research expeditions were made to the different areas of the San Felix River Watershed to collect geographic information and to describe the principal uses of the land. Also, socio-economic and agricultural information about the slash and burn system were collected. Additionally, a participative study was carried out with local people to identify the potential utilization of leguminous species as cover crops. Experimental plots were established in seven farms of the medium-low watershed. The experimental design consisted of divided plots within randomized complete blocks. The large plots corresponded to the land preparation factor that contained three levels: natural fallow, slash-mulch, and slash-burn. The small plots corresponded to the species factor that contained five levels: Canavalia (*Canavalia ensiformis*), Pigeon Pea (*Cajanus cajan*), Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), Mucuna (*Mucuna pruriens*) and a control without legumes. The evaluated variables were: survival, growth, coverage of legume, fresh biomass of legume and total fresh biomass (legume + weeds), farmer participation, and initial acceptability of improved fallow with legumes.

About 60 % of the San Felix Watershed is covered by fallow vegetation which periodically (every 3-4 years) are used for crops. There is a common pattern in the traditional systems of agriculture in the different zones of the San Felix Watershed (high, medium and low watershed). However, some differences were found relative to the principal crops, agricultural cycle, and agricultural practices, which are determined by environmental conditions.

A month after sowing the legume seeds, statistical differences were found in the legume coverage and biomass production of the legumes between species and soil preparations ( $P = 0.0001$  and  $P = 0.0002$ ). Mucuna had the highest average percent of area coverage (58.3 %), next being Canavalia (14.4 %), and finally Pigeon Pea (1.5%) and Kudzu (0.3 %).

The Mucuna produced the highest amount of fresh biomass average over all of the soil preparation treatments ( $4.44 \text{ t ha}^{-1}$ ), secondly the Canavalia ( $2.17 \text{ t ha}^{-1}$ ), next Pigeon Pea ( $0.13 \text{ t ha}^{-1}$ ) and lastly being the Kudzu ( $0.06 \text{ t ha}^{-1}$ ). Within the factor of soil preparation, the slash and burn treatment had the highest production of biomass average ( $2.95 \text{ t ha}^{-1}$ ), secondly being the slash and mulch ( $1.19 \text{ t}$

ha<sup>-1</sup>), and lastly the natural fallow (0.79 t ha<sup>-1</sup>). The production of total biomass (fallow plus legume production) were significantly different within legume species ( $P = 0.0006$ ), but not with soil preparation treatments ( $P = 0.1248$ ). The areas of fallow with Canavalia had the highest production average of total biomass production (17.2 t ha<sup>-1</sup>), secondly being the areas of fallow with Mucuna (15.3 t ha<sup>-1</sup>). However, the proportion of biomass from the fallow relative to biomass of the legume was higher in the areas of fallow with Mucuna. The areas of fallow with Pigeon Pea and Kudzu were not statistically different from the control (13.9, 13.3, and 13.5 t ha<sup>-1</sup>, respectively).

The farmers provided 53.3 % of the total labor inverted into the field trials. From the farmers who participated in the final evaluation, 100 % presented preference for Mucuna as the highest potential species for improved fallow in the region. According to the farmers, the best form of sowing should be to throw the Mucuna seeds randomly in the field at the beginning of the wet period. With respect to the best soil preparation for using Mucuna, 66.7 % of the farmers preferred slash-mulch, 22 % of the farmers preferred natural fallow, and 11.1 % preferred slash-mulch or natural fallow, depending of the availability of time. One hundred percent of the farmers considered Canavalia as a second option, and Pigeon Pea and Kudzu were discarded as potential options. The probability of the initial acceptability among the farmers was 65 % compared to 69 % determined by the researcher.

Based on the results of this study, Mucuna has demonstrated to be the species that has the highest potential as a cover crop for improved fallows in the intermediate to lower areas in the Watershed of the San Felix River.

## ÍNDICE DE CUADROS

1. Variables cualitativas y cuantitativas consideradas en el diagnóstico agroforestal con énfasis en agricultura de tumba y quema.....	20
2. Reuniones-taller realizadas.....	22
3. Porcentajes de las fincas correspondientes a las diferentes categorías de tamaño en tres zonas altitudinales de la Cuenca del Río San Félix.....	26
4. Porcentaje de familias correspondientes a las diferentes categorías de tiempo en que se consume la producción de granos básicos en el hogar, en tres zonas altitudinales de la Cuenca del Río San Félix.....	27
5. Porcentaje de productores dedicados a los diferentes cultivos anuales en tres zonas altitudinales de la Cuenca del Río San Félix. ....	29
6. Cantidad de semilla sembrada y producción de granos básicos reportada por los informantes en la Cuenca del Río San Félix. ....	32
7. Ubicación, altura y pendiente de los sitios experimentales en la cuenca del río San Félix, Panamá.....	62
8. Algunas características físicas y químicas de los suelos en siete fincas de la Cuenca del río San Félix, Panamá.....	63
9. Uso anterior y estado inicial de la vegetación en siete fincas en la cuenca del río San Félix, Panamá.....	64
10. Promedios de supervivencia, longitud, cobertura y biomasa de especies leguminosas establecidas en tres preparaciones de terreno en la Cuenca del Río San Félix, Panamá.....	67
11. Promedios de sobrevivencia, longitud, cobertura y biomasa de cuatro especies leguminosas establecidas en tres preparaciones del terreno en la Cuenca del Río San Félix, Panamá.....	67
12. Materia seca y concentración de N en cuatro especies leguminosas (promedio de dos fincas).....	67
13. Grado de participación de las partes involucradas (investigador y productores), según el tiempo invertido en las diferentes actividades en siete fincas de la Cuenca del Río San Félix, Panamá.....	68
14. Propuesta de los productores participantes para el manejo de barbechos mejorados con leguminosas en la cuenca del río San Félix, Panamá.....	69
15. Porcentaje de aceptación inicial del uso de mucuna en barbechos mejorados en la Cuenca del Río San Félix, Panamá.....	69

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. a) Mapa de la Cuenca del Río San Félix mostrando los principales tipos de cobertura vegetal y b) Porcentaje del área ocupada por los diferentes tipos de cobertura vegetal en la Cuenca del Río San Félix.....	24
2. a) Mapa hipsométrico de la Cuenca del Río San Félix y b) hipsometría.....	25
3. Ciclo agrícola de los principales cultivos en las zonas alta, media y baja de la Cuenca del Río San Félix, Panamá.....	30
4. a) Supervivencia y b) crecimiento de cuatro especies leguminosas creciendo en tres diferentes preparaciones del terreno un mes después de la siembra, Cuenca del Río San Félix, Panamá.....	65
5. a) Cobertura y b) biomasa de cuatro leguminosas en tres diferentes preparaciones del terreno, Cuenca del Río San Félix, Panamá.....	66
6. a) Biomasa total (leguminosas + malezas) y b) proporción rastrojo / leguminosa en los diferentes sistemas de barbechos, Cuenca del Río San Félix, Panamá.....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

1. Mapa de Panamá mostrando el área de estudio.....	84
2. Guía de diálogo semi-estructurado para informantes claves.....	85
3. Guía de diálogo semi-estructurado para grupos de productores.....	86
4. Guía de diálogo semi-estructurado para productores individuales o familiar.....	87
5. Bosque ubicado en la zona alta de la Cuenca del Río San Félix.....	88
6. Áreas cubiertas por rastrojos en la Cuenca del Río San Félix.....	88
7. Áreas cubiertas por pastos naturales en zonas montañosas de la Cuenca del Río San Félix.....	89
8. Cría de ganado en la Cuenca del Río San Félix.....	89
9. Preparación del terreno para la primera siembra.....	90
10. Siembra de maíz en asocio con arroz en la parte baja y media de la Cuenca del Río San Félix.....	90
11. Maíz de postrera, sembrado al voleo y sin control de malezas, en rastrojos de la zona media y baja de la Cuenca del Río San Félix.....	91
12. Maíz sembrado al voleo y sin control de malezas en la zona alta.....	91
13. Poroto en asocio con maíz en la zona alta de la Cuenca del Río San Félix.....	92
14. Planta potabilizadora ubicada en la Cuenca Baja del Río San Félix.....	92
15. Arreglo de las parcelas y subparcelas.....	93
16. Establecimiento de las parcelas en campo.....	93
17. Marco de plástico de 1 m <sup>2</sup> con el que se evaluó la cobertura de leguminosas y se obtuvieron las muestras para medir biomasa de leguminosas y biomasa total.....	94
18. Análisis de aceptabilidad inicial con productores.....	94
19. Canavalia un mes después de la siembra.....	95
20. Guandú un mes después de la siembra.....	95
21. Kudzú un mes después de la siembra.....	96
22. Mucuna un mes después de la siembra.....	96
23. Tratamiento dominado por la leguminosa (mucuna).....	97
24. Tratamiento dominado por malezas y vegetación de rastrojo.....	97



## LISTA DE ABREVIATURAS

Ira	= Primera
Iria	= Primaria
2da	= Segunda
Activ.	= Actividad
Ab	= Abril
Ag	= Agosto
B/.	= Balboa (Unidad monetaria de Panamá)
Dic	= Diciembre
Ene	= Enero
F arc are	= Franco arcillo arenoso
F are	= Franco arenoso
Feb	= Febrero
g	= Gramo
H / h	= Hora / hombre
ha	= Hectárea
Jul	= Julio
Jun	= Junio
kg	= Kilogramo
km	= Kilómetro
lb	= Libra
m	= Metro
m <sup>2</sup>	= Metro cuadrado
Meq	= Miliequivalente
mg	= Miligramo
mm	= Milímetro
Mr	= Marzo
msnm	= Metros sobre el nivel del mar
My	= Mayo
No.	= Número
Nov	= Noviembre
Oct	= Octubre
Org.	= Orgánica
ppm	= Parte por millón
Prod.	= Producción
qq	= Quintal
Sbra.	= Siembra
Sep	= Septiembre
t	= Tonelada

## 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

Con la revolución verde, a partir de los años sesenta, se dieron importantes avances en la agricultura. Muchos de los principales cultivos a nivel mundial, como el trigo, arroz y maíz, lograron incrementos significativos en producción y productividad (FAO, 1996). Sin embargo, estas innovaciones no estuvieron al alcance de todos los agricultores del planeta. Millones de agricultores en todo el mundo, principalmente en las zonas tropicales, continuaron y continúan subsistiendo con sus métodos tradicionales de producción, entre los que se destaca por su amplia utilización, el sistema de tumba y quema (Bandy, et al., 1994).

Hoy día se sabe que muchas tecnologías de la revolución verde han causado problemas ecológicos y muchas otras son cuestionable, por sus efectos negativos en la salud humana y ambiental (Vargas, 1994; Ravanera, et al., 1999). Por otro lado, sistemas tradicionales como la tumba y quema ya no son sostenibles debido al crecimiento demográfico, lo que ha aumentado la presión sobre la tierra agrícola existente y obligado a muchos campesinos a establecerse en zonas vulnerables (FAO, 1996, Bentley, 1996). Esto último es característico de la Cuenca del Río San Félix, ubicada en la Comarca Ngöbe-Buglé, al Oeste de Panamá.

La Cuenca del Río San Félix se caracteriza por ser una zona montañosa, con suelos poco fértiles y parcialmente erosionados. Aunque la topografía de laderas y la poca productividad del suelo limitan el desarrollo agrícola, la agricultura tradicional de tumba y quema es la principal actividad productiva de la zona (PAN, 1993, PAN, 1994). La presión demográfica ha provocado una reducción en el periodo de recuperación del suelo por la regeneración natural, situación que se agrava con las constantes quemadas de la vegetación remanente durante la estación seca.

El deterioro es evidente en la escasa producción agrícola, la cual no cubre las necesidades alimenticias básicas de la población, y en aspectos ambientales a nivel de la cuenca, como la pérdida de biodiversidad, avance de la frontera agrícola, laderas erosionadas, sedimentación de los ríos y escasez de agua en la época seca. Esta situación ha causado un desequilibrio socioeconómico y ambiental que se refleja en los altos índices de pobreza extrema, los mayores del país (Contraloría General de la República de Panamá, 2001), y en el deterioro progresivo de los recursos naturales.

A pesar de que muchos proyectos, tanto del gobierno como de organizaciones no gubernamentales, han intentado mejorar, entre otros aspectos, la producción agrícola en la zona, los resultados no han

sido muy alentadores (Samaniego, 1997). La falta de interacción entre promotores (investigadores o extensionistas) y productores conlleva a un escaso intercambio de información y de puntos de vista sobre los problemas del agricultor, indispensable para un aprendizaje mutuo y para lograr mejores resultados en los programas de desarrollo (Prins, 1999). Por lo tanto, se requieren estrategias encaminadas a un desarrollo sostenible, con una fuerte participación del grupo meta.

Los agricultores ngöbes poseen muchos conocimientos locales de gran valor que deben ser considerados en los planes de desarrollo comunitario. Tradicionalmente han desarrollado diferentes sistemas y prácticas agroforestales, entre las que se destaca la agricultura de tumba y quema (Pastrana et al., 1999). Sin embargo, por razones antes señaladas, el sistema de tumba y quema requiere de alternativas encaminadas a minimizar sus efectos negativos y procurar una producción agrícola sostenible que mejore la calidad de vida de los habitantes de la zona.

Entre las posibles alternativas a la problemática de la agricultura de tumba y quema está el desarrollo de tecnologías que intensifiquen el uso de la tierra de manera sostenible, como es el caso de los barbechos mejorados. En este sentido muchos estudios han sido realizados para conocer el potencial de diversas especies de plantas, principalmente leguminosas, las cuales presentan características favorables para mejorar la fertilidad del suelo (Alegre, et al., 2000). Sin embargo, es indispensable determinar que especie es la más adecuada para determinadas condiciones, por lo que es necesario considerar diversos factores tales como sitio, clima, suelo, altura, viento, condiciones socioeconómicas, necesidades y usos alternativos de los productos (Kass y Staver, 2000).

Especies como mucuna (*Mucuna pruriens*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y guandú (*Cajanus cajan*) han sido muy estudiadas como plantas de cobertura para barbechos mejorados de rotaciones cortas. Se han obtenido muy buenos resultados en producción de biomasa y fijación de nitrógeno, lo cual contribuye a mejorar las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo (Arias, 1986; Barreto, 1999; Belt y Van den, 1988; Boehringer y Caldwell, 1989; Hagggar, et al., 2000; Osei-Bonsu, et al., 1995; Viera y Ramis, 1995; Yanggen y Alegre, 2000).

El objetivo de este estudio fue caracterizar los sistemas agrícolas tradicionales de tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix y evaluar, conjuntamente con productores locales, el potencial de diferentes especies leguminosas como abono verde en sistemas de tumba y quema practicados en la Cuenca Media-Baja del Río San Félix.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1. Conservación y uso de la tierra en cuencas hidrográficas.**

Una cuenca hidrográfica es un área natural en donde el agua, proveniente de las precipitaciones, forma el conjunto de los sistemas de curso de agua definidos por el relieve, los cuales se juntan en un curso principal de agua. Entonces, los límites de la cuenca corresponden a las partes más altas del área que encierra un río. La cuenca como sistema está formada por componentes biofísicos (agua, suelo), biológicos (flora, fauna) y antropocéntricos (socioeconómicos, culturales, institucionales), los cuales mantienen una constante interacción, procurando un equilibrio, de manera que si una de las partes es alterada significativamente, todo el sistema se verá afectado en mayor o menor grado.

El manejo adecuado de una cuenca trata de mantener el equilibrio entre las partes, considerando al mismo tiempo la necesidad del hombre por los recursos existentes. Para lograr esto se requiere de planes agro-conservacionistas basados en un buen uso de la tierra, de acuerdo a su capacidad, y de la participación activa del productor o de la comunidad en todas las etapas del proceso de planificación (Ramakrishna, 1997).

La definición de las prácticas del manejo conservacionista se requiere que sea por lo menos en dos niveles: a nivel de la finca y a nivel de la cuenca hidrográfica donde se ubica la finca. Esto obedece a que la finca no es un ente aislado hidrográficamente y su planificación está en dependencia de las demás fincas vecinas en términos de uso, manejo y conservación de suelos y aguas. Por lo tanto hay acciones que deben ser planificadas a nivel de la finca y hay otras que requieren ser discutidas y analizadas a nivel de grupo de agricultores y del poder público correspondiente (Cubero, 1996; Ramakrishna, 1997)

### **2.2. Agricultura de tumba y quema.**

La agricultura de tumba y quema es un sistema muy antiguo que consiste en talar pequeñas áreas de vegetación natural, la cual es quemada posteriormente, durante la estación seca. Se trata de un sistema agroforestal secuencial que tiene dos estados, la fase de cultivo, que dura de dos a tres años y la fase de descanso o barbecho, que puede durar entre diez y veinte años (Heckadon, 1983; Linfeau, 1996; Nair, 1993). Sin embargo, bajo ciertas condiciones favorables del suelo, el periodo de regeneración puede ser menor.

Durante el periodo de descanso del suelo se desarrolla un bosque secundario, se acumulan elementos nutritivos en la vegetación y se restablece la producción de restos vegetales, los cuales entran en un proceso de mineralización, con lo que el suelo alcanza su fertilidad original (Fassbender, 1993). La quema tiene como función principal, limpiar la tierra rápida y eficientemente, con la menor cantidad de mano de obra (Montagnini et al, 1992; Bandy et al, 1994, Walker, 1982). También, en este proceso los nutrientes son liberados en una forma asimilable para los cultivos. Sin embargo, con la filtración del agua y el lavado de los elementos disueltos, se produce una pérdida muy rápida de la fertilidad. Además, con la quema, buena parte del N asociado a la materia orgánica se pierde en forma de óxidos (Fassbender, 1975).

Cuando los rendimientos de las cosechas disminuyen debido a la escasez de nutrientes o al exceso de malezas, el campesino tiene que buscar otro sitio para repetir el proceso. Entonces, la antigua parcela es abandonada, dando lugar a un periodo de barbecho, que después de cierto tiempo mejora las condiciones del suelo y puede ser nuevamente utilizado en agricultura de tumba y quema (Lessa, et al, 1998; Fassbender, 1993; Bandy et al, 1994; Linfeau, 1996; Raintree y Warner, 1986).

Los sistemas de subsistencia, como la tumba y quema, están orientados a satisfacer las necesidades básicas de alimentación, combustible y otros productos para el hogar; solo ocasionalmente llegan a constituir una fuente de ingreso por venta de algunos productos. Con respecto a los beneficios obtenidos por unidad de mano de obra utilizada, el sistema es bastante eficiente. Sin embargo para lograr estas condiciones, la disponibilidad de tierra debe ser mayor que la mano de obra; o sea, que debe mantenerse una cierta relación tierra / persona para que el sistema sea estable (Montagnini et al. 1992, Bandy, et al., 1994).

En la actualidad la agricultura de tumba y quema se ha hecho insostenible, en la mayoría de los casos, debido al aumento de la población de productores. Por otro lado, muchas áreas, antes dedicadas a este tipo de agricultura, ahora son utilizadas con otros fines, como la ganadería extensiva y monocultivos a gran escala. Esta situación ha obligado a muchos campesinos a migrar a otras zonas, frecuentemente inapropiadas para la agricultura (Heckadon, 1983). El método sigue siendo muy utilizado en muchas partes del mundo, especialmente en los trópicos, siendo una forma de manejo muy arraigada desde muchas generaciones que será muy difícil cambiar, mientras no se tengan alternativas económica y socialmente aceptables (Bandy et al, 1994; Alegre, 2000; Raintree y Warner, 1986).

La gran mayoría de la población ngöbe que habita en la Cuenca del Río San Félix practica la agricultura tradicional, en donde los cultivos anuales, principalmente arroz, maíz y frijoles, son manejados en un sistema de rotación que incluye la tala y quema. El proceso inicia con la selección de una parcela de rastrojo con el mayor tiempo de descanso, que en la actualidad generalmente no pasa de los 6 años (generalmente 3-4 años). El año agrícola empieza en septiembre, con el riego del maíz (siembra de maíz al voleo) y la tala. Este mismo proceso, pero en octubre o noviembre, se realiza para el frijol. En promedio una familia riega entre 10 y 100 lb de maíz (aproximadamente 30-45 lb ha<sup>-1</sup>) y entre 30 y 40 lb. de frijol. Después de la siembra estos cultivos no reciben manejo agronómico alguno, hasta el momento de la cosecha, entre los meses de enero y febrero (PAN, 1994).

Después de las cosechas, se corta la vegetación restante y se deja secar por varias semanas. Unos días antes de las primeras lluvias, la vegetación seca es quemada para limpiar el terreno. Con las primeras lluvias, entre finales de abril y principio de mayo, se siembra el arroz (entre 10 y 60 lb), el cual se intercala con algunas plantas de maíz, guandú, yuca y ñame. El maíz de primera siembra y el arroz son cosechados alrededor de agosto. Mientras el resto de los cultivos intercalados con arroz continúan su ciclo hasta su cosecha, a partir de enero y otra parcela inicia el proceso, con el riego del maíz y la tala (PAN, 1994).

El sistema de tumba y quema que practican los ngöbes ha perdurado desde tiempos inmemorables. Sin embargo, en la actualidad la producción generalmente está muy por debajo de la media nacional y no cubre las necesidades básicas de alimentación de los hogares. Esto se debe principalmente a las condiciones adversas en que se desarrolla la agricultura, como la baja fertilidad de los suelos y la alta incidencia de malezas y plagas (PAN, 1994).

### **2.3. Barbechos mejorados**

#### **2.3.1. Aspectos generales**

Como se describió en los párrafos anteriores, en el sistema de tumba y quema el suelo es utilizado durante un periodo breve e intensivo, seguido por una etapa larga de recuperación de la fertilidad. Sin embargo, el aumento de la presión sobre la tierra ha obligado a muchos productores a reducir el tiempo de recuperación de la fertilidad o periodo de barbecho. Esta situación ha provocado la degradación de muchos suelos, con la consecuente reducción de la producción.

El grado de reducción de la fertilidad del suelo depende de varios factores, como las características del suelo, la sucesión natural, la intensidad de explotación de nutrientes por los cultivos y las

prácticas de cultivo y control de la erosión utilizados (Fassbender y Bornemisza, 1994). Entre los elementos nutritivos más demandantes por las plantas, están el P y el N, los cuales frecuentemente son los primeros en agotarse o, debido a factores físico-químicos, no están disponibles para los cultivos (Fassbender y Bornemisza, 1994; PPI / PPIC / FAR, 1988; IICA / Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia, 1989).

También, se sabe desde hace mucho tiempo que muchas plantas, principalmente leguminosas, tienen la capacidad de mejorar la fertilidad de los suelos en menos tiempo que los barbechos de regeneración natural. Por lo que este grupo de plantas en especial ha sido objeto de muchos estudios, con el fin de conocer su potencial como mejoradoras del suelo. A partir de estos conocimientos, se han desarrollado tecnologías que intensifican el uso de la tierra de manera sostenible en sistemas productivos rotacionales que incluyen un periodo de descanso. Algunas de estas tecnologías consisten en enriquecer los barbechos naturales o establecer barbechos mejorados con especies leguminosas (Alegre, et al., 2000; Bunch, 1994; Hagggar, et al., 2000; Kass y Staver, 2000; Martínez, 1989).

La mayoría de las leguminosas tienen la capacidad de fijar N atmosférico en su biomasa, debido a que mantienen una relación simbiótica con bacterias nitrificantes. Estas forman nódulos que se adhieren al suelo sobre la superficie de las raíces. Además, las leguminosas se asocian simbióticamente con ciertos hongos, para formar las relaciones micorríticas que ayudan en la absorción del P. De esta manera, muchas leguminosas logran producir una gran cantidad de biomasa en un tiempo relativamente corto (Costa, et al., 1992). La cantidad de N que pueden fijar las bacterias asociadas a las leguminosas varía entre unos pocos kilos a más de 500 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. El N fijado de esta manera es la fuente natural más importante para el suelo (PPI / PPIC / FAR, 1988).

Otra forma en que algunas especies pueden contribuir en la recuperación de la fertilidad de los suelos es mediante la absorción de nutrientes de las capas más profundas del suelo. En este sentido, las especies arbóreas tienen mayor potencial, ya que poseen un sistema radical mayor y más profundo, lo que también favorece la infiltración del agua y la aireación (Alegre, et al., 2000). Si embargo, algunas especies arbustivas y herbáceas, principalmente aquellas capaces de resistir periodos relativamente largos de sequía, también desarrollan sistemas radicales profundos y / o muy ramificados.

Algunas de las leguminosas arbustivas y herbáceas más utilizadas en barbechos mejorados son: guandú (*Cajanus cajan*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), kutzú (*Pueraria phaseoloides*) y mucuna (*Mucuna pruriens*). De manera que los barbechos mejorados pueden incluir especies tanto arbóreas, semileñosas o herbáceas. Se prefiere que sean de rápido crecimiento, fácil propagación, bajos requerimientos de agua y nutrientes y fácil descomposición de la biomasa (Alegre, et al., 2000; Arias, 1986; Boehringer y Caldwell, 1989; Cobo, et al., 1999; Kass, 1999; Kass, 1998; Osei-Bonsu, et al., 1995; Viera y Ramis, 1995, Buckles, et al., 1999, Bunch, 1994).

Los beneficios de las leguminosas, como cobertura en sistemas de barbechos mejorados, también son evidentes al minimizar los efectos de la erosión del suelo, principalmente en zonas de ladera, donde la escorrentía se incrementa (Reining, 1992, Garcia, et al., 1994, Buckles, et al., 1999; Viera y Ramis, 1995).

### **2.3.2. Algunas especies potenciales**

#### **2.3.2.1. Canavalia (*Canavalia ensiformis*)**

Esta planta es originaria de los trópicos americanos. Es un arbusto anual o perenne que puede presentarse como una planta rastrera, trepadora o arbustiva. En esta última forma puede alcanzar hasta un metro, de tronco grueso, corto y ramificado, con ramas que alcanzan hasta tres metros de largo. Es una planta rústica que requiere de poco cuidado, lo que permite sembrarla en condiciones ambientales muy variadas; además, es resistente a la sequía (León, 2000; Viera y Ramis, 1995; kass, 1998).

Aunque las semillas pueden ser consumidas, el principal uso que se le da a la canavalia es como abono verde, por su alto contenido de N, proveniente del proceso de fijación simbiótica. Puede producir unos 7000 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de materia seca correspondiente a follaje, los cuales se pueden incorporar como fuente de N al suelo. Con esta práctica se busca mejorar el contenido de N del suelo, así como la estructura del mismo. Para este propósito, Viera y Ramis (1995) señalan que se pueden sembrar al voleo unas 100.000 plantas ha<sup>-1</sup> e incorporarlas al suelo a partir de los 60 días de la siembra. Además, ha dado buenos resultados como cultivo de protección contra la erosión hídrica en suelos con mucha pendiente, al sembrarla en fajas a contorno. También, contra la erosión eólica, aprovechando su largo ciclo y resistencia a la sequía, lo que le permite permanecer más tiempo en el campo.



### 2.3.2.2. Guandú (*Cajanus cajan*)

El guandú es originario de África Occidental y de la India, donde probablemente fue domesticado. Es una planta leguminosa perenne (de corto plazo) y de hábito arbustivo. El sistema de raíces incluye una raíz pivotante que alcanza, aveces, hasta tres metros de longitud y numerosas raíces laterales, lo que le permite crecer en sitios bastante secos o de estaciones alternas bien marcadas. *C. cajanus* es una especie de la cual se conocen muchos cultivares, por lo que hay tipos de porte alto, bajo, de follaje denso, así como diferencias a nivel de flores y frutos (León, 2000; Suresh, 1992).

El guandú es más tolerante a las sequías y a las altas temperaturas que muchos otros cultivos, pero también puede crecer en áreas húmedas, con precipitaciones arriba de 2500 mm año<sup>-1</sup>. La gran cantidad de variedades disponibles, hacen posible el adaptar guandú a muchos ambientes diferentes, que van desde el nivel del mar hasta más de 2000 m. También, en diferentes tipos de suelo, como las arenas ácidas de África y las arcillas alcalinas de la India. Las semillas son consumidas como alimento humano, ya sean verdes o secas. Además, el follaje es aprovechado como forraje y en algunas áreas sus tallos leñosos son utilizados como combustible (Van Den Beld, 1988; Suresh, 1992).

El guandú se siembra como cultivo anual, ya sea en monocultivo o en asocio con otros cultivos. Presenta la desventaja de que su crecimiento inicial es lento, lo que lo hace poco competitivo en las primeras etapas. Sin embargo, cuando logra desarrollarse, produce un follaje abundante que oscila entre 10-15 t ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de materia seca, lo que también reprime el crecimiento de malezas. La planta es buena mejoradora de suelo debido a la fijación de N, lo que se refleja en los altos rendimientos obtenidos en cosechas sucesivas. Se establece fácilmente por siembra directa y es ideal para rotaciones cortas de barbechos mejorados. Para este fin, debe sembrarse a densidades mayores a las utilizadas en producción de grano e incorporado al suelo antes de que desarrolle demasiado material leñoso (Van Den Beld, 1988).

Observaciones realizadas en Zambia muestran una alta aceptación del guandú en sistemas agroforestales. Esto se debe a que se obtienen beneficios a corto plazo, sin una fuerte inversión de insumos y mano de obra, es fácil de plantar, presenta un crecimiento vigoroso y requiere poca atención en el campo (Boehringer y Caldwell, 1989).

### 2.3.2.3. Kudzú (*Pueraria phaseoloides*)

Originaria de los trópicos del sureste de Asia, Malasia e Indonesia, es una planta herbácea perenne, vigorosa, voluble y trepadora, con raíces tuberosas y tallos cilíndricos de hasta seis metros de largo (León, 2000). La semilla presenta altos porcentajes de dureza, por lo que es recomendable un proceso de escarificación previo a la siembra, que puede ser con ácido sulfúrico, agua caliente o exponiendo las semillas al sol (Arias, 1986).

Actualmente la planta se encuentra distribuida en varios países tropicales, se adapta a bajas altitudes, creciendo mejor debajo de los 600 m. Es utilizado para diferentes fines, destacándose como cobertura del suelo y en la alimentación animal. Esta especie también presenta la ventaja de adaptarse a suelos ácidos y de baja fertilidad natural, resistiendo periodos de sequía hasta de cuatro meses. Se reporta que esta legumbre es capaz de fijar N a razón de 254 kg ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Varios métodos de siembra se han utilizado para el establecimiento de asociaciones con kudzú, como los surcos alternos, franjas y siembras ralas. La densidad de semilla recomendada es de 5-10 kg ha<sup>-1</sup> para siembras puras y de 2-3 kg ha<sup>-1</sup> para siembras en asociación. Produce hasta 10.4 t de materia seca ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> (Arias, 1986).

El manejo del kudzú se da de la siguiente manera: los agricultores distribuyen las semillas al voleo en la parcela donde han cosechado el cultivo anual. La planta crece en forma agresiva y se extiende muy rápido por toda la parcela. Luego los agricultores cortan y queman la parcela y vuelven a sembrar los cultivos. La recuperación de la fertilidad del suelo en un barbecho con kudzú se hace en menos tiempos que los barbechos naturales (Alegre, et al., 2000). Sin embargo, el crecimiento excesivo del kudzú en algunas regiones lo ha convertido en una plaga, por lo que su uso actual es limitado (Kass, 1998).

El potencial del kudzú en barbechos mejorados fue demostrado por Yanggen y Alegre (2000) en trabajos realizados en Perú. Se logró disminuir en forma sustancial (a 1.7 años, entre 32-73 %) el promedio de años en barbechos, en comparación con barbechos naturales de 6.3 y 2.5 años, mientras que el promedio de años de cultivo fue relativamente similar (aproximadamente un año). También, el uso de mano de obra en la limpieza de la tierra se redujo en los barbechos con kudzú, en comparación con bosques primarios y barbechos de 6.3 y 2.5 años (en un 70, 62.4 y 37 % respectivamente). La reducción, en cuanto a las exigencias de mano de obra para control de malezas, se debió a que el kudzú es un cultivo de cobertura agresivo que impide el establecimiento de malezas en los barbechos. En este sentido, la mano de obra para el control de malezas en arroz

se redujo en un 75.6 y 69.3 % en barbechos con kudzú, en comparación con barbechos naturales de 6.3 y 2.5 años respectivamente. En cambio, con respecto al bosque primario, este requirió de un 63 % menos de mano de obra en comparación con el barbecho de kudzú. En cuanto al rendimientos de los cultivos, los dos factores principales que lo determinan son la fertilidad de los suelos y la competencia con las malezas. Debido a la fijación de N y a la reducción de malezas, el rendimiento fue mayor en los barbechos con kudzú, en comparación con barbechos naturales de 6.3 años, 2.5 años y bosque primario. La producción de arroz en barbechos con kudzú fue de 2.1 t ha<sup>-1</sup>, 52, 10 y 24 % mayores que los barbechos de 6.3 y 2.5 años y que el bosque primario, respectivamente.

#### 2.3.2.4. *Mucuna (Mucuna pruriens)*

Sus orígenes se ubican en el sur de China y el este de la India, donde fue muy cultivada en el pasado. Es una leguminosa anual, trepadora, de crecimiento rápido y muy vigoroso, pudiendo cubrir completamente el suelo en pocas semanas. Los tallos pueden alcanzar hasta veinte metros de largo. El sistema radical corto y ramificado crece con tanta rapidez como la parte aérea; sin embargo, solo algunas raíces llegan a los estratos más profundos. Las semillas pueden ser consumidas por humanos, siempre y cuando se tomen ciertas precauciones, ya que poseen sustancias tóxicas (Buckles, et al., 1999; León, 2000)

La mucuna es una de las leguminosas de cobertura más importantes en los trópicos. Por su amplia adaptación a climas permanentemente húmedos o de estaciones alternas y a factores abióticos desfavorables, como la sequía, la escasa fertilidad y la elevada acidez, crece en una gran variedad de suelos. Estas cualidades hacen de la mucuna una especie que puede contribuir eficazmente a mejorar los suelos tropicales. Además, es de fácil establecimiento, cultivándose también como forrajera, sola o en asocio con gramíneas (Buckles, et al., 1999; León, 2000).

Las cantidades de biomasa aérea producida por mucuna varían entre cinco a más de doce t ha<sup>-1</sup>, mientras que debajo de la superficie se puede producir más de una t de raíces secas ha<sup>-1</sup>. Comúnmente es cultivado en los estados del sur de los Estados Unidos, intercalado entre los surcos de maíz, para mejorar la fertilidad del suelo en las rotaciones maíz-algodón. Se ha estimado que las hojas, tallos, vainas y raíces de la mucuna bien desarrollada, producida en monocultivo y sin fertilizar, contenían de 155-200 kg N ha<sup>-1</sup>. También, los primeros estudios informaron aumentos del rendimientos de maíz entre 60-80 %, después del empleo de la mucuna (Buckles, et al., 1999).

La mucuna ha sido utilizada exitosamente por campesinos de la región del Petén en Guatemala, en zonas fronterizas con Belice y en los estados mexicanos de Chiapas, Oaxaca, Tabasco y Veracruz,

como abono verde en zonas de laderas, desde su introducción a la zona, hace unos 50 años. Se siembra al voleo en las parcelas de maíz que van a ser dejadas en descanso y después de dos años de barbecho, se han obtenido rendimientos comparables a barbechos naturales de 5 años, que han crecido con árboles y arbustos autóctonos (Buckles, et al., 1999). En el Norte de Honduras, estudios señalan que los agricultores han alcanzado buenos incrementos en la producción de maíz al utilizar rotaciones con mucuna. Debido a las condiciones ecológicas de esta zona, la mucuna no requiere ser resembrada, ya que la gran cantidad de semillas que se produce hace que la regeneración ocurra de forma natural (Flores, 1989).

#### **2.4. Investigación participativa**

Con frecuencia los extensionistas se encuentran con una serie de dificultades en el proceso de transferencia de tecnologías a campesinos. El no considerar la opinión de los productores impide que las ideas se transmitan. Para lograr mejores resultados en los proyectos de desarrollo dirigidos a productores campesinos, se debe conocer su cultura, sus limitaciones y su lenguaje, lo cual permitirá una comunicación efectiva entre las partes (FAO, 1985). Entonces, la participación de las personas es sumamente importante, para determinar sus metas y las posibilidades de desarrollar nuevas tecnologías.

Dependiendo del grado de decisión de los beneficiarios, la participación puede darse a diferentes niveles, desde una pasividad casi completa hasta un control casi total del proceso de desarrollo. Hay que destacar que no se trata de un estado fijo, sino de un proceso mediante el cual se puede obtener una mayor participación, en la medida en que mejore la organización de la gente y la disponibilidad de todas las partes involucradas (Bunch, 1990; Gelfus, 2000).

Los agricultores seleccionados en un estudio deben estar dispuestos a participar y deseosos de compartir sus experiencias con los técnicos y otros agricultores. Entonces, la selección debe representar la gama de agricultores del área de estudio, por lo que se requiere cubrir la variabilidad ambiental en la que se espera que trabaje la tecnología. La metodología desarrollada procura llevar, para validación, la tecnología de más beneficio para el productor, en cuanto al uso más adecuado de los recursos disponibles y mejores beneficios económicos (CATIE, 1985).

La participación del productor es más crítica durante el comienzo de un proyecto, cuando deben identificarse los factores limitantes del sistema o las técnicas de producción y en las etapas finales, cuando se debe probar intensamente la nueva tecnología o tecnología mejorada en las áreas

seleccionadas. La selección de una combinación o sistema agroforestal adecuado, debe ser compatible con las características ecológicas, económicas y sociales de cada finca en particular, considerando que la aceptación del finquero, especialmente pequeños productores, depende mucho de la meta inmediata (Beer 1984).

La opción seleccionada será aquella que cumpla mejor con los objetivos de producción y expectativas del agricultor. Por lo tanto, se elegirán, en primer lugar, aquellas opciones que no cambian profundamente el sistema de producción tradicional, pero que introduzcan cambios fáciles de realizar y ofrezcan resultados satisfactorios y visibles a corto y / o mediano plazo (Martínez, 1989). Es importante que las nuevas tecnologías sean probadas a pequeña escala, para minimizar los riesgos ante situaciones imprevistas, ya sea por parte de los participantes o debido a factores ambientales (Bunch, 1985). En la evaluación se estimula a los participantes a ejercer sus criterios sobre los atributos de la tecnología en cuestión (Quiroz, et al., 1993; Gündel, 1998)

## 2.5. Bibliografía

- Alegre, J. 2000. El desafío de los barbechos mejorados. *Agroforestería en las Américas*, 7 (27): 4.
- Alegre, J; Arevalo, L; Guzma, W y Rao, M. 2000. Barbechos mejorados para intensificar el uso de la tierra en los trópicos húmedos de Perú. *Agroforestería en las Américas*, 7 (27): 7-12.
- Alegre, J; Meza, A y Arevalo, L. 2000. Establecimiento de barbechos con leguminosas. *Agroforestería en las Américas*, 7 (27): 31-33.
- Arias, A, R. 1986. Reseña sobre el Kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides* Roxb). Turrialba, Costa Rica. CATIE. 18p.
- Bandy, D; Garrity, DP; Sánchez, P. 1994. El problema mundial de la agricultura de tala y quema. *Agroforestería en las Américas* jul-set. 1994: 14-20.
- Barreto, H J. 1999. Developing and natural resource management technology for a specific agroenvironment: Mucuna-maize rotation on the hillsides of Northern Honduras. In Fujisaka, S and Jones, A eds. System and farmer participatory research: development in research on nature resource management. Cali, Colombia, CIAT. p 7-21. (Publication 13).
- Beer, J. 1984. Estudio y promoción de sistemas agroforestales tradicionales en Centro y Sur América. In Berr, J. y Somarriba, E. eds. Investigación de técnicas agroforestales tradicionales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p 11-19.
- Beldt, R J Van den. 1988. *Cajanus cajan*: es mucho más que una legumbre. NFTA. 2p. (Serie 88-06).
- Bentley, J W. 1996. ¿Pagan los pobres la cuenta del desarrollo sostenible?. *Ceiba*, 37 (2): 247-251.

- Boehring, A y Caldwell, R. 1989. *Cajanus cajan* (L.) Millsp. as a potential agroforestry component in the Eastern Province of Zambia. *Agroforestry System* 9: 127-140.
- Buckles, D; Triomphe, B y Sain, G. 1999. Los cultivos de cobertura en la agricultura de ladera: innovación de los agricultores con mucuna. CIID / CIMMYT / CATIE. 244 p.
- Bunch, R. 1985. Dos mazorcas de maíz: una guía para el mejoramiento agrícola orientado hacia la gente. Oklahoma, USA, Vecinos Mundiales. 268 p.
- \_\_\_\_\_. 1990. Como lograr la participación del agricultor campesino en el proceso de investigación-extensión: algunas experiencias. *CEIBA*, 31 (2): 73-82.
- \_\_\_\_\_. 1994. The potential of slash / mulch for relieving poverty and environmental degradation. In Thurston, H D; Smith, M; Abawi, G y Kears, S. *Slash / mulch: how farmers use it and what researchers know about it*. Ithaca, New York, CATIE / CIIFAD. p 5-9.
- CATIE (Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza). 1985. Validación / transferencia en el desarrollo de mejores técnicas agrícolas. Turrialba, Costa Rica. 67 p. (Serie, materiales de enseñanza No. 23).
- Cobo B,J G; Kass, D; Muschler, R; Arce, J; Barrios, E y Thomas, R. 1999. Abonos verdes de leñosas y no leñosas como fuente de nitrógeno a cultivos anuales. *Agroforestería en las Américas*, 6 (23): 11-13.
- Contraloría General de la República de Panamá. 2001. Censos Nacionales 2000 (en línea). Panamá. Consultado 2 oct. 2001. Disponible en: <http://www.contraloria.gob.pa/>
- Costa, N de L. 1992. Phosphorus fertilization and mycorrhizal inoculation affect *Cajanus cajan* growth. *Nitrogen fixing tree research reports*, 10: 125-126.
- Cubero F, D A. 1996. Características agroecológicas, uso de la tierra y prácticas de manejo más comunes en Costa Rica. In Bertsch, F y Monreal, C. *El uso sostenible del suelo en zonas de ladera: el papel esencial de los sistemas de ladera conservacionistas*. San Jose, Costa Rica, RELACO (Memorias 4-8 de diciembre de 1995). p 126-131.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 1985. Extensión rural: partiendo de lo posible para llegar a lo deseable. Santiago, Chile. 31 p. (Serie: desarrollo rural No. 2).
- \_\_\_\_\_. 1996. Cumbre mundial sobre la alimentación (en línea). Roma, Italia. Consultado 2 oct. 2001. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/003/w2612s/w2612s16.htm>
- Fassbender, HW. 1975. Experimentos de laboratorio para el estudio del efecto del fuego de la quema de restos vegetales sobre las propiedades del suelo. Turrialba, 25 (3): 249-254.
- \_\_\_\_\_. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2 ed. Turrialba, Costa Rica. CATIE/GTZ. 492 p.
- \_\_\_\_\_; Bornemisza, E. 1994. Química de suelos: con énfasis en suelos de América Latina. 2 ed. San José, Costa Rica. IICA. 420 p

- Flores, M. 1989. Utilización del frijol terciopelo *Mucuna pruriens* por los agricultores de las aldeas del departamento de Cortez, Honduras, para la producción de maíz. In Bolaños A, M y Bolaños A, I, eds. Memoria del primer simposio nacional sobre tecnología apropiada y agricultura biológica para un desarrollo rural alternativo. Turrialba, Costa Rica, CICDAA / COPROALDE / UCR. p 53-57.
- García E, R; Quiroga M, R y Granados A, N. 1994. Agroecosistemas de Productividad Sostenida de Maíz, en las Regiones Calido Húmedas de México. In Thurston, D; Smith, M; Abawi, G y Kears, S, eds. Los sistemas de siembra con cobertura. Ithaca, New York, CATIE / CIIFAD. p 65-79.
- Geilfus, F. 2000. 80 herramientas para el desarrollo participativo. 3 ed. San Salvador, GTZ / IICA. 208 p.
- Gündel, S. 1998. Participatory Innovation Development and Diffusion: Adoption and adaption of introduced legums in the traditional slash-and-burn peasant farming system in Yucatan, Mexico. Eschborn, TÖB / GTZ. 81 p.
- Hackadon M, S. 1983. Cuando se acaban los montes. Panamá, EUPAN / STRI. 172 p.
- Haggar, J P; Uribe, G; Granel, J B y Ayala, A. 2000. Barbechos mejorados en la península de Yucatán. Agroforestería en las Américas 7 (27):19-24.
- IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) / Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. 1989. Compendio de Agronomía Tropical. Tomo 2 (IICA / Colección Investigativa y Desarrollo No. 13). 693 p.
- Kass, D. 1998. Barbechos mejorados. In Jiménez, F y Vargas, A eds. Apuntes de clase del curso corto: Sistemas Agroforestales. Turrialba, Coata Rica, CATIE / GTZ. p 241-256.
- \_\_\_\_\_. 1999. Proyecto *Tithonia diversifolia*. Agroforestería en las Américas, 6 (23): 78.
- \_\_\_\_\_ y Staver, C. 2000. Criterios para la selección de especies en barbechos mejorados en condiciones de campo. Agroforestería en las Américas 7 (27):34-36.
- Lessa, ASN; Anderson, DW; Moir, J O. 1998. Fine root mineralization, soil organic matter and exchangeable cation dynamics in slash and burn agriculture in the semiarid Northeast of Brazil Agriculture. Ecosystems & Environment, 59 (3): 191-202.
- León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3 ed. San José, Costa Rica, IICA. 445 p.
- Linfeau, P. 1996. De las micorrizas a los mercados; una evaluación de los sistemas agroforestales en el bosque modelo de Calakmul, Campeche, México. Trad. G Cuellar. Tesis Mag. Sc. Canadá. Universidad de Toronto. 109 p.
- Martínez H, H A. 1989. El componente forestal en los sistemas de fincas de pequeños agricultores. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 80 p.
- Melara, W y del Río, L. 1994. Uso de labranza mínima y leguminosas de cobertura en Honduras. In Los sistemas de siembra con cobertura. CATIE/CIIFAD p. 57-63.

- Montagnini, F; y 18 colaboradores. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 2 ed. San José, Costa Rica. OET. 622 p.
- Osei-Bonsu, P; Buckler, D; Soza, F R y Asibuo, J Y. 1995. Traditional food uses of *Mucuna pruriens* and *Canavalia ensiformis* in Ghana. Mexico, CIMMYT. 5 p.
- PAN (Proyecto Agroforestal Ngöbe). 1993. Diagnóstico: situación actual del área de Remedios, San Félix y San Lorenzo. San Félix, Panamá, INRENARE-GTZ. (Documento Ngöbe, Tomo II).
- \_\_\_\_\_. 1994. La agricultura ngöbe. San Félix, Panamá, INRENARE-GTZ. (Documento Ngöbe, Tomo IV).
- Pastrana, A; Lok, R; Ibrahim, M; Viquez, E. 1999. El componente arbóreo en sistemas agroforestales tradicionales de los indígenas Ngöbes, La Gloria, Changuinola, Panamá. *Agroforestería en Las Américas*, 6 (23): 69-71.
- PPI (Potash & Phosphate Institute); PPIC (Potash & Phosphate Institute of Canada) and FAR (Foundation for Agronomic Research). 1988. *Manuan de Fertilidad de los Suelos*. Norcross, Georgia, USA. 85 p.
- Prins, K. 1999. ¿Como insertar nuevas tecnologías en sistemas de producción de familias campesinas?. *Agroforestería en Las Américas*, 6 (21): 29-31.
- Quiroz, C A; Gracia, T; Ashby, J A. 1993. Evaluación de tecnología con productores: Metodología para la evaluación abierta. Cali, Colombia, IPRA / CIAT. (Unidad de Instrucción No.1). 95 p.
- Raintree, J B and Warner, K. 1986. Agroforestry pathways for the intensification of shifting cultivation. *Agroforestry Systems*, 4 (1): 39-54.
- Ramakrishna, B. 1997. Estrategia de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrograficas: conceptos y experiencias. San José, Costa Rica, IICA / GTZ. 338 p.
- Ravanera, R R; Lucas, F B; Quizon, A B; Santos, A y Coralde, A. 1999. Filipinas: el formato de la agricultura sostenible en esfuerzos sostenibles y comunitarios. *In* Thrupp, L A edra. *Nuevas alianzas para la agricultura sostenible*. Turrialba, Costa Rica, Instituto de Recursos Mundiales / CATIE. p 54-67.
- Reining, L. 1992. *Erosion in Andean Hillside Farming*. Germany, Center for Agriculture in the Tropics and Subtropics. 219 p.
- Samaniego P, G A. 1997. Valor de la percepción y del conocimiento local: estudio socioeconómico y agroforestal de la finca indígena ngöbe, Chiriquí, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.
- Suresh, K K; Suaminathan, C; Dasthagir, M G y Surendran, C. 1992. Comparative growth of *Cajanus cajan* cultivars at wide spacing. *Nitrogen fixing tree research reports*, 10: 135-136.
- Vargas, F. 1994. Guatemala: retornados que retomaron prácticas tradicionales. *In* Groot, J P y Pasos, R. *Propuestas campesinas para el desarrollo sostenible*. Panamá, FUNDESCA / CDR-ULA. p 97-135.



Viera, J y Ramis, C. 1995. Manejo agronómico y utilización de la canavalia. Venezuela, Fundación Polar / Universidad Central de Venezuela / Facultad de Agronomía. 8 p.

Walker, D. 1982. The development of resilience in burned vegetation. *In* The plant community as a working mechanism. Great Britain. Black well scientific publications. p. 27-43.

Yanggen, D y Alegre, J. 2000. Barbechos con kudzú: análisis socioeconómico, adopción e impacto sobre la deforestación en Pucallpa, Perú. *Agroforestería en las Américas*, 7 (27):13-18.

### 3. CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS DE TUMBA Y QUEMA EN LA CUENCA DEL RÍO SAN FÉLIX, PANAMÁ.

#### 3.1. Introducción

Por muchas generaciones los ngöbes han desarrollado una agricultura basada en el sistema tradicional de tumba y quema. Originalmente sus territorios se extendían hasta zonas más apropiadas para la agricultura, como las llanuras costeras del pacífico. Sin embargo, el proceso de colonización de esas áreas los obligó a mantenerse en las zonas montañosas que actualmente ocupan (Cooke, 1982). Al establecerse en estas áreas, trajeron consigo el método ancestral de producción, el cual se ha mantenido hasta el presente con pocas modificaciones, pero en la actualidad presenta muchas limitaciones, principalmente debido a la baja fertilidad de los suelos y la topografía de laderas que predomina en la zona.

La agricultura ngöbe se basa principalmente en el cultivo de granos básicos orientados a cubrir las necesidades de alimentación del hogar. Sin embargo, la baja productividad ha hecho que esta población no sea autosuficiente en la producción de alimentos básicos. Por otro lado, la demanda de más terrenos agrícolas para una población creciente, unido a un escaso o ausente ordenamiento territorial ha provocado un avance desenfrenado de la frontera agrícola hacia zonas de mayor vulnerabilidad dentro de la cuenca. Esta situación ha causado un desequilibrio socioeconómico y ambiental que se refleja en los altos índices de pobreza extrema, los mayores del país, y en el deterioro progresivo de los recursos naturales (PAN, 1994; Contraloría General de la República de Panamá, 2000).

En los últimos años ha surgido un fuerte interés por parte de investigadores de Mesoamérica, por la investigación sobre políticas para el desarrollo sostenible y el manejo de los recursos naturales en las laderas de la región (Scherr, 1997). En este sentido, muchos proyectos, tanto del gobierno como de organizaciones no gubernamentales, han intentado mejorar la situación de los ngöbes, pero los resultados no han sido muy alentadores (Samaniego, 1997).

El proceso de planificación, con miras a un desarrollo de sistemas agropecuarios sostenibles, requiere de un adecuado inventario de los recursos suelo y clima, que permita combinarlos de forma integral para establecer un sistema de capacidad de uso de las tierras (Cubero, 2001). En la actualidad, la aplicación de técnicas de interpretación visual y digital para extraer información geográfica, derivada de imágenes de sensores remoto, ofrecen una buena base para apoyar la

programación del desarrollo agrícola, forestal, ambiental, entre otros (Barreto, 1999; PROSIG / SENACYT, 2001; Richters, 1995; Leiva y López, 1985).

También, es de vital importancia, considerar las estrategias de vida y las practicas tradicionales de la población, en donde los sistemas productivos ocupan un lugar preponderante. En este sentido, los diagnósticos rurales participativos (DRP) son herramientas de mucha utilidad, que permiten una interacción más directa entre la población y las instituciones de desarrollo, en la búsqueda de soluciones a los problemas de producción en las comunidades rurales (Chambers, 1992; Miranda, 1999; Bunch, 1985).

Los productores ngöbes poseen muchos conocimientos locales de gran valor que deben ser considerados en los planes de desarrollo comunitario. Tradicionalmente han desarrollado diferentes sistemas y prácticas agroforestales, entre las que se destaca la agricultura de tumba y quema (Pastrana et al., 1999). Sin embargo, actualmente, debido a su práctica generalizada, el sistema de tumba y quema requiere de alternativas encaminadas a minimizar sus efectos negativos sobre los recursos de la cuenca y procurar una producción agrícola sostenible, acorde con la realidad ngöbe, que mejore la calidad de vida de los habitantes de la zona.

Este estudio tuvo como objetivo caracterizar los sistemas de tumba y quema tradicionales en la Cuenca del Río San Félix.

## **3.2. Materiales y métodos**

### **3.2.1. Descripción del área de estudio**

Este estudio se llevó a cabo, entre los meses de marzo y agosto del 2001, en la Cuenca del Río San Félix. Esta se encuentra en la vertiente del Pasífico, dentro de la Comarca Ngöbe-Buglé, al Occidente de Panamá, específicamente entre los distritos de Mirono y Nole Duima, ubicados entre los 08°18' y 08°38' de latitud N y 82°00' y 81°45' de longitud W (Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", 1993) (Anexo 1).

Esta es una zona montañosa, con pendientes desde leves hasta muy pronunciadas, con notorias diferencias altitudinales, superando los 2800 m en su parte más alta. Los suelos son ácidos, se encuentran parcialmente erosionados y tienen muy baja productividad. El clima es tropical húmedo, con temperaturas que varían según la altura y lluvias superiores a los 2500 mm anuales. Se registra una estación lluviosa que dura entre 8-9 meses (abril / mayo-diciembre) y una estación

seca que dura entre 3-4 meses (enero-abril / mayo) (Samaniego, 1997; PAN, 1993; PAN, 1994; Instituto geográfico Nacional “Tommy Guardia, 1988).

Según el sistema de calificación de zonas de vida de Holdridge (2000), dentro de la Cuenca del Río San Félix se encuentran las siguientes asociaciones: bosque húmedo tropical (bh-T), bosque muy húmedo premontano (bmh-P), bosque muy húmedo tropical (bmh-T), bosque pluvial premontano (bp-P), bosque pluvial montano bajo (bp-MB) y el bosque pluvial montano (bp-M).

La mayor parte del área esta cubierta por rastrojos (regeneración natural de corta edad en tierras agrícolas) de diferentes edades, los cuales cada 3-5 años son utilizados como parcelas agrícolas, principalmente para la producción de granos básicos como arroz, maíz y frijoles. La zona se encuentra habitada por la etnia Ngöbe-Buglé, los cuales se dedican principalmente a las actividades agrícolas, mediante el método tradicional de tumba y quema (Samaniego y Montezuma, 1995).

### **3.2.2. Diseño del estudio**

Las hipótesis planteadas en este estudio fueron las siguientes:

- La agricultura de tumba y quema se practica en toda la Cuenca del Río San Félix; sin embargo existen zonas de mayor influencia.
- La agricultura de tumba y quema que se practica en la Cuenca del Río San Félix tiene un patrón común, desde el punto de vista biofísico y socio-económico, en las diferentes regiones (parte alta, media y baja de la Cuenca de Río San Félix).

Para caracterizar la agricultura de tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix y detectar posibles diferencias en las prácticas, fueron seleccionadas tres zonas, las cuales estuvieron determinadas por la altura: cuenca baja (0-400m), cuenca media (400-800m) y cuenca alta (> 800m, aproximadamente hasta los 1200m). Esto se hizo con base en la información del mapa topográfico de la provincia de Chiriquí (Instituto Geográfico Nacional “Tommy Guardia”, 1993).

Posteriormente, se hicieron recorridos de reconocimiento por toda la Cuenca del Río San Félix, para coleccionar información geográfica y hacer una descripción general sobre usos de la tierra en el área. La caracterización de la agricultura se hizo mediante diagnósticos agroforestales, con énfasis en agricultura de tumba y quema, en comunidades ubicadas en las zonas previamente establecidas. En

estos diagnósticos se consideraron una serie de variables cualitativas y cuantitativas (Cuadro 1), para comparar las diferencias y similitudes en diferentes aspectos (culturales, socio-económicos, ambientales y agrícolas) relacionados a los sistemas tradicionales de tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix.

**Cuadro 1.** Variables cuantitativas y cualitativas consideradas en el diagnóstico agroforestal con énfasis en agricultura de tumba y quema.

No	Variables cuantitativas	Unidades
1	Edad del (la) entrevistado (a)	No. años cumplidos
2	Tamaño de la familia	No. de personas / hogar
3	Personas que trabajan / familia	No. de personas / hogar
4	Tamaño de la finca	ha
5	Tamaño de la parcela de tumba y quema año <sup>-1</sup>	ha
6	Maíz ( <i>Zea mays</i> )-Siembra (1ra) / cosecha	lb / qq
7	Maíz-Siembra (2da) / cosecha	lb / qq
8	Arroz ( <i>Oryza sativa</i> )-Siembra / Cosecha	lb / qq
9	Guandú ( <i>Cajanus cajan</i> )-Siembra / cosecha	lb / qq
10	Frijol ( <i>Phaseolus spp</i> )-Siembra / cosecha	lb / qq
11	Poroto* ( <i>Phaseolus spp</i> )-Siembra / cosecha	lb / qq
12	Yuca ( <i>Manihot esculenta</i> )-Siembra	No. de plantas sembradas
13	Otoe ( <i>Colocasia spp</i> o <i>Xanthosoma spp</i> ) -Siembra	No. de plantas sembradas
14	Name ( <i>Dioscorea spp</i> )-Siembra	No. de plantas sembradas
15	Uso/descanso de terrenos de tumba y quema	Años / años
	<b>Variables cualitativas</b>	<b>Categorías</b>
16	Alfabetización del (la) entrevistado (a)	0 = No asistió, 1 = Iria Incompleta., 2 = Iria completa
17	Tenencia de la tierra total de la finca	1 = Propietario único, 2 = Colectivo familiar, 3 = Alquilado
18	Tenencia parcela de tumba y quema	1 = Propia, 2 = Prestada, 3 = Alquilada
19	Época de tumba-quema	Mes-mes
20	Método-época de siembra de maíz (1ra)	1 = Chuzo-mes, 2 = Voleo-mes
21	Método-época de siembra de maíz (2da)	1 = Chuzo-mes, 2 = Voleo-mes
22	Método-época de siembra de frijol	1 = Chuzo-mes, 2 = Voleo-mes
23	Método-época de siembra de poroto	1 = Chuzo-mes, 2 = Voleo-mes
24	Destino de la producción	1 = Consumo, 2 = Venta, 3 = Ambos
25	Tiempo en que la familia consume la producción	No. de meses
26	Lugar donde venden la producción	1 = Comunidad, 2 = Intermediarios, 3 = Mercados externos.
27	Factores que más afectan la producción.	1 = Plagas, 2 = Fertilidad, 3 = Malezas, 4 = Conocimientos, 5 = Otro
28	Prácticas de conservación de suelos	0 = Ninguna, 1 = Barreras vivas, 2 = Barreras muertas, 3 = Coberturas, 5 =Siembra contorno
29	Plantas de abono verde conocidas y/o utilizadas	Especies
30	Practicas de conservación de fuentes de agua	0 = Ninguna, 1 = Mantiene vegetación natural, 2 = Siembra árboles, 4 = Otro
31	Fuentes adicionales de ingreso	0 = Ninguno, 1 = Café, 2 = Cría de animales, 3 = Trabajo asalariado en la zona, 4 = Migraciones temporales, 5 = Otro

\*El poroto es un tipo de frijol de grano grande adaptado a climas más frescos.

### **3.2.3. Colecta de la información**

#### **3.2.3.1. Información geográfica y uso de la tierra.**

Se georeferenciaron 87 puntos en diferentes sitios, la mayoría (85 %) dentro de la cuenca (incluyendo las tres zonas definidas). Para esto se utilizó un Magellanes 310 (Global Positioning System), con el cual se registraron las coordenadas geográficas (N y W) en grados y minutos, y la altitud. Los puntos fueron seleccionados de manera arbitraria, para ubicarlos dentro de zonas bien definidas según los principales usos de la tierra y/o tipos de vegetación (áreas de agricultura migratoria, potreros, bosques, gramíneas naturales).

De cada sitio seleccionado y sus alrededores, se hizo una descripción sobre el uso actual de la tierra y la cobertura vegetal característica. Además se consideraron algunos sitios de referencia, conocidos geográficamente, como ríos, caminos y poblados, los cuales fueron verificados en el mapa topográfico de David (Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", 1993).

#### **3.2.3.2. Diagnósticos agroforestales con énfasis en agricultura de tumba y quema**

Los diagnósticos agroforestales con énfasis en agricultura de tumba y quema consistieron en recopilar información primaria sobre aspectos biofísicos y socioeconómicos relacionados a los sistemas tradicionales de tumba y quema. La información fue obtenida mediante la técnica del diálogo semi-estructurado (Geilfus, 2000).

Para verificar la información obtenida en campo, se recurrió a una triangulación, o verificación cruzada, de información procedente de diferentes fuentes (Molnar, 1993). Se consultaron tres fuentes de información: informantes claves, grupos de productores a nivel comunitario, y productores individuales y/o grupos familiares.

#### ***Entrevistas con informantes claves***

Los informantes clave fueron personas, no necesariamente del lugar, pero con bastantes conocimientos sobre la situación general de los habitantes de la zona, debido a sus experiencias y funciones dentro de las comunidades (autoridades tradicionales, autoridades gubernamentales, educadores y otros funcionarios). Con la ayuda de los técnicos de campo del PAN (Proyecto Agroforestal Ngöbe), se identificaron cinco informantes clave en la zona baja, cinco en la zona media y cuatro en la zona alta. Posteriormente, se estableció un diálogo semi-estructurado con cada uno de ellos (Anexo 2). Las respuestas obtenidas fueron clasificadas y codificadas según el tipo de variable (cuantitativa o cualitativa).

### *Reuniones talleres con grupos de productores*

Se realizaron tres reuniones-taller (una por cada zona) con diferentes grupos de productores (Cuadro 2). Estos se efectuaron como parte del programa de trabajo de los técnicos del PAN, quienes frecuentemente acuerdan reuniones con productores de las diferentes comunidades para tratar diversos temas relacionados con agricultura y ambiente.

**Cuadro 2.** Reuniones-taller realizadas.

Comunidad	Zona	Fecha	No. Participantes	No. Mujeres	No. Hombres
Oma	Baja	22-3-01	13	0	13
Hato Chamí	Media	30-3-01	15	12	3
Ratón	Alta	29-5-01	16	3	13

Los diferentes tópicos del diálogo semi-estructurado (Anexo 3) fueron discutidos de manera grupal. Todas las respuestas y señalamientos de los productores fueron escritos en láminas de papel. Posteriormente las respuestas fueron clasificadas y codificadas según el tipo de variable.

### *Entrevistas individuales o familiares*

Debido a lo limitado del tiempo, solo se entrevistaron 20 productores individuales o grupos familiares en la zona alta y baja y 22 en la zona media. Las entrevistas fueron realizadas en un 94 % en los corregimientos de Jádeberi, Hato Chamí y Susama, los cuales, según el censo de población y vivienda del 2000 albergan unas 697 viviendas ocupadas (Contraloría General de la República de Panamá, 2000). Por lo tanto, el número de hogares entrevistados fue relativamente bajo (aproximadamente 8 %). Sin embargo, dada la homogeneidad de la población, desde el punto de vista socio-económico, la información recavada fue considerada aceptable para efectos de comparación y verificación con las otras fuentes de información.

Solo se entrevistaron productores que no participaron en las reuniones-taller. La selección de estos fue sistemática, debido al aislamiento de las viviendas y a la dificultad de conseguir los nombre y ubicación de todos los productores en cada zona. Las viviendas fueron visitadas en la medida en que aparecían a lo largo de los caminos recorridos. El diálogo semi-estructurado en este grupo (Anexo 4) se realizó indistintamente con hombres y/o mujeres, e incluso con la participación de ambos a la vez o con otros miembros de la familia. Las respuestas fueron clasificadas y codificadas según el tipo de variable.

### **3.2.4. Análisis de la información**

#### **3.2.4.1. Información geográfica e interpretación de imagen de satélite**

Se utilizó una imagen de satélite de la zona, tipo LANSAD, correspondiente al mes de febrero de 1998. Con el programa EDRDAS IMAGE, Versión 8.2, se hizo una digitalización de la imagen. Esta consistió, en primer lugar, en clasificar la imagen original en 75 clases de cobertura vegetal, las cuales estaban determinadas por el color mostrado en la imagen. Posteriormente, estas clases de cobertura vegetal fueron nuevamente clasificadas y agrupadas en tres clases principales de cobertura vegetal (bosques rastrojos y pastos). Los criterios para esta clasificación y agrupación se basaron en la comparación de las diferentes categorías establecidas con áreas bien definidas en la imagen, como los bosques de mangle y los pastizales, y en las observaciones de campo. A cada tipo de cobertura se le asignó un color.

Posteriormente, con el programa ArcView GIS, Versión 3.1, se superpusieron los puntos registrados en campo sobre la imagen. Esto se hizo para verificar si la información recopilada en campo (descripción y ubicación) correspondía a la información presentada en la imagen. Finalmente, con el mismo programa, se separó, la parte correspondiente a la Cuenca del Río San Félix, de la imagen total. Adicionalmente, se hizo un mapa hipsométrico el cual representa el relieve de la cuenca en fajas altitudinales, delimitadas a través de curvas de nivel. A partir de la digitalización de la imagen original se pudo conocer el área total de la cuenca, el área correspondiente a cada uno de los tipos cobertura vegetal determinados y los diferentes rangos altitudinales.

#### **3.2.4.2. Diagnóstico agroforestal con énfasis en agricultura de tumba y quema**

Las respuestas obtenidas de los diferentes informantes fueron clasificadas y codificadas según el tipo de variable. La información obtenida en las entrevistas individuales fue comparada con las entrevistas hechas con informantes clave y con las entrevistas grupales. Esto con el fin de verificar la información proveniente de las diferentes fuentes. También, se hicieron algunas regresiones para conocer la relación de algunas variables y determinar sus principales efectos en los sistemas de producción.

### **3.3. Resultados**

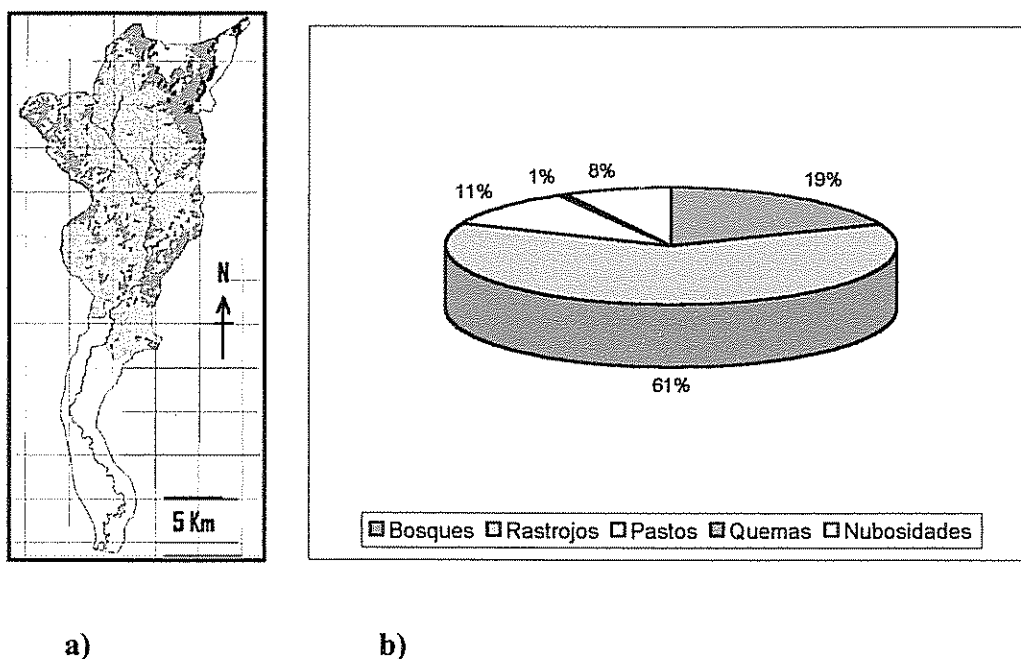
#### **3.3.1. Información geográfica e interpretación de imagen de satélite**

Con base en la interpretación de la imagen de satélite, se determinó que la cuenca del río San Félix tiene unas 33,340 ha, de las cuales 26,464 (aproximadamente el 80 %) se encuentran dentro de la Comarca Ngöbe-Buglé. Las descripciones sobre cobertura vegetal hechas en campo coincidieron

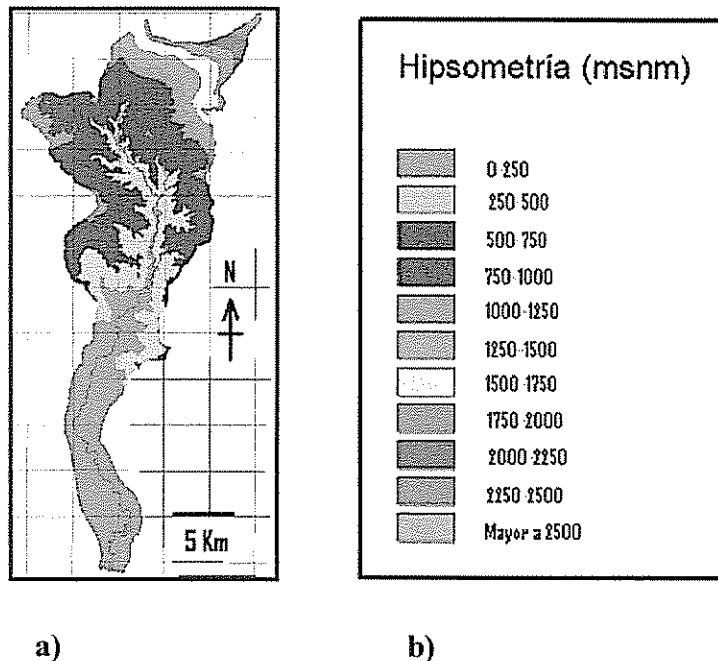


en un 87 % con la clasificación de cobertura vegetal hecha a partir de la información de la imagen de satélite. Se pudo conocer que en esta zona la vegetación de rastrojo cubre la mayor parte del terreno, seguida por bosques y pastos. Una fracción menor del terreno pertenece a zonas con cobertura vegetal no especificadas, debido principalmente al efecto de nubosidades en la parte superior de la imagen original y en menor grado a quemaduras (Figura 1).

Las mejores tierras para actividades agrícolas, por tratarse de áreas planas, se encuentran fuera de los límites de la comarca, en la zona comprendida entre 0-250 m. Dentro de la comarca el terreno es muy ondulado, extendiéndose hasta la división continental de aguas. La mayor parte se encuentra entre 250-1500 m, mientras que el punto más alto supera los 2500 m (Figura 2).



**Figura 1.** a) Mapa de la Cuenca del Río San Félix mostrando los principales tipos de cobertura vegetal. La línea roja marca el límite de la cuenca, mientras que la azul marca el recorrido del río San Félix. El color verde representa las áreas con cobertura boscosa, el naranja las áreas cubiertas por rastrojo y el amarillo las áreas cubiertas por pastos. Las áreas blancas y negras en la parte superior son nubes y sombras respectivamente, mientras que pequeños fragmentos color gris representan áreas quemadas. La zona blanca, en la parte inferior del mapa, corresponde al área de la cuenca que no pertenece a la Comarca Ngöbe-Bugle. b) Porcentaje del área ocupada por los diferentes tipos de cobertura vegetal en la cuenca del río San Félix. Fuente: Basado en una imagen de satélite de febrero de 1998.



**Figura 2.** a) Mapa hipsométrico de la Cuenca del Río San Félix, el cual representa el relieve de la zona en franjas altitudinales, determinadas a través de curvas de nivel. b) Hipsometría: diferentes rangos altitudinales en la cuenca del río San Félix. Fuente: Basado en una imagen de satélite de febrero de 1998.

### 3.3.2. Diagnóstico agroforestal con énfasis en agricultura de tumba y quema

#### 3.3.2.1. Información social

Las personas entrevistadas tenían edades entre 14 y 75 años. Un porcentaje muy bajo de estas personas recibieron educación básica, con ligeras diferencias entre las zonas alta, media y baja (25, 27.3 y 20 % respectivamente). Las personas que recibieron la educación básica de manera parcial, sin haber culminado, fueron un grupo más reducido (20, 13.6 y 10 %), mientras que el resto, (55, 59.1 y 70 %) nunca recibieron educación básica. Sin embargo, casi todos los niños de edad escolar asisten a la escuela, aunque muy pocos van a la secundaria después de culminar la escuela primaria (solo 8 % de las 62 familias entrevistadas tienen alguno de sus miembros en la secundaria). Por otro lado, el tamaño de las familias tampoco presentó mayores variaciones entre las zonas, con un promedio de 11, 9.7 y 10.4 miembros por familia respectivamente. Estos valores concuerdan con las afirmaciones de los informantes claves, quienes manifestaron que más de la mitad de las personas adultas no recibieron educación básica, mientras que la mayoría de los niños de edad escolar asisten a las escuelas. También coincidieron en que el tamaño de las familias está entre 8-15 personas.

### 3.3.2.2. Información socioeconómica

#### 3.3.2.2.1. El manejo de la tierra

La información suministrada por los entrevistados en cuanto al tamaño de sus fincas, mostró que la mayoría de las fincas tienen menos de 50 ha, lo cual no difiere entre las tres zonas (Cuadro 3). Además, la mayoría manifestaron que estas son manejadas de manera colectiva en el ámbito familiar, salvo algunas excepciones (10 % de las familias en la zona alta, 4.5 % en la media y 25 % en la baja), en que la finca es manejada por una sola unidad familiar, por lo general producto de la compra por parte de personas provenientes de otros lugares. Solo una persona, perteneciente a la zona media, mencionó que algunas zonas son manejadas de manera comunal para la producción agrícola, aunque él trabaja en su propia parcela familiar. El manejo comunal de la tierra solo fue confirmado por uno de los informantes clave de la zona media, quien se refirió solo al uso de algunas áreas de "sabana" (gramíneas naturales en áreas de laderas) donde algunas personas permiten que su ganado pade libremente con ganado de otros propietarios.

**Cuadro 3.** Porcentaje de las fincas correspondientes a las diferentes categorías de tamaño en tres zonas altitudinales de la cuenca del río San Félix.

Tamaño de finca	Zona Alta (%)	Zona Media (%)	Zona Baja (%)
Menos de 10 ha	29.4	22.2	35.3
De 10 a 50 ha	58.8	61.1	58.8
Más de 50 ha	11.8	16.7	5.9

Las entrevistas individuales mostraron que el tamaño de las parcelas anuales de tumba y quema estaban en un rango de 0.5 a 5 ha familia<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> para toda la cuenca. Algunos informantes clave mencionaron que el tamaño de las parcelas anuales de tumba y quema depende del tamaño de las familias; lo cual según ellos está entre 0.5 y 3.5 ha familia<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Sin embargo; el análisis de regresión entre la cantidad de terreno anual de tumba-y-quema no mostró una relación significativa con las variables tamaño total de la finca ( $p = 0.4245$  y  $R^2 = 0.0133$ ), tamaño de las familias ( $p = 0.4260$  y  $R^2 = 0.0115$ ) y número de personas que trabajan en la finca ( $p = 0.5288$  y  $R^2 = 0.0074$ ).

Los informantes clave afirmaron que la mayoría de las familias tienen tierra propia y que las pocas excepciones que no tienen, pueden acceder a una parcela agrícola temporal, en calidad de préstamo, la cual solicitan a algún miembro de la comunidad con suficiente tierra. Todos los entrevistados, a nivel individual manifestaron tener tierra propia, donde cada año realizan rotativamente sus actividades agrícolas. Sin embargo, algunos productores (cuatro en la zona media y siete en la zona

baja) manifestaron que, aunque tienen tierra propia, ocasionalmente trabajan en tierras ajenas, las cuales adquieren en calidad de préstamo.

### 3.3.2.2.2. Economía familiar

#### 3.3.2.2.2.1. Agricultura de subsistencia

La principal actividad económica de la zona es la agricultura de tumba y quema, la cual, según los entrevistados, se realiza con mano de obra familiar, los insumos externos son casi nulos, la producción es básicamente para el consumo del hogar y solo cubre de manera parcial las necesidades alimenticias de las familias. Esto también fue confirmado por los informantes clave y las entrevistas grupales.

La comercialización de los productos agrícolas provenientes del sistema de tumba y quema es muy baja. En la zona alta el 60 % de los entrevistados reveló que destina una parte de la producción para la venta, el 25 % en la zona media y el 5 % en la zona baja. Sin embargo todos afirmaron que, en la mayoría de los casos, la cantidad comercializada es solo una pequeña parte de la producción (< 50 %) y se realiza con personas de la comunidad o, en menor frecuencia (< 20 %), con intermediarios de afuera que llegan a las comunidades. La venta se da en caso de excedentes, lo cual según los entrevistados casi nunca ocurre, o en una necesidad extrema, ya que la producción, principalmente de granos básicos, es consumida por las familias en pocos meses (Cuadro 4).

**Cuadro 4.** Porcentaje de familias correspondientes a las diferentes categorías de tiempo en que se consume la producción de granos básicos en el hogar, en tres zonas altitudinales de la cuenca del río San Félix.

Intervalos de tiempo	Zona Alta (%)	Zona Media (%)	Zona Baja (%)
Hasta 3 meses	57.9	47.0	34.2
> 3-6 meses	18.4	47.0	49.2
> 6 meses	23.7	6.0	16.6

La mayoría de la gente no cuenta con una fuente adicional de ingresos permanentes en la zona. Sin embargo, algunas actividades complementan temporalmente la producción de tumba y quema, como el cultivo del café, la cría de animales y las migraciones temporales en busca de trabajo asalariado.

#### **3.3.2.2.2. El cultivo del café**

Algunos de los entrevistados son productores de café (35.0 % de los entrevistados en la zona alta, 36.4 % en la media y 30.0 % en la zona baja). Sin embargo este rubro se produce a baja escala, ya que el 68.2 % de los entrevistados reportó producciones inferiores a 2.5 qq finca<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> de café en cereza, el 18.2 % de 2.5-10 qq finca<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup> y el 13.6 % producciones superiores a los 25 qq finca<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. Estos últimos apenas sumaron tres productores en total, de los cuales dos pertenecen a la zona alta y uno a la zona media. Otros productos comerciales, como las hortalizas, son producidos por algunos agricultores de la zona alta (dos de los entrevistados), principalmente como complemento en el consumo casero y pocas veces logran comercializar pequeñas cantidades (algunas libras).

#### **3.3.2.2.3. La cría de animales**

La cría de animales es insignificante desde el punto de vista comercial, en la mayoría de los casos. La mayoría tiene algunas gallinas (no más de 10), las cuales son para el consumo casero o para venta en un caso de urgencia. Una cantidad menor de productores (7 de los 62 entrevistados) cría cerdos (frecuentemente no más de 2), principalmente para el consumo casero y ocasionalmente con fines comerciales. La ganadería se orienta más a la venta; sin embargo pocos se dedican a esta actividad. Solo 8 de los 62 entrevistados dijeron tener entre 1-8 vacas.

#### **3.3.2.2.4. Migraciones temporales**

Para complementar la economía y adquirir recursos monetarios, muchos ngöbes se ven en la necesidad de migrar temporalmente a otras regiones en busca de trabajo asalariado. Los informantes clave estimaron entre un 50-80 % de las familias que de manera total o parcial realizan migraciones temporales. Al realizar las entrevistas en el ámbito familiar se pudo constatar que, indistintamente de la zona (alta, media o baja), en el 79 % de las familias entrevistadas, al menos uno de sus miembros realiza migraciones temporales (con frecuencia toda la familia) para balancear la situación económica del hogar. Por lo general estas migraciones ocurren en la temporada de cosecha de café. Durante los meses de septiembre a noviembre, después de culminadas la mayor parte de las actividades agrícolas, muchos habitantes ngöbes de la Cuenca del Río San Félix dejan sus comunidades y se dirigen las zonas cafetaleras de la provincia de Chiriquí, fronteriza con Costa Rica, e incluso muchos trabajan en fincas del lado costarricense. Un menor porcentaje de los migrantes va a las fincas hortícolas de las tierras altas de la provincia de Chiriquí. Entre los meses de febrero y marzo retornan a sus tierras.

### 3.3.2.3. Información agrícola relacionada al sistema de tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix.

#### 3.3.2.3.1. Principales cultivos

Los sistemas de tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix presentaron diferencias entre las zonas en cuanto a especies de mayor importancia. El sistema es básicamente para la producción de granos básicos y algunas raíces y tubérculos (Cuadro 5). Estos últimos se consumen principalmente cuando empiezan a escasear los primeros.

**Cuadro 5.** Porcentaje de productores dedicados a los diferentes cultivos anuales en tres zonas altitudinales de la Cuenca del Río San Félix.

Cultivos Anuales	Zona Alta (%)	Zona Media (%)	Zona Baja (%)
<b>Granos Básicos</b>			
Maíz 1ra siembra	100	86.4	95.0
Maíz 2da siembra	10.0*	77.2	60.0
Arroz	5.0*	90.0	100.0
Guandú	10.0*	90.9	90.0
Frijol	5.0*	22.7	10.0
Poroto	60.0	22.7**	0.0
<b>Raíces y tubérculos</b>			
Yuca	15.0	77.3	90.0
Otoe	100.0	63.6	20.0
Ñame	5.0	9.1	5.0

\* En las partes más bajas de la zona alta

\*\* En las partes más altas de la zona media

#### 3.3.2.3.2. Prácticas y ciclo agrícola

El ciclo agrícola presentó algunas variaciones entre las zonas (Figura 3). Estas diferencias obedecen principalmente a las adaptaciones de los cultivos a las condiciones climáticas. Las diferencias más sobresalientes se observan en la zona alta, con la ausencia del arroz y guandú, un único pero más prolongado ciclo del maíz y el reemplazo del frijol por el poroto. La zona media y baja presentan ciclos agrícolas más similares.

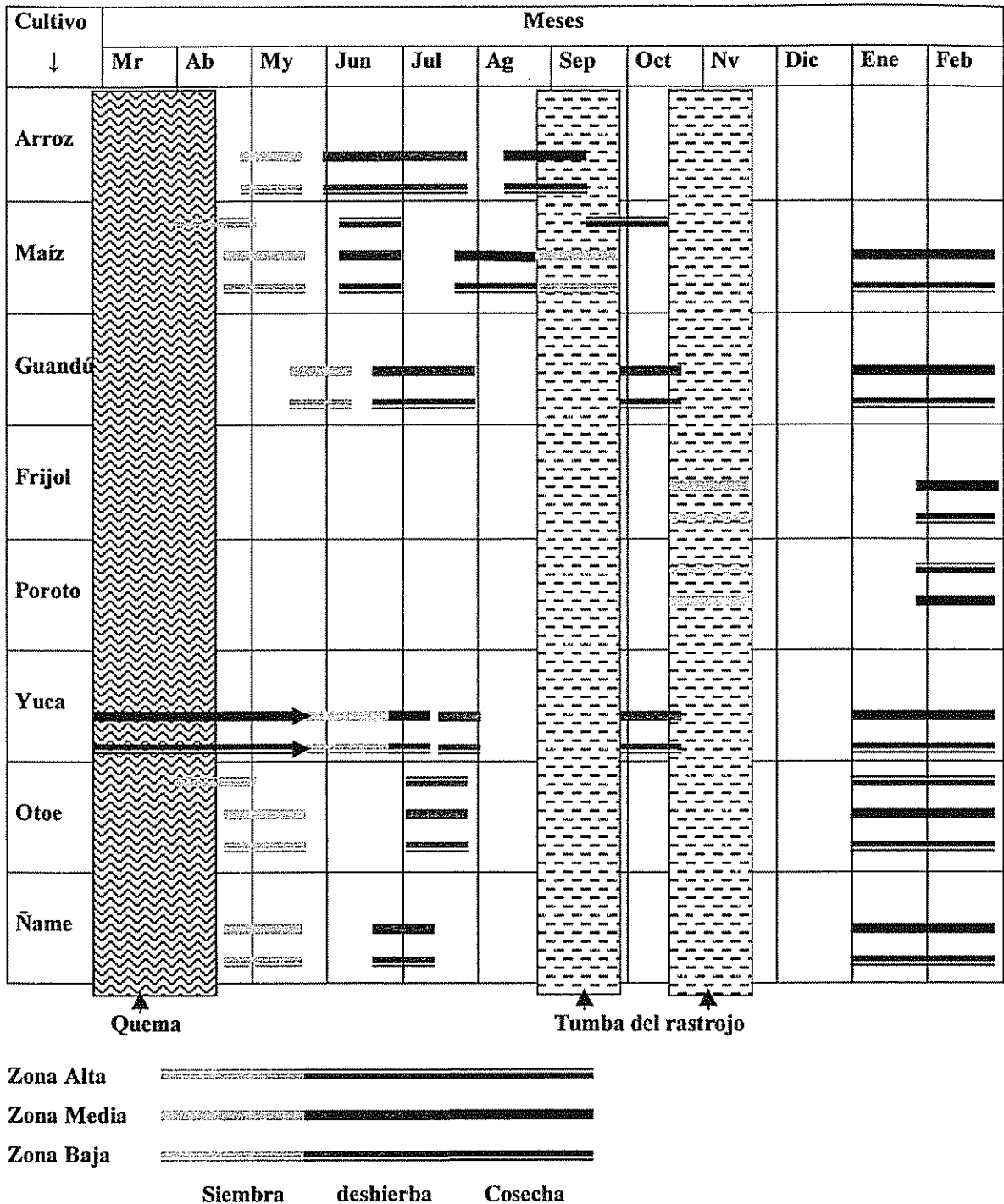


Figura 3. Ciclo agrícola de los principales cultivos anuales en las zonas alta, media y baja de la Cuenca del Río San Félix, Panamá.

Los métodos de siembra para el maíz varían para la zona alta con respecto a la media y baja. En la zona alta solo se hace una siembra, la cual se realiza a chuzo (utilizando una coa o herramienta en

forma de cuña con la que se hacen orificios en el suelo donde se colocan las semillas) en terrenos quemados y generalmente en monocultivo. En la zona media y baja, durante el primer período, también se siembra a chuzo y en tierra quemada. Puede ser en monocultivo, pero frecuentemente se asocia al arroz. La siembra de postrera (segunda siembra del año), en la zona media y baja, se hace al voleo (esparciendo las semillas manualmente entre la vegetación del rastrojo), seguido del corte del rastrojo, el cual se incorpora en forma cobertura muerta, por lo que el terreno no es quemado en esta fase, y no se realiza control de malezas.

La siembra del frijol en la zona baja y media y del poroto en la zona alta es similar. En las tres zonas los terrenos utilizados en siembra de postrera (poroto en la zona alta, maíz y frijol en las zonas media y baja) son utilizados en la primera siembra del año siguiente, después del corte y quema de los residuos de los cultivos y vegetación remanente.

El periodo de uso y descanso de la tierra fue similar en las tres zonas. Los productores utilizan la tierra por un año (un ciclo agrícola). El tiempo de descanso fue más variable, entre 1-7 años; sin embargo, 70 % de los entrevistados dejan sus parcelas en descanso por espacios de 1-3 años y el 30 % restante por 4-7 años.

#### **3.3.2.3.3. Producción**

Se encontró mucha variabilidad, tanto en la cantidad de semilla sembrada como en la producción de granos básicos, principalmente en maíz (Cuadro 6). Solo en la zona alta se encontró una relación significativa entre la cantidad de semilla de maíz sembrada y la producción, al someter estas variables a un análisis de regresión ( $p = 0.0002$  y  $R^2 = 0.6814$ ). En cambio, no hubo una relación significativa entre estas variables para la zona media-baja ( $p = 0.8971$  y  $R^2 = 0.0020$ ). En cuanto al arroz, hubo una relación muy baja entre la cantidad de arroz sembrado y la cantidad producida en la zona baja-media ( $p = 0.0022$  y  $R^2 = 0.2219$ ). La misma tendencia se observó en guandú, frijol y poroto.

En cuanto a raíces y tubérculos, el otoo tiene mayor importancia en la zona alta, en donde se siembran hasta cien plantas y más, mientras que la yuca es más importante para las zonas media y baja, en donde se siembran hasta 400 y 500 plantas o más respectivamente.



**Cuadro 6.** Cantidad de semilla sembrada y producción de granos básicos reportada por los informantes en la Cuenca del Río San Félix.

Granos Básicos	Zona Alta		Zona Media		Zona Baja	
	Sbra. (lb)	Prod.(qq)	Sbra. (lb)	Prod.(qq)	Sbra. (lb)	Prod.(qq)
Maíz 1ra.siembra	10-100	1-30	1-30	*	2-30	*
Maíz 2da siembra			3-100	0-5	5-100	0-12
Arroz			4-70	0.38-12	5-50	0.5-7
Guandú			2-15	0.20-5	1-10	1-6
Frijol			3-50	0-5	10-30	0-3
Poroto	50-100	0.1-15	20-40	0-3.5		

\* La mayor parte se consume nuevo, por lo que no pudo ser cuantificado.

Todos los entrevistados manifestaron una baja producción. Algunos productores dijeron haber regado hasta 50 libras de maíz y no haber cosechado nada. Comentarios similares hicieron algunos, en relacionados al frijol. El 65 % de las opiniones atribuye la baja producción agrícola a plagas diversas, un 37 % a la baja fertilidad del suelo y algunos mencionaron que ambos factores son un problema en la zona.

La cantidad de semilla sembrada reportada por los productores de maíz de la zona alta y de arroz de las zonas media y baja, no guardan relación con el tamaño de las parcelas anuales reportadas por ellos, según análisis de regresión hechos con estas variables ( $p = 0.9879$  y  $R^2 = 0.0000$ ;  $p = 0.6607$  y  $R^2 = 0.0057$  respectivamente)

#### 3.3.2.3.4. Conservación de suelo y fuentes de agua

Con excepción de las coberturas muertas que cubren el suelo durante parte del ciclo agrícola, los productores no toman otras medidas de conservación de suelos (aunque la cobertura en mención no es precisamente con ese fin). Los productores entrevistados conocen la importancia que tiene la vegetación de rastrojo en la fertilidad del suelo. Sin embargo, muchos desconocen la ventaja que tienen algunas plantas, sobre otras, para mejorar la fertilidad del suelo. Solo el 18 % de los entrevistados mencionaron algunas plantas específicas, que son preferidas en los rastrojos, debido a que acelerar el proceso de recuperación del suelo. Entre las especies mencionadas están: balso (*Ochroma pyramidale*), guabo (*Inga sp*), palo santo (*Erythrina sp*), pasto indiana (*Panicum sp*), sangrillo (*Croton sp*) y pica (*Mucuna sp*).

En cuanto a conservación de fuentes de agua, el 70 % de los productores entrevistados reconoció la importancia de la cobertura arbórea; sin embargo, los informantes clave y las entrevistas grupales revelaron que muy pocos son concientes de esto.

### **3.4. Discusión**

#### **3.4.1. Información geográfica e interpretación de imagen de satélite**

La imagen de satélite de la zona, respaldada por las descripciones de campo, permitieron conocer el área de la Cuenca Río San Félix, las diferencias altitudinales y una aproximación de las áreas cubierta por los principales tipos cobertura vegetal. El 15 % de los puntos descritos en campo estuvieron ligeramente fuera de los límites de la cuenca; sin embargo, para efectos de comparación y verificación de la cobertura vegetal, estos fueron considerados, ya que caían dentro del área total de la imagen de satélite.

La imagen de satélite utilizada correspondía a febrero de 1998, por lo que se esperaba que algunos sitios presentaran cambios en la cobertura vegetal, principalmente en las áreas boscosas considerando la demanda por tierras agrícolas y la expansión de la frontera agrícola (Hernández y Taylor 1993). En este sentido, 11, 2 y 2 % de los puntos, que en la imagen de satélite aparecían con cobertura boscosa, de rastrojo y de pasto respectivamente, en campo presentaron vegetación de rastrojo, pasto y rastrojo respectivamente. Cabe señalar que en algunos de los sitios que en la imagen aparecen como bosques, en campo se observaron grandes árboles caídos y quemados, lo que indica que el desmonte se dio en años recientes.

Con frecuencia los diferentes tipos de cobertura vegetal se encontraban mezclados y en fragmentos de diferentes tamaños. En la digitalización de la imagen de satélite solo se consideraron fragmentos mayores a cinco ha, por lo que muchos fragmentos de menor tamaño pasaron a formar parte de otros más grandes o de la vegetación dominante más cercana. De esta manera, muchos de los fragmentos dispersos, ocupados por vegetación arbórea, correspondientes a remanentes de bosque, bosques de galería o sistemas agroforestales, como café con sombra y huertos caseros, al ocupar un área menor de cinco hectáreas, pasaron a formar parte del rastrojo dominante en los alrededores. Lo mismo pudo haber sucedido con pequeños fragmentos ocupados por pastos, los cuales se encontraban rodeados por grandes zonas dominadas por rastrojos.

El poco tiempo disponible solo permitió hacer una clasificación general de la cobertura vegetal en la Cuenca del río San Félix. Por lo tanto, las áreas clasificadas como bosques no discriminan entre

bosques primarios y secundarios. Según Hernández y Taylor (1993), los bosques primarios se ubican en las partes más altas de la cordillera y forman la mayor masa boscosa de la cuenca (Anexo 5). Estos bosques representan ecosistemas muy frágiles que requieren de programas de conservación; sin embargo, hasta el momento no existen áreas protegidas dentro de la cuenca (Polanco, 2001, comunicación personal)<sup>1</sup>. El resto de las áreas boscosas, corresponden a fragmentos principalmente de bosques secundarios.

Las áreas correspondientes a rastrojo generalmente no pasan de cinco años de edad (Anexo 6), por lo que es poco probable que puedan ser confundidos con áreas boscosas en la imagen. El sistema de tumba y quema requiere que el suelo permanezca en descanso por algunos años, tiempo en que es ocupado por la vegetación de rastrojo (Bandy, et al., 1994). Esto indica que la mayor parte del área se encuentra en esta fase. Es más probable confundir áreas de rastrojo con áreas de pastos, principalmente cuando estas últimas incluyen gran cantidad de arbustos. Sin embargo, áreas agrícolas que esporádicamente son invadidas por pastos, en pocos meses son convertidas en rastrojos, debido a que frecuentemente se introducen herbívoros como caballos y vacas, los cuales impiden el desarrollo de las gramíneas (Samaniego, 1997).

Tampoco se hizo una diferenciación entre pastos naturales y potreros; sin embargo, dentro de la Cuenca del Río San Félix, en el área comprendida dentro de la Comarca Ngöbe-Buglé, la mayor parte de las zonas de pasto corresponden a pasturas naturales (Anexo 7). Estas áreas son llamadas comúnmente sabanas; sin embargo, se trata de zonas montañosas que, debido a las condiciones del suelo y topografía, no son aptas para explotaciones agrícolas o ganaderas y limitan el crecimiento de árboles (CATIE-Guaymí / DRI-GUAYMIES, 1988). Solo los pastos localizados cerca de los límites de la comarca (en la parte sur) corresponden a potreros, los cuales frecuentemente se alquilan a personas residentes fuera de la comarca. Las áreas de la cuenca ubicadas fuera de la Comarca Ngöbe-Buglé presentan suelos planos y fértiles, dominados por pastos (potreros). Estos terrenos son utilizados principalmente para la ganadería y algunas partes para el cultivo del arroz, por parte de la población latina (PAN, 1994).

La información recavada en campo y, principalmente, a partir de la imagen de satélite es solo una aproximación del área que ocupan los principales tipos de cobertura vegetal en la Cuenca del Río San Félix. La imagen de satélite en la que se basó el estudio, corresponde al mes de febrero de 1998, por lo que es probable que hayan habido cambios en la cobertura vegetal durante los años

---

<sup>1</sup> Polanco, A. 2001. Áreas protegidas (entrevista). San Félix, Panamá, PAN / ANAM.

posteriores, lo cual no fue evaluado. Si estos cambios se dieron, lo más probable es que hayan sido en función de una disminución de la cobertura boscosa y un aumento en la cobertura de rastrojo. Sin embargo, como se mencionó anteriormente, las mayores áreas boscosas en la cuenca se localizan en sitios empinados y de difícil acceso (principalmente en la zona alta), lo que dificulta la utilización de estos espacios en actividades agrícolas. Además, son zonas menos pobladas (Contraloría General de la República de Panamá, 2000), por lo que probablemente la masa boscosa actual no presente mayor diferencia con respecto a la existente en febrero de 1998. Los rastrojos existentes se alternan periódicamente (generalmente cada 3-5 años) con parcelas agrícolas, por lo que no logran alcanzar un estado de madurez que permita considerarlos como bosque secundario, en la mayoría de los casos. En cuanto a los pastos naturales, aunque su utilización es escasa (principalmente limitada a pequeñas explotaciones ganaderas) se desconoce si hay algún efecto en incremento o disminución o por otros factores como las quemaduras frecuentes durante la estación seca. Estos se localizan en la zona media y alta.

La influencia del sistema de tumba y quema en la zona puede mirarse en función de sus beneficios en la economía familiar o, a nivel de región, en función del área ocupada en esta actividad, la cual bajo ciertas circunstancias, como su desarrollo en zonas vulnerables, puede tener consecuencias negativas. Con respecto al área utilizada en tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix, relacionada con la cobertura de rastrojo, la interpretación de la imagen de satélite muestra que esta actividad se practica en toda la zona. Sin embargo, al comparar el mapa de cobertura vegetal y el de relieve, se observa que el sistema se ve limitado (a ocupar toda el área) en la zona media y alta. En la primera, por la presencia de áreas considerables cubiertas de pastos naturales y en la segunda, además de incluir áreas de pastos naturales, están las áreas más empinadas y de difícil acceso, las cuales aún mantienen cobertura boscosa.

Cabe señalar que para realizar estudios más precisos acerca de la cobertura vegetal de una región se requiere de una clasificación digital más detallada. Esta debe ser apoyada con verificación de campo, la cual debe seguir un diseño experimental (que puede incluir parcelas de evaluación que permitan conocer cierto grado de error) e información adicional, como fotografías aéreas y mapas existentes (Figallo, 2000).

### **3.4.2. Diagnóstico agroforestal con énfasis en agricultura de tumba y quema**

#### **3.4.2.1. Aspectos sociales**

La información recopilada acerca del tamaño de las familias mostró que esta población, en general, presenta altos índices de crecimiento poblacional. Según el último censo de población y vivienda (Contraloría General de la República de Panamá, 2000), la población ngöbe, que incluye la gente que habita la Cuenca del Río San Félix, comprende unas 110,080 personas, de las cuales el 51 % comprende edades entre 0-14 años. Esta población alcanza los mayores índices de crecimiento poblacional del país, cerca de 3 % anual, mientras que en el resto del país esta por el orden del 1.3 % anual. El excesivo crecimiento poblacional, unido a los escasos ingresos, tiene efectos directos en la situación económica de las familias.

Se determinó que gran parte de la población, principalmente adultos no recibieron educación básica. Según la Contraloría General de la República de Panamá (2000), 46.4 % de la población mayor de 4 años, no recibió educación básica, mientras que el total de analfabetismo para el país esta alrededor de 9.2 %. El 46.1 % obtuvo por lo menos un grado de educación básica, de los cuales solo el 11.1 % culminó la educación básica, lo que indica una alta deserción escolar. Las principales causas de esta problemática son la falta de escuelas, aspectos culturales y la pobreza.

En los últimos años ha habido una proliferación de escuelas en lugares apartados de la comarca, complementado con ayudas alimenticias, lo que ha hecho que la mayoría de los niños en edad escolar (cerca del 30 % de la población total) asista a las escuelas. Sin embargo, todavía hay niños que necesitan caminar hasta dos horas para llegar a la escuela más cercana. El aspecto cultural más fuerte es el idioma y aunque se contempla la educación bilingüe, en la practica no ocurre. Entonces durante los primeros años de estudio, los niños invierten mucho tiempo en el aprendizaje del español, por lo que las repeticiones de año son frecuentes. Posteriormente, cuando logran aprender el español y pasar a niveles superiores, muchos prefieren dejar la escuela para dedicarse al trabajo y ayudar en la economía del hogar (Ríos, 2001, comunicación personal)<sup>2</sup>.

Las condiciones precarias de vida observadas, se reflejan en la poca productividad de la zona. En Panamá cerca del 35 % de la población vive en condiciones de pobreza y un 18 % en pobreza extrema, mientras que en los pueblos indígenas, donde los ngöbes son mayoría, el 95 % son pobres y de estos el 86 % vive en condiciones de pobreza extrema (Gobierno de Panamá, 2000).

---

<sup>2</sup> Ríos, B. 2001. Educación en la Comarca Ngöbe-Buglé (entrevista). San Félix, Panamá, Ministerio de Educación.

### **3.4.2.2. Información socioeconómica**

#### **3.4.2.2.1. El manejo de la tierra**

La ley 10 de marzo de 1997 crea la Comarca Nöbe-Buglé como una división especial en el territorio de la República de Panamá (PAN, 1997). La misma establece el carácter colectivo de la tierra. Sin embargo, en la práctica la tierra se maneja de manera colectiva familiar. La cultura ngöbe está muy ligada a la posesión de la tierra, ya que la agricultura migratoria, la cual requiere mucha tierra para desarrollarse, es la base de su economía. La mayoría de los ngöbes tienen acceso a la tierra, para ellos ser propietarios de la tierra que cultivan es un derecho ancestral, sin que se cuente necesariamente con un título de propiedad (Miranda, 1997). La tierra es transferida de padres a hijos sin mayores implicaciones legales, ya que no existe el título de propiedad. Debido a esto, y a que el carácter regional del estudio limitaba el tiempo para realizar mediciones detalladas a nivel de finca, se hace difícil conocer el tamaño exacto de las fincas basándose solo en la información verbal suministrada por los informantes individuales a nivel familiar. Por consiguiente, es probable que el tamaño de las fincas reportado difiera del tamaño real. La información obtenida al respecto se basa en la idea de hectárea, como unidad de área, que tienen los entrevistados, la cual puede ser variable; sin embargo se puede conocer, de manera aproximada, el tamaño relativo de las fincas. El no contar con un título de propiedad limita las posibilidades de adquirir préstamos agrícolas u otros tipos de ayuda (Gobierno de la República de Panamá, 2000). Un aspecto importante, relacionado a la tenencia de la tierra, es que al incrementarse la población, uno de los principales problemas en la zona se deriva de los litigios entre familias por la posesión de la tierra (PAN, 1997).

#### **3.4.2.2.2. Economía familiar**

##### **3.4.2.2.2.1. Agricultura de subsistencia**

La agricultura de tumba y quema es la base de la economía ngöbe en la Cuenca del Río San Félix; sin embargo, en la actualidad este sistema no cubre las necesidades básicas de la población. A pesar de esto, los habitantes de la zona continúan cultivando sus tierras cada año. En general, los métodos de producción se desarrollan de manera similar en toda la zona. Al igual que en otras regiones (Bandy, et al., 1994; Montagnini et al. 1992), es un sistema de subsistencia y se caracteriza por ser realizado con mano de obra familiar, los insumos externos son casi nulos y la producción es básicamente para el consumo del hogar.

Toda la familia, sin excepción (hombres, mujeres y niños mayores), participa en las actividades agrícolas. Las mujeres participan en todas las actividades excepto en la tumba del rastrojo, en donde solo participan los hombres. Según PAN (1994), generalmente los agricultores ngöbes saben

de la existencia de agroquímicos que podrían mejorar sus cosechas; sin embargo muy pocos los utilizan debido a que no cuentan con los recursos económicos para adquirirlos y por la falta de conocimientos en su aplicación.

Debido a los bajos rendimientos agrícolas, la producción solo cubre de manera parcial las necesidades alimenticias básicas de la población. Los granos básicos producidos solo duran pocos meses. La escasez de alimentos se agudiza en los meses de junio y julio, donde algunos productos del sistema, como el otoo en la zona alta y la yuca en la zona media y baja, cubren parcialmente las necesidades alimenticias. Algunos agricultores manifestaron que en la actualidad la situación es tan crítica que “el mes de julio empieza en marzo”.

Durante el periodo en que son escasos los productos del sistema de tumba y quema otros productos, provenientes de otros sistemas productivos de las fincas, cubren de manera parcial las necesidades alimenticias. A este grupo pertenece el guineo (*Musa* sp), el cual generalmente forma parte de los huertos caseros existentes. Este es consumido principalmente verde en toda la zona y en cualquier época, pero con mayor énfasis en la época de escasez de alimentos. Eventualmente este producto también se hace escaso, por lo que algunos comerciantes lo importan, a precios relativamente módicos (entre B/. 0.05-0.10 lb<sup>-1</sup>, venta al público), de las grandes compañías bananeras ubicadas no muy lejos de región ngöbe. Otro producto importante, que afortunadamente fructifica en este tiempo en la zona, es el pifá (*Bactris gasipaes*), el cual, como en el caso anterior, generalmente es producido en huertos caseros. Por razones ambientales esta especie se desarrolla mejor en la zona baja y parte de la zona media.

También, se consumen las hojas y tallos tiernos de las jirakas, que son un grupo de plantas silvestres o semi-silvestres. Entre las especies observadas están una Urticácea, una Aráceo (posiblemente *Xanthosoma* sp) y una Phytolacaceae (posiblemente *Phytolaca* sp). Estas son utilizadas como alimento complementario, pero toman mayor importancia en los tiempos de escasez. El consumo de estas especies (específicamente la Urticácea) fue observado en la zona alta; sin embargo algunos de los entrevistados manifestaron consumirlas en la zona media y baja.

Aunque los sistemas con cultivos permanentes, como los huertos caseros, son comunes en la zona y, al igual que en otras regiones, pueden jugar un importante papel, tanto en la economía como en aspectos culturales de la población rural, ya que incluye muchas especies para usos diversos (Bentes-Gama, et al., 1999; Jose and Shanmugaratnam, 1993; Gillespie et al., 1993; Ochea, et al.,

1998; Marsh y Hernández, 1996; Méndez, et al., 1996), estos no fueron evaluados, debido a lo limitado del tiempo y a que el enfoque principal del estudio fue el sistema de tumba y quema. Según PAN (1994), entre las especies alimenticias consideradas como cultivos permanentes en la zona (presentes generalmente en los huertos caseros), solo el guineo y el pifá son importantes como alimentos básicos, el resto (la mayoría frutales y algunas hortalizas) son utilizados como comida adicional en su madurez y generalmente la cosecha es para el consumo inmediato.

Como se ha venido mencionando, en el sistema de tumba y quema el terreno se mantiene la mayor parte del tiempo ocupado por la vegetación de rastrojo. Se sabe que esta vegetación, además de promover la recuperación de la fertilidad del suelo, provee productos adicionales (Kass y Somarriba, 1999; Falconer y Arnold, 1991). Aunque esto no fue evaluado en detalle, es evidente la importancia de estos productos en la alimentación, medicina tradicional y materiales para las viviendas, según lo observado y manifestado por algunas personas.

#### **3.4.2.2.2. El cultivo del café**

El cultivo de café es una actividad complementaria a la tumba y quema practicada por algunos agricultores. Aunque el café no es cultivado a gran escala por la mayor parte de la población en la zona de estudio y no se trata de un producto de importancia alimenticia, éste tiene especial importancia debido a su comercialización (PAN, 1994). Se le cultiva en sistemas con sombra, frecuentemente como parte del huerto casero, con poco o ningún manejo o aplicación de insumos externos. Los sistemas agroforestales con café no fueron estudiados a profundidad, al considerarlos complementarios al sistema principal, el de tumba y quema. A través de las entrevistas solo se obtuvo información relacionada a la producción.

En la actualidad la actividad cafetalera esta tomando mayor importancia debido a la presencia de algunos proyectos de desarrollo rural en la zona los cuales promueven el cultivo de café. Entre las organizaciones que apoyan esta actividad en la zona están el Proyecto de Desarrollo Rural de las Comunidades Ngöbe-Buglé y el PAN (Proyecto Agroforestal Ngöbe). A raíz de esto, se han formado diversos grupos organizados dentro de la comarca. Dentro de la Cuenca del Río San Félix están la Cooperativa de Producción Despertar Guaymí, R.L. y la Asociación de Productores de Tierras Altas de Hato Chamí, ambas ubicadas en la comunidad de Hato Chamí. Sin embargo, en la actualidad el cultivo del café se desarrolla con muchas limitaciones, por lo que la producción en la zona es baja (Miranda, 1997).



#### **3.4.2.2.3. La cría de animales**

La cría de animales, principalmente aves, se da a muy baja escala y es básicamente para el consumo casero. En casos de mucha necesidad se destina para la venta, funcionando como una “caja menuda”, como ocurre con campesinos pobres de otras regiones (Hackedon, 1983). Pocas de las personas entrevistadas se dedican a la cría de cerdos como actividad complementaria. Los cerdos son animales que demandan mucho alimento, generalmente productos provenientes del sistema de tumba y quema, principalmente maíz y yuca (PAN, 1994). Como la producción de estos cultivos muchas veces es baja solo se destina para el consumo humano, por lo que la cría de cerdos se ve limitada. La cría de ganado vacuno también es practicada por pocas personas, a baja escala. Generalmente se trata de ganado criollo (poco mejorado), el cual se desarrolla sin o con pocos insumos externos (Anexo 8). Salvo algunas zonas dominadas por gramíneas naturales, generalmente en las fincas ngöbes de la Cuenca del Río San Félix no se destinan áreas permanentes para la cría de ganado (potreros). El ganado es introducido en las parcelas agrícolas abandonadas y áreas de rastrojo.

#### **3.4.2.2.4. Migraciones temporales**

Otra actividad desarrollada por la mayoría de la población ngöbe entrevistada son las migraciones temporales en busca de trabajo asalariado. Estas son una forma de obtener ingresos producto del trabajo asalariado. A nivel nacional las mayores migraciones en busca de trabajo se dan entre la población ngöbe, muchos de los cuales son oriundos de comunidades ubicadas en la Cuenca del Río San Félix (Gobierno de Panamá, 2000). Estas migraciones por lo general son de carácter temporal y, a diferencia de otros grupos que se dirigen a las ciudades, los ngöbes se dirigen a regiones de agricultura intensiva donde se requiere de mucha mano de obra de manera temporal, como las fincas cafetaleras, bananeras, cañeras y hortícola (Heckadon, 1984).

Aunque los ingresos por familia, producto del trabajo asalariado, no fueron cuantificados, estos deben ser muy variables y van a depender principalmente del número de personas que migran por familia, el tiempo que dure el trabajo asalariado y el tipo de trabajo realizado. Sin embargo, considerando el tiempo en que los migrantes permanecen fuera de sus comunidades y la pocas posibilidades de ingresos en las comunidades, es probable que los ingresos del trabajo asalariado temporal permitan el sustento de las familias durante unos 3-6 meses, en la mayoría de los casos. Por consiguiente, el trabajo asalariado es la principal fuente de ingresos monetarios para la mayoría de los habitantes de la zona.

### **3.4.2.3. Información agrícola relacionada al sistema de tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix.**

#### **3.4.2.3.1. Principales cultivos**

Aunque el sistema de tumba y quema practicado en la Cuenca del Río San Félix presenta muchas deficiencias, es la base de la economía de las familias ngöbes que habitan en la región. Con excepción de algunas áreas específicas, como las pasturas naturales y las partes más empinadas de la cordillera, la agricultura de tumba y quema se practica en toda la cuenca. Sin embargo, el sistema presenta algunas variaciones entre las diferentes zonas donde se desarrolló el estudio. Estas obedecen, principalmente, a las condiciones climáticas específicas de cada zona, lo que determina la presencia de los diferentes cultivos.

En cuanto a granos básicos, en la zona se cultivan principalmente arroz, maíz, guandú frijol y poroto. Todos estos cultivos son importantes en la alimentación básica de la población. Sin embargo, con base en la frecuencia de los cultivos entre las fincas de los entrevistados, el arroz tiene mayor importancia en la zona baja y media, mientras que el maíz es el más importante en la zona alta. En la zona alta no se cultiva el arroz debido factores climáticos. Aunque existen variedades de arroces capaces de producir a alturas superiores a 800 metros (Leon, 2000), las utilizadas en la zona y en el resto del país (las cuales no fueron identificadas), están mejor adaptadas a las tierras bajas (Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos de Panamá, 1995). Sin embargo, parcelas de arroz fueron observadas en toda la zona media, e incluso, en menor grado, en las partes más bajas de la zona alta (entre 800-900 m). Al igual que en el resto del país y en muchas otras regiones del mundo, el arroz es la principal fuente de energía para gran parte de la población (CIAT, 2001), por lo que la mayoría de las familias de la zona baja y media procura sembrar su respectiva parcela de arroz cada año.

El maíz es el único grano cultivado en cantidades relativamente abundante en las tres zonas. En la zona alta solo hay cabida para una siembra de maíz al año, ya que, debido a que las condiciones ambientales, tiende a crecer más lento. En las zonas media y baja se dan dos periodos de cultivo en maíz. Casi todos los entrevistados en estas dos últimas zonas realizan la primera siembra; sin embargo, un número menor de ellos manifestó (aunque siguen siendo la mayoría) realizar la segunda siembra.

Son varios los factores que pueden influir en que los agricultores pierdan el interés por la segunda siembra de maíz. Por un lado, aunque la segunda siembra generalmente es mayor (en terreno y

cantidad de semillas) que la primera, su productividad tiende a ser menor debido a la manera en que se cultiva (siembra al voleo, en donde la mortalidad de semillas es alta y no hay control de malezas). Se requiere una mayor inversión de semillas para tener una producción aceptable, pero algunas veces los productores llegan a quedarse sin o con poca cantidad de semillas. La competencia con las malezas puede provocar un pobre desarrollo del maíz, lo puede hacerlo más susceptible a plagas, aumenta la probabilidad de tener una baja producción. Por otro lado, muchos productores pueden preferir el trabajo asalariado y empiezan a migrar desde antes o durante la época de segunda siembra de maíz.

El guandú es cultivado en las zonas baja y media por casi todos los productores entrevistados. Esta especie puede desarrollarse desde el nivel del mar hasta los 2000 m de altura, debido a su gran adaptabilidad (Skerman, 1991). Sin embargo, los fuertes vientos imperantes en la zona alta, durante la época de floración del guandú, impiden que los frutos se desarrollen normalmente, por lo que los productores de esta zona prefieren no cultivarlo.

El frijol se cultiva en la zona baja y media y es reemplazado alta por el poroto en la zona. El poroto es una variedad de frijol de grano más grande adaptado a climas más frescos. Aunque el frijol es un producto muy preferido en la alimentación de los habitantes de la cuenca y su costo en los comercios es superior al del guandú, muy pocos de los entrevistados lo cultivan. En cuanto al poroto en la zona alta, la cantidad de agricultores que lo cultiva es mayor; sin embargo, es muy inferior con respecto al maíz. Las variedades de poroto más utilizadas en la zona son las de bejuco (tallo largo); sin embargo también se cultivan las de mata (tallo corto), pero en menor cantidad.

Las causas relacionadas a un número menor de cultivadores de frijol y poroto, con respecto al cultivo principal en las respectivas zonas, puede deberse a situaciones parecidas a las mencionadas para la segunda siembra de maíz en las zonas media y baja. Además, con el agravante de que la siembra de estos cultivos es posterior a la del maíz, cuando las necesidades de migrar, en busca de trabajo asalariado, pueden ser mayores. También, si existe escasez de semilla, es más difícil de adquirirla debido a su mayor precio y menor disponibilidad en la zona, en comparación con el maíz o el guandú.

En cuanto a raíces y tubérculos, la yuca tiene mayor importancia en las zonas media y baja, ya que es cultivada por la mayoría de los productores entrevistados, principalmente en la zona baja donde las tierras son más planas. Según Moltaldo (1991), la topografía es un factor muy importante en el

cultivo de la yuca, la cual requiere de terrenos planos u ondulado suave (0-8 % de pendiente). En la zona alta el otoo tiene mayor importancia y es cultivado por todos los productores entrevistados. El otoo también es muy cultivado en la zona media, aunque no tanto como la yuca. En cambio en la zona baja son muy pocos los productores que se dedican al cultivo del otoo, a diferencia de otras regiones del país donde es cultivado principalmente en las tierras bajas. El ñame tiene menos importancia que los cultivos anteriores, pues, independientemente de la zona, es cultivado por muy pocos productores. Muchos de los productores entrevistados atribuyen el poco interés en el cultivo del ñame a la presencia de aradores (*Orthogeomys* sp), los cuales también afectan otros cultivos como las musáceas y el pifá.

#### **3.4.2.3.2. Prácticas y ciclo agrícola**

Independientemente de las zonas, las parcelas utilizadas en la siembra de postrera son preparadas para la primera siembra del año siguiente. Esto se hace mediante el corte y quema de los residuos de las cosechas y la vegetación remanente, a finales de la estación seca (Anexo 9). Posteriormente, a inicios de la estación lluviosa, se realiza la siembra. Debido a factores ambientales, en la zona alta el periodo de siembra se inicia casi un mes antes que en las zonas media y baja. Las cantidades sembradas son muy variables entre los productores entrevistados y generalmente depende más de las condiciones particulares de cada uno (disponibilidad de semillas, tierra, mano de obra, tiempo y recursos), que de factores ambientales (terrenos en ladera, clima impredecible) o de mercado, pues las cosechas son principalmente para el consumo del hogar.

No se encontró una relación entre la cantidad de semilla de arroz (zonas media y baja) y maíz (zona alta) sembrada en función del tamaño de las parcelas agrícolas reportadas por los productores. Como se mencionó en el punto 4.2.2.1., es posible que esto se relacione con el hecho de que muchos de los entrevistados probablemente no tienen bien claro el concepto de hectárea. Sin embargo, la cantidad de semilla sembrada, reportada por los informantes, tiene bastante concordancia con reportes hechos para otras comunidades ngöbes ubicadas dentro y fuera de la Cuenca del Río San Félix (PAN, 1994). Estos estudios señalan que en las comunidades de Hato Julí, Guabo y Soloy, las cuales presentan condiciones ambientales similares a las encontradas en la zona media y baja de la Cuenca del Río San Félix, cada familia siembra entre 10-60 lb de arroz. Para el maíz, el mismo estudio reporta siembras al voleo de 10-100 lb por familia (aproximadamente 30-45 lb ha<sup>-1</sup>) y 30-40 lb de frijol. En el caso de la comunidad de Cerro Otoo, la cual presenta condiciones ambientales similares a las encontradas en la zona alta de la Cuenca del Río San Félix, se siembran al voleo hasta 100 lb de poroto.

La siembra del arroz se realiza a chuzo y en secano (en tierras no inundadas). Según PAN (1994), se colocan entre 7-10 granos cada 30-40 cm, en un arreglo triangular. El control de malezas y la cosecha se realiza de manera manual. En la zona alta la siembra de maíz también se realiza a chuzo, con lo que se aprovecha mejor la semilla, en comparación con la siembra al voleo. Además, se incluye el control manual de malezas. Este método de siembra de maíz también se practica en regiones como Cerro Otoe, donde las condiciones ambientales son parecidas (PAN, 1994).

En la zona media y baja, se realizan dos siembras de maíz; la primera, generalmente en menor cantidad, sembrada a chuzo y comúnmente en asocio con arroz (Anexo 10). La segunda se realiza al voleo, en monocultivo y no se incluye el control de malezas (Anexo 11). En la siembra al voleo, las semillas son esparcidas entre la vegetación de rastrojo, la cual seguidamente es cortada e incorporada como cobertura muerta. De esta manera, se reprime, por lo menos parcialmente, el desarrollo de las malezas, al impedir la incidencia directa de luz sobre la superficie del suelo (Ferreira y García, 1994). La primera siembra de maíz se cosecha entre los meses de julio y agosto y se consume principalmente nuevo y de manera casi inmediata, debido a la menor disponibilidad de alimentos en esta época. En la segunda cosecha el maíz se deja secar en el campo y es recojido aproximadamente en febrero.

El guandú y la yuca generalmente se siembran intercalados en el arrozal. Esto generalmente se hace después de la primera deshierba del arroz. Al cosechar el arroz, el guandú y la yuca continúan su desarrollo hasta su cosecha, desde inicios de la estación seca. A diferencia del guandú y la yuca, para la siembra del otoa, se destina un espacio diferente al de los granos básicos y comúnmente la siembra se realiza a inicios de la estación lluviosa. Como en los cultivos anteriores, el control de malezas es manual. En la cuenca del río San Félix, se cultivan por lo menos tres variedades (o posiblemente especies) de otoa: el morado, el negro y el blanco. Estos no fueron identificados a nivel de especie, pero probablemente se traten de *Colocasia* spp o *Xanthosoma* spp. El otoa blanco es una especie semisilvestre que crece solo o con pocos cuidados por parte de los productores, generalmente en sitios con bastante humedad.

El frijol y el poroto se siembran al voleo y sin control de malezas, utilizando el mismo procedimiento que en la segunda siembra de maíz, pero aproximadamente un mes después y en un terreno aparte. Estos sistemas de producción, con coberturas muertas, son muy antiguos y datan de la época precolombina (Patiño, 1965, citado por Thurston et al., 1994; Araya y Gonzales, 1992). Aunque la productividad es baja, lo ventajoso es que no se utilizan insumos externos y la inversión

de mano de obra es baja (cero labranza). En la actualidad el cultivo del frijol, utilizando el método de corte y cobertura muerta, es practicado en otras regiones de América Latina, como algunas zonas de Costa Rica, donde se lo conoce como frijol tapado (Herrera y Meléndez, 1997; Araya y Gonzalez, 1992).

Según los informantes, el poroto es cultivado en mayor cantidad en la zona alta, en comparación con el cultivo de frijol en las zonas media y baja. Esto puede deberse a que hay mayor disponibilidad de tierra, tiempo y mano de obra durante esta época en la zona alta, al no darse la segunda siembra de maíz. En cambio, durante este periodo, en las zonas media y baja, se hace más énfasis en el maíz, ya que su cultivo resulta más económico (por la mayor disponibilidad o menor costo de las semillas) y posiblemente implique menos riesgo de pérdida en las cosechas. Otro aspecto que hay que mencionar es que la semilla de poroto es un poco más grande que la del frijol; por lo tanto, para mantener una densidad de siembra equivalente a la del frijol se necesita sembrar una mayor cantidad de semillas de poroto. Las variedades poroto más utilizadas son las de tallo largo, debido a que son apropiadas para la siembra al voleo. Considerando que estas variedades tienen un hábito de crecimiento similar al de las variedades de frijol utilizadas, es muy probable que se requieran densidades de siembras similares. Ramírez y Araya (1986), en evaluaciones de sistemas de frijol tapado hechas en Costa Rica, consideraron una población óptima de 250,000 plantas ha<sup>-1</sup>. Sin embargo, los productores costarricenses distribuyen entre 55 y 76 kg ha<sup>-1</sup>, lo que representa entre un 35-80 % de semilla adicional (Araya y González, 1992).

Los métodos de producción mencionados son los más comunes en la zona; sin embargo, estos no son rígidos. Eventualmente existen traslapes, debido a la adaptabilidad de los cultivos y a las costumbres de la gente, entre las zonas definidas para este estudio. Además, pueden darse algunas variantes en los sistemas productivos, como es el caso de la siembra de maíz al voleo en la zona alta. Esta siembra se realiza entre finales de diciembre y enero. Generalmente se talan áreas boscosas y no se practica el control de malezas (Anexo 12). Se utiliza una variedad de maíz diferente, llamada "morochó" o "norteño". Buena parte del desarrollo de este maíz se da durante la estación seca. Sin embargo, en las partes altas de la cuenca, que se extiende hasta la división continental de aguas, este periodo puede ser menos prolongado que en las partes bajas, de manera similar a otras cuencas cercanas, como la del río Caldera (Ramakrishna, 1997). Además, son frecuentes los "bajareques" (lloviznas menudas características de las zonas altas, producto del contacto entre las nubes y la tierra). Este maíz se desarrolla lentamente para ser cosechado entre julio y agosto. Solo uno de los productores entrevistados sembró maíz de esta manera, mientras que

otros manifestaron que pocos productores practican este sistema en la zona, pero que es más común del lado atlántico, fuera de la Cuenca del Río San Félix, donde los patrones de humedad son diferentes.

Otro sistema poco común, observado también en la zona alta, es la siembra de poroto en asociación con maíz y en el mes de abril. Primero se siembra el maíz y unas dos semanas después, cerca de su base, se siembra el poroto. En esta práctica, el poroto utiliza el tallo del maíz como soporte (Anexo 13), lo que facilita las labores de deshierba y, posiblemente también, se minimizan los efectos negativos que pudiera tener el exceso de humedad. Este poroto es cosechado nuevo, en el mes de agosto, para el consumo inmediato, debido a que el exceso de humedad puede afectar los frutos si se dejan más tiempo. Como en el caso anterior, solo uno de los productores entrevistados utilizó este sistema durante el periodo del estudio; sin embargo algunos manifestaron que ocasionalmente lo utilizan.

En las tres zonas definidas en la cuenca, la tierra generalmente permanece bajo cultivo durante un ciclo agrícola, el cual se extiende por aproximadamente 12 meses en la zona alta, hasta unos 16-22 meses en las zonas media y baja (debido al ciclo más prolongado que puede tener la yuca). Este periodo se alterna con el tiempo de descanso del suelo, el cual, independientemente de la zona, tiende a ser mayor (1-3 años).

Los entrevistados manifestaron que en la actualidad el tiempo de descanso es menor que en el pasado, debido a que hay más personas, por lo que la demanda por tierra ha aumentado. Esto tiene implicaciones negativas, las cuales repercuten en una baja productividad, debido a que la recuperación de la fertilidad del suelo, producto de la regeneración natural, se reduce (Fassbender, 1993). Por otro lado, al utilizar rastrojos jóvenes, la presencia de especies consideradas malezas (principalmente gramíneas) es abundante; sin embargo, estas tienden a disminuir en la medida en que aumenta el tiempo de barbecho, debido a la mayor presencia de vegetación arbustiva (Herrera y Meléndez, 1997). Ferreira y García (1994), en estudios realizados en la Amazonia, señalan que aún en suelos relativamente fértiles, se dificulta cultivar por varios años consecutivo, debido a los costos que implica eliminar las malas hierbas.

#### **3.4.2.3.3. Producción**

Al igual que la siembra, la producción fue muy variable y no se encontró una relación con el tamaño de las parcelas agrícolas. También aquí pudo haber influido lo mencionado en el punto

4.2.2.1. (sobre la noción de hectárea por parte de los entrevistados); además, frecuentemente no se tiene un registro adecuado de la producción. Sin embargo, todos los entrevistados coincidieron en que la producción en la zona es muy baja con relación a la cantidad sembrada. La relación entre siembra y cosecha, para los principales granos básicos (maíz en la zona alta y arroz en las zonas media y baja), fue muy baja, lo que indica un alto grado de incertidumbre en las cosechas.

Al comparar la producción de granos básicos entre productores de las zonas media y baja se notan pocas diferencias, ya que los sistemas productivos son similares. En cambio, si se compara la producción de maíz obtenida por productores de la zona alta, con la principal cosecha de maíz (postrera) obtenida por productores de las zonas media y baja, las diferencias son mucho más marcadas, con una producción un poco mayor entre productores de la zona alta. Esto obedece a que en esta zona, aun cuando tampoco se incluyen insumos externos y el tamaño de las parcelas es similar, el cultivo de maíz es más intensivo, lo que favorece la producción. Esto implica los siguientes aspectos: a) los terrenos utilizados generalmente estuvieron ocupados por el poroto, el cual pudo haber aumentado los niveles de N por medio de la fijación simbiótica; b) en la preparación del terreno los residuos de la cosecha del poroto y la vegetación remanente son cortados y quemados, lo que pone a disposición del maíz algunos nutrientes contenidos en las cenizas; c) la siembra se realiza a chuzo, con lo que las semillas tienen mayores probabilidades de sobrevivencia y d) se realiza control manual de malezas.

La siembra de maíz de postrera, en las zonas media y baja, a excepción de la cantidad de semillas, implica menos costos por unidad de área; sin embargo la productividad generalmente es inferior. Posiblemente la causa principal de esta baja productividad sea la competencia con las malezas, ya que estas no son controladas durante este período.

Las malezas son un factor importante que afecta negativamente la producción. Su control implica un aumento en los costos de producción y si no son controladas a tiempo, la competencia con los cultivos (por nutrientes, agua y luz) provocará una reducción en la producción o, en casos extremos, la pérdida de los cultivos (Ferreira y García, 1994). Generalmente las malezas son más abundantes en los terrenos agrícolas cuyo período de barbecho fue más corto (Herrera y Meléndez, 1997). Por otro lado, los barbechos jóvenes, dependiendo de su composición florística, probablemente van a proveer una pobre cantidad de biomasa, indispensable para minimizar los efectos de las malezas en los sistemas que utilizan cobertura muerta, como en maíz, frijol y poroto.



La mayoría de los productores entrevistados manifestó que la incidencia de plagas, principalmente en granos básicos, es la causa principal de la baja producción, mientras que una cantidad menor se la atribuyó a la poca fertilidad del suelo. Según PAN (1994), un control de plagas tradicional no existe y los agroquímicos no están al alcance de la mayoría de los productores. Por otro lado, el tiempo relativamente corto en que el terreno permanece como barbecho generalmente no es suficiente para que el suelo recupere los nutrientes extraídos por los cultivos y estén disponibles para el siguiente periodo agrícola (Ferreira y García, 1994; Herrera y Meléndez, 1997; Kass y Somarriba, 1999). Esta situación se agudiza en la zona, debido a la escasa fertilidad natural de los suelos y al predominio de terrenos en laderas (CATIE-Guaymí / DRI-GUAYMIES, 1988).

En general, la producción agrícola en la Cuenca del Río San Félix está por debajo de la media nacional (Contraloría General de la República de Panamá, 2001). Las múltiples limitaciones, tanto tecnológicas como ambientales, con que se desarrolla la agricultura en la zona, afectan negativamente la producción. Como se ha visto, son muchos los factores que pueden estar incidiendo en la baja productividad agrícola de la zona, los cuales pueden estar relacionados o interaccionar. Por lo tanto, un programa de mejoramiento agrícola para la zona debe ser integral.

Algunos intentos por mejorar la producción han sido enfocados principalmente al arroz. En este sentido, desde hace algunos años, el PAN ha estado fomentando el sistema de producción de arroz bajo fangueo (arroz inundado) en la zona. Este sistema, al ser intensivo y si se desarrolla de manera adecuada, produce muy buenos rendimientos por unidad de área (FIS, 2001). Sin embargo todavía no se ha logrado un uso generalizado de este sistema en la zona. Solo dos de los productores entrevistados, uno en la zona baja y el otro en la zona media, dijeron tener arroz bajo fangueo, como parte de los sistemas productivos de sus fincas. De estos solo uno, el de la zona baja, manifestó sentirse satisfecho con la producción obtenida y está pensando en ampliar el sistema. El otro, no tuvo buenos resultados, posiblemente por deficiencias en el manejo.

Las investigaciones nacionales dirigidas al mejoramiento de la producción agrícola, especialmente granos básicos (incluyendo la producción de variedades mejoradas) están dirigidas principalmente a la producción comercial de altos insumos (Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos de Panamá, 1995). Sin embargo, es posible un mejoramiento agrícola en la zona, el cual debe tomar en cuenta la gran variabilidad de las condiciones de producción existentes, el potencial de las variedades autóctonas de cultivos y los conocimientos y experiencias de los productores. Esto implica la aplicación de técnicas sostenibles de producción a bajo costo, como algunas prácticas de

conservación de suelo, manejo de la fertilidad mediante ciclaje de nutrientes y manejo integrado de plagas (de Groot y Pasos, 1994). En este sentido, en algunas áreas de ladera en Guatemala, Belice, México y Honduras, los campesinos han logrado incrementar la producción de maíz al utilizar rotaciones con mucuna como abono verde (Buckles, et al., 1999; Flores, 1989).

En cuanto a las leguminosas, el guandú presenta una producción aceptable, considerando el bajo costo de producción, en comparación con el frijol y poroto. El guandú tiene la ventaja de ser una especie poco exigente en suelos y fácil de cultivar, ya que requiere de pocos cuidados en campo (Boehringer y Caldwell, 1989).

Muchos de los productores entrevistados han dejado de cultivar frijol y poroto, a pesar de que la forma tradicional de cultivo implica relativamente poca inversión (con excepción de la semilla). Esto se atribuye a que la producción no es satisfactoria. Cabe señalar también que el periodo de siembra de estos rubros coincide con una época de intensas migraciones en busca de trabajo asalariado. Por lo tanto, muchos productores pueden preferir dedicarse a la actividad remunerada.

Programas encaminados a mejorar la producción de frijol y poroto pueden tener un impacto positivo en la zona, no solo en la alimentación de la gente, sino también con miras a la comercialización. En el ámbito nacional, el frijol y el poroto tienen gran demanda; sin embargo, el país no es totalmente autosuficiente en estos productos, por lo que requiere importarlos del extranjero (Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos de Panamá, 1995)

#### **3.4.2.3.4. Conservación de suelo y fuentes de agua**

La conservación de los suelos es uno de los principales retos de la zona, ya que son terrenos de ladera muy vulnerables a la erosión. Las personas entrevistadas no mencionaron métodos tradicionales específicos de conservación de suelos en la zona. Sin embargo, algunos productores reconocieron la importancia de algunas plantas en los rastrojos, debido a que producen abundante biomasa en poco tiempo. Con frecuencia cierta cantidad de individuos de estas especies (principalmente balso, guabo y sangrillo) no son eliminados al momento de la deshierba y se les permite crecer con los cultivos hasta que el terreno entra completamente a su fase de rastrojo.

Los terrenos dedicados al sistema de tumba y quema en la Cuenca del Río San Félix, permanecen la mayor parte del tiempo cubiertos por rastrojos. Estos pueden brindar cierta protección a los suelos contra la erosión y reducir la sedimentación en las fuentes de agua. De igual forma, las coberturas

mueratas, producto del corte de la vegetación de rastrojo para los cultivos de postrera, pueden contribuir a reducir los efectos de la erosión y sedimentación. No obstante, actualmente la reducción en el periodo de rastrojo, unido a la quema de la biomasa vegetal, representa un serio problema para la producción agrícola y la cuenca en general, ya que se afecta en ciclaje de nutrientes y la acumulación de materia orgánica en el suelo y se agravan los problemas de erosión, al contar con una pobre cobertura vegetal (Reining, 1992).

Actualmente algunas instituciones, como el PAN y el Proyecto Ngöbe-Buglé, coordinan actividades con organismos gubernamentales, con el fin de fomentar prácticas conservacionistas entre los productores de la región. En el caso particular del PAN, ha promovido algunas prácticas y tecnologías conservacionistas, aplicables a los sistemas de tumba y quema tradicional, como las siembras en contorno, protección de microcuencas, uso de leguminosas de cobertura y la fabricación de insecticidas y abonos orgánicos (Polanco, 2001, comunicación personal)<sup>3</sup>. Sin embargo, se requieren mayores esfuerzos por parte las instituciones y beneficiarios para que los planes de mejoramiento agrícola y conservación tengan el impacto esperado a corto, mediano y largo plazo.

El objetivo primordial del manejo de una cuenca es alcanzar un uso racional y sostenible de los recursos naturales, en especial el agua, bosques y suelos, considerando al hombre y a la comunidad como agente protector o destructor. De manera que, en la planificación a nivel de cuenca, el manejo y las acciones a nivel de finca o grupos de fincas juegan un papel determinante (Ramakrishna, 1997). En el caso de la Cuenca del Río San Félix, el desarrollo de programas de mejoramiento agrícola y conservación en las zonas vulnerables, traería muchos beneficios a los productores de las áreas laderas. Además, al mejorar la calidad de agua, también beneficiaría a los habitantes de los poblados de San Félix, Las Lajas y Remedios, ubicados en las partes más bajas de la cuenca, los cuales se abastecen de agua proveniente de la planta potabilizadora del río San Félix (Anexo 14).

### **3.5. Conclusiones y recomendaciones**

#### **3.5.1. Conclusiones**

- La agricultura de tumba y quema que se practica en la Cuenca del Río San Félix se encuentra estrechamente relacionada con la vegetación de rastrojo, la cual predomina en la

---

<sup>3</sup> Polanco, A. 2001. Prácticas y tecnologías conservacionistas (entrevista). San Félix, Panamá, PAN / ANAM.

mayor parte del área de estudio. Esto es un indicativo de la gran influencia que tiene la agricultura de tumba y quema en la región, la cual se desarrolla en terrenos predominantemente de laderas. Sin embargo, existen áreas específicas en donde la agricultura de tumba y quema no se desarrolla o se da de manera muy limitada. Algunas de estas áreas, ubicadas en las zonas media y alta, debido a las condiciones de suelo, se encuentran ocupadas principalmente por gramíneas naturales. Otras áreas, ubicadas principalmente en la zona alta, presentan fuertes pendientes y se encuentran cubiertas principalmente por bosques.

- La agricultura de tumba y quema que se practica en la Cuenca del Río San Félix mantiene un patrón común en las tres zonas de estudio. Este consiste en un periodo de cultivo, que comprende un ciclo agrícola completo, y un periodo de descanso más prolongado. El periodo de cultivo inicia con la siembra al voleo de un cultivo de postrera y el corte del rastrojo el cual es utilizado como cobertura muerta. Posteriormente, el mismo terreno es preparado, haciendo uso de la quema, para el cultivo principal (primera siembra), que en la zona alta resultó ser el maíz, mientras que en las zonas media y baja fue el arroz. Finalmente el terreno es abandonado y ocupado nuevamente por el rastrojo durante algunos años. Sin embargo, existen algunas diferencias en cuanto a los principales cultivos y ciclos de los mismos, los cuales están determinados por las condiciones ambientales existentes en cada zona. En este sentido, la zona alta difiere de las zonas media y baja.
- Desde el punto de vista socioeconómico no existen mayores diferencias entre los habitantes de las tres zonas, lo cual está determinado principalmente por el patrón cultural. En general la producción agrícola del sistema de tumba y quema no cubre las necesidades básicas de la población, por lo que las personas han desarrollado estrategias de vida, en donde complementan su economía con otras actividades, entre las que se destaca, por su fuerte impacto y generalización, las migraciones temporales fuera de sus comunidades en busca de trabajo asalariado.
- El presente estudio consistió en un diagnóstico general del sistema de tumba y quema a nivel de la Cuenca del Río San Félix, por lo que no se hicieron recomendaciones específicas para las fincas. Las posibles recomendaciones van a depender de las condiciones particulares de cada finca.

### 3.5.2. Recomendaciones

- Realizar verificaciones de campo más estrictas para determinar con mayor certeza las áreas ocupadas por los principales tipos de cobertura vegetal y hacer comparaciones con información relacionada de años anteriores, que permitan conocer la tasa de cambio de la vegetación. De manera que esta información sirva de base para programas de monitoreo enfocados a un uso del suelo más acorde con su capacidad y a la conservación de las masas boscosas existentes, aspectos importantes en el buen manejo y sostenibilidad de la Cuenca del Río San Félix.
- Desarrollar estudios más detallados a nivel de finca, en donde se puedan evaluar otros sistemas productivos. De esta manera, se podrá conocer el potencial de la finca en general y hacer recomendaciones específicas para cada sistema productivo, con miras a un mejoramiento integral de la finca.
- Desarrollar estudios específicos acerca de los cultivos de subsistencia utilizados por la población (incluyendo variedades autóctonas y métodos tradicionales de producción) y determinar, conjuntamente con los productores, posibles formas de mejoramiento agrícola, que no impliquen grandes cambios en las prácticas tradicionales, con el fin de favorecer el proceso de transferencia y adopción.
- Realizar estudios detallados acerca de las principales plantas presentes en los rastrojos, para conocer la importancia de estas en la población y determinar posibles estrategias de manejo.

### 3.6. Bibliografía

- Araya, R y González, W. 1992. La historia y futuro del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tapado en Costa Rica. Boletín técnico, Estación Experimental Fabio Baudrit, 25 (2): 107-113.
- Bandy, D; Garrity, DP; Sánchez, P. 1994. El problema mundial de la agricultura de tala y quema. Agroforestería en las Américas jul-set. 1994: 14-20.
- Barreto, H. 1999. Developing a Natural Resource Management Technology for a Specific Agroenvironment: *Mucuna*-Maize Rotation on the Hillsides of Northern Honduras. Systems and Farmer Participatory research, 311: 7-12.
- Bentes-Gama, M de M; Gama, J R V y Tourinho, M M. 1999. Huertos caseros en la comunidad ribereña de Villa Cuera, en el Municipio de Brangança en el Noroeste Paraense. Agroforestería en las Américas, 6 (24): 8-12.

- Boehringer, A y Caldwell, R. 1989. *Cajanus cajan* (L.) Millps. as a potential agroforestry component in the Eastern Province of Zambia. *Agroforestry System* 9: 127-140.
- CATIE-Guaymí / DRI-GUAYMIES. 1988. Proyecto de desarrollo rural integrado para las comunidades guaymíes. Santiago, Panamá. 22 p.
- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2001. El mejoramiento de arroz para América Latina y el Caribe (en línea). Cali, Colombia, Consultado 15 nov 2001. Disponible en: <http://www.ciat.cgiar.org/esp/proyectos/ip4.htm>
- Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos de Panamá. 1995. Panamá: informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos fitogenéticos. Panamá. 40 p.
- Contraloría General de la República de Panamá. 2000. Censos Nacionales 2000 (en línea). Panamá. Consultado 2 oct. 2001. Disponible en: <http://www.contraloria.gob.pa/>
- \_\_\_\_\_. 2001. Sexto censo Nacional Agropecuario (en línea). Panamá. Consultado 4 ene. 2002. Disponible en: <http://www.contraloria.gob.pa/censoagropecuario/contenido.htm>
- Cooke, R G. 1982. Los guaymíes sí tienen historia. *In* El pueblo guaymí y su futuro. Panamá, CEASPA (Centro de Estudios y Acción Social-Panamá). p 27-64.
- Falconer, J y Arnold, J E M. 1991. Seguridad alimentaria, familia y silvicultura: análisis de los problemas socioeconómicos. Roma, FAO. 150 p.
- Ferreira de C, E y García T, L. 1994. Manejo de malas hierbas en sistemas agroforestales de Amazonia. *Agroforestería en las Américas*, 1 (3): 6-9.
- Figallo R, C. 2000. Análisis digital de imágenes de satélite para la clasificación del bosque seco del nor-oeste peruano (en línea). Consultado 20 dic. 2001. Disponible en: <http://www.lamolina.edu.pe/facultad/forestales/teledeteccion/ACTIVIDADES/INVESTIGACION/TESIS/tesis.htm>
- FIS (Fondo de Inversión Social). 2001. Proyecto de desarrollo de las comunidades ngöbe-buglé FIS-FIDA-CAF (en línea). Consultado 15 nov 2001. Disponible en: <http://www.fis.gob.pa/esp/ngobebugle.asp>
- Flores, M. 1989. Utilización del frijol terciopelo *Mucuna pruriens* por los agricultores de las aldeas del departamento de Cortez, Honduras, para la producción de maíz. *In* Bolaños A, M y Bolaños A, I, eds. Memoria del primer simposio nacional sobre tecnología apropiada y agricultura biológica para un desarrollo rural alternativo. Turrialba, Costa Rica, CICDAA / COPROALDE / UCR. p 53-57.
- Geilfus, F. 2000. 80 herramientas para el desarrollo participativo. 3 ed. San Salvador, GTZ / IICA. 208 p.
- Gillespie, A R; Knudson, D M and Geilfus, F. 1993. The structure of four home gardens in the Petén, Guatemala. *Agroforestry Systems*, 24: 157-170.
- Gobierno de la República de Panamá. 2000. Políticas y estrategias de desarrollo social 2000-2004. Panamá. 80 p.

- Heckadon, S. 1984. ¿Quién es guaymí?. *In* El pueblo guaymí y su futuro. Panamá, CEASPA (Centro de Estudios y Acción Social-Panamá). p 85-99.
- Hernández, D; Taylor, C. 1993. Diagnóstico; situación actual del área: Remedios, San Félix y San Lorenzo. Documento del Proyecto Agroforestal Ngöbe. INRENARE / GTZ. Tomo II. San Félix, Panamá. 55 p.
- Herrera, F y meléndez, G. 1997. El estudio de la vegetación en áreas dedicadas al frijol tapado. *Agronomía Mesoamericana*, 8 (2): 1-11.
- Holdridge, L R. 2000. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- Instituto geográfico Nacional "Tommy Guardia". 1988. Atlas Nacional de la Republica de Panamá. p 7, 10-11.
- \_\_\_\_\_. 1993. Mapa topográfico de David. Ed. II IGNTG. Esc. 1:250,000. Hoja 2. Color. (Series E562).
- Jose, D and Shanmugaratnam, N. 1993. Traditional homegardens of Kerala: a sustainable human ecosystem. *Agroforestry System*, 24: 203-213.
- Kass, D C L and Somarriba, E. 1999. Traditional fallows in Latin America. *Agroforestry Systems*, 47: 13-36.
- Leiva, J M y López, J. 1985. Los sistemas agroforestales de la cuenca del río Polochic; composición y características. *Tikalia*, 1-2: 48-84.
- León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3 ed. San José, Costa Rica, IICA. 445 p.
- Marsh, R y Hernández, I. 1996. El papel del huerto casero tradicional en la economía del hogar: casos de Honduras y Nicaragua. 3 (9-10): 8-15.
- Méndez G, E; Lok, R y Somarriba, E. 1996. Análisis agroecológico de huertos caseros tradicionales en Nicaragua. *Agroforestería en las Américas*, 3 (11-12): 36-40.
- Miranda, A. 1997. Caracterización de la producción de café en el área Ngöbe-Buglé de Chiriquí y Veraguas. Panamá, FES-FIDA / MIDA. 75 p.
- Molnar, A. 1993. Desarrollo forestal comunitario: el diagnóstico rápido. Roma, FAO. 80 p.
- Montagnini, F; y 18 colaboradores. 1992. Sistemas agroforestales: principios y aplicaciones en los trópicos. 2 ed. San José, Costa Rica. OET. 622 p.
- Montaldo, A. 1991. Cultivo de raíces y tubérculos tropicales. 2a ed. San José, Costa Rica, IICA. 407 p.
- Ochea, L; Fassaert, C; Somarriba, E y Schlönvoigt, A. 1998. Conocimiento de mujeres y hombres sobre las especies de uso medicinal y alimento en huertos caseros de Nicoya, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, 5 (17-18): 7-11.
- PAN (Proyecto Agroforestal Ngöbe). 1994. La agricultura ngöbe. San Félix, Panamá, INRENARE-GTZ. (Documento Ngöbe, Tomo IV).

\_\_\_\_\_. 1997. Diagnóstico de la situación política legal, institucional y administrativa concerniente al manejo de los recursos naturales renovables en el área de la Comarca Ngöbe-Buglé. San Félix, Panamá, INRENARE-GTZ. (Documento Ngöbe, Tomo XIV).

PROSIG (Proyecto Centroamericano de Información Geográfica) / SENACYT (Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología). 2001. Memoria Segundo Seminario Taller Infraestructura Nacional de Datos Espaciales: Tecnología Clearinghouse y Metadatos (en línea). Panamá. Consultado 18 nov. 2001. Disponible en <http://www.prosig.org/esp/prosig-panama.htm>

Reining, L. 1992. Erosion in Andean Hillside Farming. Germany, Center for Agriculture in the Tropics and Subtropics. 219 p.

Ramakrishna, B. 1997. Estrategia de extensión para el manejo integrado de cuencas hidrográficas: conceptos y experiencias. San José, Costa Rica, IICA / GTZ. 338 p.

Ramirez, I y Araya, R. 1986. Evaluación de cultivares y densidades de siembra en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) bajo el sistema tapado en Valverde Vega. Boletín técnico, Estación Experimental Fabio Baudrit, 19 (2): 1-9.

Richters, E J. 1995. Manejo del uso de la tierra en América Central: hacia el aprovechamiento sostenible del recurso tierra. San José, Costa Rica, IICA. 440 p.

Samaniego P, G A. 1997. Valor de la percepción y del conocimiento local: Estudio socioeconómico y agroforestal de la finca indígena ngöbe, Chiriquí, Panamá. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.

Skerman, P J; Cameron, D G y Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Roma, FAO. 790 p.

Thurston, H; Smith, M; Abawi, G y Kearl, S. Los sistemas de siembra con cobertura. Ithaca, Now York, CATIE / CIIFAD.



#### **4. EVALUACIÓN DE ESPECIES LEGUMINOSAS Y MANEJO DE RASTROJOS EN FINCA DE PRODUCTORES NGÖBES DE LA CUENCA DEL RÍO SAN FÉLIX, PANAMÁ.**

##### **4.1. Introducción**

La topografía de laderas y baja fertilidad de los suelos son los principales limitantes para el desarrollo agrícola en la Cuenca del Río San Félix. Sin embargo, la agricultura tradicional de tumba y quema se practica de manera generalizada, ya que está muy arraigada a la cultura ngöbe. En la actualidad este sistema de producción no es sostenible, ya que la presión demográfica ha hecho de la tierra un factor limitante (PAN, 1994). Por tal motivo, se ha reducido el periodo de recuperación del suelo por la regeneración natural. La situación se agudiza con las constantes quemadas de la vegetación remanente durante la estación seca, lo que según Mercado, et al. (1994) aumentando la vulnerabilidad de los suelos a la erosión, al poseer una escasa cobertura vegetal.

Entre las posibles alternativas a la problemática de la agricultura de tumba y quema está el desarrollo de tecnologías que intensifiquen el uso de la tierra de manera sostenible, como es el caso de los barbechos mejorados. En este sentido muchos estudios han sido realizados para conocer el potencial de diversas especies de plantas, principalmente leguminosas, las cuales presentan características favorables para mejorar la fertilidad del suelo (Alegre, et al., 2000). Sin embargo, es indispensable determinar que especie es la más adecuada para determinadas condiciones ambientales (Kass y Staver, 2000).

Por otro lado, para que una nueva tecnología tenga un impacto positivo en determinada región, aparte de conocerse el entorno biofísico apropiado, es necesario considerar aspectos sociales, económicos y culturales de la población local (Bunch, 1985). Las nuevas tendencias de generación-transferencia-adopción de tecnologías promueven un proceso interactivo y dinámico, con una fuerte participación del grupo meta (Bustamante, 1997). Entonces, la investigación participativa permite determinar, con mayor facilidad y certeza, que factores pueden afectar negativamente el desarrollo de una tecnología. De esta manera, pueden hacerse adaptaciones y modificaciones de las prácticas existentes o a las nuevas tecnologías, para lograr una mayor adopción de las mismas (Gündel, 1998; Prins, 1999; Geilfus, 2000).

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar, conjuntamente con productores de la Cuenca Baja-Media del Río San Félix, el potencial de diferentes especies leguminosas, como abono verde, en

sistemas de tumba y quema practicados en la zona y determinar los factores que puedan influir en la adopción de barbechos mejorados.

## **4.2. Materiales y métodos**

### **4.2.1. Descripción del sitio experimental**

Este estudio fue realizado entre los meses de marzo y agosto del 2001, conjuntamente con siete agricultores ngöbes, propietarios de fincas, y otros quince no propietarios que participaron esporádicamente. Se desarrolló en siete fincas de la parte media-baja de la Cuenca del Río San Félix. Dicha cuenca se encuentra en la vertiente del Pacífico, dentro de la Comarca Ngöbe-Buglé, al Occidente de Panamá, específicamente entre los distritos de Mirono y Nole Duima, ubicados entre los 08°18' y 08°38' de latitud N y 82°00' y 81°45' de longitud W (Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", 1993) (Anexo 1).

Esta zona se caracteriza por ser predominantemente de laderas. Los suelos son ácidos, se encuentran parcialmente erosionados y tienen muy baja productividad. El clima es tropical húmedo, con temperaturas que varían según la altura y lluvias superiores a los 2500 mm anuales. Se registra una estación lluviosa que dura entre 8-9 meses (abril / mayo-diciembre) y una estación seca que dura entre 3-4 meses (enero-abril / mayo) (Samaniego, 1997; PAN, 1993; PAN, 1994; Instituto geográfico Nacional "Tommy Guardia", 1988).

La mayor parte del área esta cubierta por rastrojos (regeneración natural en tierras agrícolas) de diferentes edades, los cuales cada 3-5 años son utilizados para la producción de granos básicos como arroz, frijol o maíz. La zona se encuentra habitada por la etnia Ngöbe-Buglé, los cuales se dedican principalmente a las actividades agrícolas, mediante el método tradicional de tumba-y-quema (Samaniego y Montezuma, 1995).

### **4.2.2. Diseño experimental**

Las hipótesis planteadas en este experimento fueron las siguientes:

- La preparación inicial del terreno afecta la sobrevivencia y producción de biomasa de leguminosas herbáceas y arbustivas en sistemas de barbechos mejorados.
- Los barbechos mejorados con leguminosas de cobertura acumulan y reciclan más nutrientes, en el tiempo de observación, que los barbechos naturales.

- La cultura ngöbe es el factor más importante en la aceptación inicial de barbechos mejorados con leguminosas.

Se establecieron parcelas experimentales en siete sitios, correspondientes a las siete fincas. El proceso de selección de los sitios fue de la siguiente manera: primero, se realizaron reuniones y consultas con productores de la zona para explicar los objetivos del estudio y conocer el interés de la gente en participar. También, se indagó acerca de la disponibilidad de terrenos apropiados para el establecimiento de las parcelas. Posteriormente, se hizo una evaluación de los sitios propuestos por los productores, descartando aquellos que no cumplieran con los requisitos preestablecidos. Estos debían ser terrenos agrícolas manejados rotativamente, según el método tradicional, y dejados en “descanso” (barbecho) a partir del presente año. Además, debían ser sitios accesibles, para facilitar las diferentes actividades a desarrollarse (establecimiento, seguimiento y evaluación) y contar con una mayor participación de la gente.

Previo al establecimiento de las parcelas, en cada sitio seleccionado se registró la ubicación (coordenadas geográficas) y altitud, con la ayuda de un Magellanes 310 (Global Positioning System), y se midió la pendiente del terreno utilizando un clinómetro. También, los propietarios de las fincas fueron consultados para conocer el historial de uso dado al terreno desde el último periodo de descanso. Posteriormente, se hizo una descripción del rastrojo inicial existente en cada sitio y se estimó su biomasa inicial. Dicha estimación se hizo a partir de seis muestras de 1 m<sup>2</sup> cada una, seleccionadas de manera sistemática, cada cinco metros, a lo largo de un transepto de unos 30 metros. Para el muestreo se utilizó un marco cuadrado (de 1 m<sup>2</sup>) confeccionado con tubos plásticos de una pulgada de diámetro. La vegetación encerrada en el marco fue cortada desde su base y pesada.

La asignación de los tratamientos a las diferentes unidades experimentales se hizo bajo un diseño experimental de parcelas divididas en bloques completos al azar, en donde cada sitio representaba un bloque. La preparación del terreno (factor principal A) constaba de tres niveles: rastrojo natural, corta-cobertura y corta-quema. Las parcelas principales fueron distribuidas aleatoriamente dentro de cada bloque. La especie de leguminosa (factor secundario B) constaba de cinco niveles: canavalia (*Canavalia ensiformis*), guandú (*Cajanus cajan*), kudzú (*Pueraria phaseoloides*), mucuna (*Mucuna pruriens*) y control sin leguminosas. Estos fueron asignados aleatoriamente a las subparcelas dentro de cada parcela principal (Anexo 15). Cada subparcela o unidad experimental ocupaba un área de 36 m<sup>2</sup> (6 x 6 m) y estaban separadas entre sí por una franja de un metro de

ancho, la cual se mantuvo sin vegetación (mediante chapeas frecuentes) durante el periodo del estudio.

#### **4.2.3. Establecimiento y manejo del ensayo**

Adicionalmente, y previo a la siembra, se saco una muestra superficial de suelo (de 0-20 cm) en cada subparcela. Esta se obtuvo a partir de cinco submuestras tomadas de manera sistemática del centro y de un metro hacia el interior de cada esquina de la subparcela. Se utilizó un taladro, fabricado con un tubo de metal de 1/3 de pulgada de diámetro interno. Posteriormente se obtuvo una muestra compuesta, de 250 g de suelo, por cada parcela completa, a partir de 50 g de cada subparcela. Las muestras (21 en total) fueron sometidas a análisis completo (pH, acidez, textura, micro y macro nutrientes, N y materia orgánica) en el laboratorio de suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Panamá.

Las diferentes actividades para el establecimiento de las parcelas (medición y marcaje, chapea, quema y siembra) fueron previamente acordadas con los productores y se les explicó detalladamente cada componente del experimento.

Cada subparcela fue delimitada con una cuerda de nailon (Anexo 16). El espaciamiento de siembra fue de 0.5 x 0.5 m, para un total de 169 puntos de siembra por cada subparcela. La cantidad de semillas por punto dependió del porcentaje de germinación de las semillas correspondientes. En canavalia y mucuna se sembraron dos semillas por punto (ambas con 100% de germinación), en guandú cuatro semillas (82 % de germinación) y en kudzú seis semillas (62 % de germinación). Las semillas de canavalia, kudzú y mucuna fueron adquiridas en la planta de semillas del IDIAP (Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá), mientras que la semilla de guandú fue adquirida en el área de estudio. Después de la siembra no se hizo manejo agronómico alguno, salvo la limpieza de la franja divisoria entre subparcelas; por lo tanto, las plantas de las diferentes especies de leguminosas crecieron en intensa competencia con las malezas.

#### **4.2.4. Colecta de datos**

##### **4.2.4.1. Evaluaciones de campo**

Aproximadamente un mes después de la siembra, se hizo un monitoreo de sobrevivencia y crecimiento en longitud. Para determinar la sobrevivencia se hizo un conteo de todas las plantas vivas en cada subparcela con leguminosas. El crecimiento solo se evaluó en las subparcelas con leguminosas de la Finca 4, para obtener un indicador, ya que a simple vista se observaba un

comportamiento similar en los demás sitios. El hacer esta evaluación en todas las fincas requería invertir una gran cantidad de tiempo, debido a la dificultad para medir las leguminosas creciendo con las malezas y evitar perturbaciones en su desarrollo. Se procedió con un muestreo aleatorio de seis plantas por subparcelas, a las cuales se les midió su longitud en cm, utilizando una cinta métrica.

Después de aproximadamente tres meses de crecimiento, se procedió a evaluar el potencial de los diferentes tipos de barbechos mejorados, determinados por los diferentes tipos de preparación de terreno y especies de leguminosas. Esto se hizo con base en la medición de las siguientes variables: cobertura de leguminosa, biomasa fresca total (leguminosa + rastrojo natural) y biomasa fresca de leguminosa. El área útil de muestreo por subparcela fue de 16 m<sup>2</sup> (4 x 4 m), ya que se dejó sin muestrear una franja de un metro de ancho por cada lado, para minimizar el efecto de borde. Se sacaron aleatoriamente cinco muestras de 0.5 m<sup>2</sup> por subparcela. Para el muestreo se utilizó un marco cuadrado confeccionado con tubos plásticos de una pulgada de diámetro. La cobertura de leguminosa se determinó visualmente según el porcentaje del área cubierta por la leguminosa dentro del marco (Anexo 17). Seguidamente, la vegetación encerrada dentro de dicho marco (rastrojo natural + leguminosas) fue cortada desde su base y se tomó el peso total (rastrojo + leguminosa) y el peso de las leguminosas.

#### **4.2.4.2. Evaluaciones de laboratorio**

Después de cuantificar la producción de biomasa de las leguminosas, se obtuvo una muestra compuesta, por cada especie, para evaluar el contenido nutricional, principalmente de N. Por limitaciones de tiempo solo se consideraron dos fincas para este fin. Se obtuvieron 250 g de biomasa fresca de canavalia, guandú y mucuna y 120 g de kudzú. Estas muestras fueron secadas en un horno a 60 °C y posteriormente se hicieron los respectivos análisis nutricionales en el Laboratorio de Análisis de Suelo, Tejido Vegetal y Aguas del CATIE.

#### **4.2.4.3. Evaluaciones con productores participantes**

Durante el transcurso de la investigación, se evaluó la participación de la población meta en las diferentes actividades, con base en el tiempo invertido. Al final del ensayo, se hizo una evaluación con los propietarios de las fincas y otros productores que participaron en la investigación. Aquí, los participantes dieron a conocer sus opiniones acerca de la investigación, con base en las observaciones hechas en las parcelas experimentales y en sus experiencias como agricultores tradicionales. Posteriormente, los participantes plantearon algunas propuestas sobre posibles

maneras para la utilización de leguminosas en barbechos mejorados, bajo las condiciones locales. Finalmente, se hizo un análisis de aceptación inicial de las propuestas resultantes (Anexo 18).

#### **4.2.5. Análisis de la información**

##### **4.2.5.1. Evaluaciones de campo**

Previo al establecimiento de las parcelas experimentales, se obtuvieron algunos datos sobre aspectos biofísicos de los terrenos utilizados (altura, pendiente, contenido nutricional del suelo, caracterización y biomasa inicial del rastrojo existente y usos anteriores del terreno). Esta información fue utilizada para caracterizar los sitios donde se establecieron las parcelas.

Los datos obtenidos a partir de las mediciones de las variables sobrevivencia, crecimiento, cobertura de leguminosa, biomasa total y biomasa de leguminosas fueron sometidos a pruebas de análisis de varianza para detectar posibles diferencias entre los tratamientos. La variable crecimiento se analizó bajo un diseño de Bloque Completo al Azar, debido a que solo se tenían datos de una finca. En el caso de la sobrevivencia y la cobertura de leguminosas, fue necesario hacer una transformación trigonométrica (arcosen) de los datos, los cuales originalmente fueron tomados en porcentaje.

##### **4.2.5.2. Evaluaciones de laboratorio**

Conociendo el porcentaje del peso fresco correspondiente al peso seco de la biomasa de leguminosas y, a su vez, el porcentaje del peso seco correspondiente al N contenido en las muestras, se hizo un estimado de la cantidad de N total fijado por las leguminosas bajo los diferentes tratamientos. Posteriormente estos resultados fueron comparados para determinar la especie con mayor potencial, en cuanto a fijación de N.

##### **4.2.5.3. Evaluaciones con productores participantes**

El grado de aceptación inicial de la propuesta, para el uso de leguminosas en barbechos mejorados, se cuantificó con base en las calificaciones (1-5) y pesos (0-1) asignados a sus atributos (superioridad, factibilidad, simplicidad, compatibilidad y observabilidad) por los participantes, comparando los barbechos mejorados con los barbechos naturales. A partir de aquí se obtuvo un valor porcentual, el cual es un indicativo de la probabilidad de aceptación inicial de la propuesta entre los participantes de la evaluación.

### 4.3. Resultados

#### 4.3.1. Condiciones biofísicas de los terrenos utilizados para tumba y quema

Los terrenos donde los ngöbes tradicionalmente practican la tumba y quema pueden ser muy variables. Las fincas seleccionadas para el ensayo mostraron diferencias en altura, entre 319 y 836 msnm, y en pendiente, entre 23.7 y 80.7 % (Cuadro 7). Tanto en las partes más altas como más bajas, se encuentran fincas con pendientes desde moderadas hasta fuertes.

**Cuadro 7:** Ubicación, altura y pendiente de los sitios experimentales en la Cuenca del Río San Félix, Panamá.

No. Finca	Ubicación geográfica	Altura (msnm)	Pendiente promedio (%)
1	N 08° 30' 34.9" W 081° 47' 17.9"	450	70.0
2	N 08° 22' 20.8" W 081° 47' 59.6"	508	64.7
3	N 08° 26' 10.5" W 081° 46' 34.5"	836	66.7
4	N 08° 26' 25.1" W 081° 46' 42.6"	720	32.3
5	N 08° 25' 56.6" W 081° 47' 49.1"	432	32.3
6	N 08° 26' 10.2" W 081° 47' 52.3"	318	80.7
7	N 08° 25' 56.0" W 081° 47' 59.1"	394	23.7

Los suelos de las fincas son muy similares en cuanto a fertilidad, presentando deficiencias en P y N. El P presentó deficiencias en todas las muestras analizadas, mientras que el N presentó deficiencias en 16 de las 21 muestras. Las condiciones físico-químicas (textura del suelo y pH) también fueron muy similares en las diferentes fincas, manteniéndose una textura entre franco-arcillo-arenosa y franco-arenosa (con un 28.6 y 71.4 % de las muestras respectivamente) y pH entre ácidos y muy ácidos (Cuadro 8).

**Cuadro 8.** Algunas características físicas y químicas de los suelos en siete fincas de la Cuenca del Río San Félix, Panamá.

Finca <sup>a</sup>	Textura	pH en agua	Ca (Meq / 100 mg)	Mg (Meq / 100 mg)	K (ppm)	P (ppm)	N (%)	Materia Org. (%)
F1Q	F are	4.8	14.9	1.3	369.2	0.5	0.00	3.3
F1M	F arc are	5.0	5.5	1.5	280.8	0.5	0.24	2.4
F1R	F are	4.9	5.2	3.5	461.5	0.6	0.00	8.0
F2Q	F arc are	4.9	13.7	2.4	429.0	0.5	0.26	10.9
F2M	F arc are	5.1	17.6	1.8	348.4	0.5	0.02	4.2
F2R	F are	5.0	6.4	3.5	416.0	0.4	0.00	2.4
F3Q	F are	5.0	16.5	1.6	500.5	1.0	0.30	5.8
F3M	F are	5.0	16.1	1.8	312.0	0.9	0.00	6.3
F3R	F are	5.0	8.1	2.4	419.9	1.1	0.00	6.9
F4Q	F are	4.7	3.1	0.6	249.6	1.0	0.00	7.2
F4M	F arc are	5.0	5.2	0.5	271.7	1.6	0.00	7.3
F4R	F are	4.6	5.8	2.0	409.5	1.0	0.27	6.0
F5Q	F arc are	4.8	4.0	1.2	319.8	0.5	0.00	6.2
F5M	F are	4.7	4.1	1.3	426.4	0.5	0.00	6.1
F5R	F arc are	4.7	3.4	1.1	310.7	0.6	0.00	5.6
F6Q	F are	5.2	10.2	4.2	322.4	0.7	0.00	6.5
F6M	F are	5.2	17.6	2.2	365.3	0.7	0.00	2.5
F6R	F are	5.1	7.6	2.9	318.5	0.4	0.00	8.5
F7Q	F are	4.6	4.3	1.6	308.1	0.8	0.00	7.0
F7M	F are	4.6	2.7	0.8	232.7	0.8	0.41	9.1
F7R	F are	4.6	3.4	1.1	280.8	0.6	0.00	8.6
Nivel. <sup>b</sup> Crítico.	-----	5.2	2.0	0.6	50.0	10.0	0.08	3.0

<sup>a</sup> F1Q: Finca 1 Quema, F1M: Finca 1 Mulch, F1R: Finca 1 Rastrojo, etc.

<sup>b</sup> Basado en la hoja de interpretación de resultados de análisis de suelo de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá.

La vegetación natural tenía un periodo de regeneración similar en la mayoría de los sitios (Cuadro 9); sin embargo la biomasa inicial presentó diferencias en un rango entre 7.6 y 19.0 t ha<sup>-1</sup>, lo cual se relaciona con el tipo de vegetación existente en cada sitio.



**Cuadro 9.** Uso anterior y estado inicial de la vegetación en siete fincas en la Cuenca del Río San Félix, Panamá

No	Años de Desc.	Uso anterior del sitio		Descripción del rastrojo al momento de montar las parcelas	Biomasa fresca rastrojo inicial.	
		Periodo <sup>a</sup>	Cultivos <sup>c</sup>		Kg/m <sup>2</sup>	t ha <sup>-1</sup>
1	5 <sup>b</sup>	Mr.2000- Feb.2001	Arroz- Maíz.	Denso y no muy homogéneo, compuesto por helechos rastreros (25%, agrupados en la parte alta de la pendiente), gramíneas (20%), herbáceas de hoja redonda + arbustos (50%), ciclantáceos (5%).		
2	3	Sep.1999- Feb.2001	Maíz- Arroz / Guandú	No muy denso y homogéneo, compuesto por: gramíneas (35%), herbáceas de hoja redonda (35%), arbustos pequeños + guandú (30%).	1.65 (0.52) <sup>d</sup>	16.50
3	4	Oct.2000- Mr.2001	Frijol	Ralo y homogéneo, compuesto por herbáceas de hoja redonda (70%), gramíneas (20%), arbustos (10%)	0.76 (0.44)	7.60
4	4	Sep.1999- Sep.2000	Maíz- Arroz	Denso y homogéneo, compuesto por herbáceas de hoja redonda (70%), arbustos (25%), gramíneas (5%).	1.90 (0.36)	19.00
5	2	Sep.1999- Feb.2001	Maíz- Arroz / Guandú /Yuca	No muy denso y no muy homogéneo, compuesto por gramíneas (70%), arbustos (20% algo agrupados hacia la parte baja de la pendiente), herbáceas de hoja redonda (10%).	0.80 (0.27)	8.00
6	2	Sep.2000- Mr.2001	Maíz	Denso y homogéneo, compuesto por arbustos (70%), herbáceas de hoja redonda (25%), gramíneas (5%).	1.46 (0.50)	14.60
7	3	Sep.1999- Feb.2001	Maíz- Arroz/ Maíz Guandú	No muy denso y no homogéneo: gramíneas (60%), herbáceas de hoja redonda (10%), arbustos (30% agrupados hacia la parte media-baja de la pendiente).	0.88 (0.47)	8.80

<sup>a</sup> El periodo de tiempo incluye desde la preparación del terreno, para el primer cultivo, hasta la cosecha del último, bajo el método tradicional de tumba y quema.

<sup>b</sup> Periódicamente se introdujeron caballos para pastar.

<sup>c</sup> Todos los productores reportaron bajos rendimientos en sus cosechas.

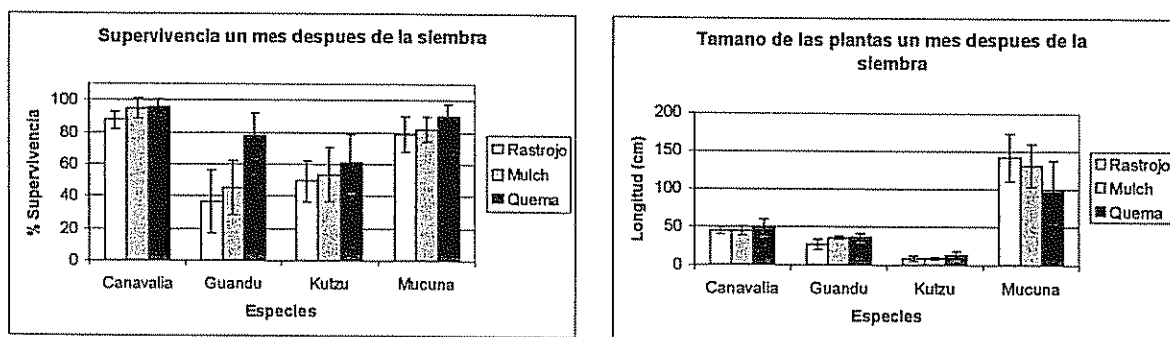
<sup>d</sup> Desviación estándar en paréntesis.

#### 4.3.2. Supervivencia, crecimiento y producción de biomasa de leguminosas

La preparación del terreno y la especie de leguminosa afectaron la supervivencia temprana de las leguminosas significativamente ( $p < 0.0001$  para ambos casos) (Cuadros 10 y 11, Figura 4 a). Todas

las especies mostraron mayor supervivencia, entre más limpio el terreno (no interacción  $p = 0.1216$ ); siendo el guandú la especie que respondió a la preparación más fuertemente.

Con respecto al crecimiento inicial de las plantas, no se observaron diferencias significativas entre preparaciones del terreno ( $p = 0.7268$ ), pero si entre las especies ( $p = 0.0002$ ), siendo mucuna la de mayor longitud, seguida por canavalia, guandú y kudzú (Cuadro 10 y 11, Figura 4 b, Anexos 19, 20, 21, 22). Debido a su hábito de crecimiento trepador, la mucuna tiende a tener tallos más prolongados, al crecer apoyándose en la vegetación de rastrojo, por lo que en esta preparación su crecimiento en longitud fue mayor.

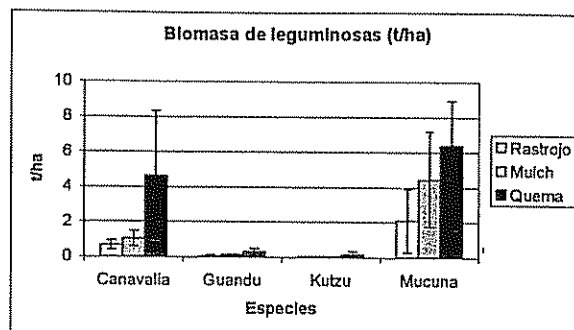
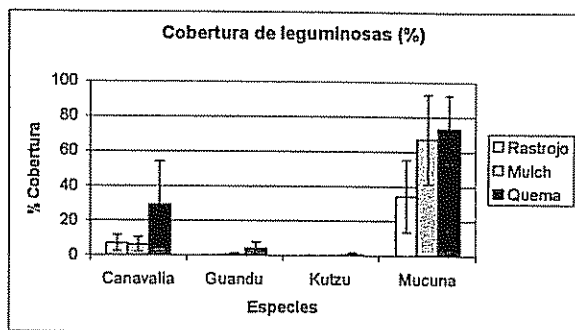


a)

b)

**Figura 4.** a) Supervivencia y b) Crecimiento de cuatro especies de leguminosas en tres preparaciones del terreno un mes después de la siembra, Cuenca del Río San Félix, Panamá. Las barras representan los valores promedios y las líneas verticales el error estándar.

La cobertura de las leguminosas fue afectada significativamente por la preparación del terreno y por la especie ( $p < 0.0001$  en ambos casos) (Cuadros 10 y 11, Figura 5 a), pero no hubo interacción significativa entre los dos factores ( $p = 0.1807$ ). Situación similar ocurrió con la biomasa de las leguminosas, ya que esta fue afectada significativamente por la preparación y por la especie ( $p = 0.0002$  y  $p < 0.0001$  respectivamente) (Cuadro 10 y 11, Figura 5 b). Sin embargo, la interacción entre los dos factores fue significativa ( $p < 0.0060$ ).

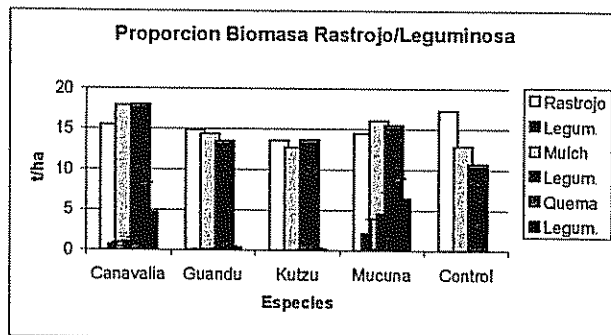
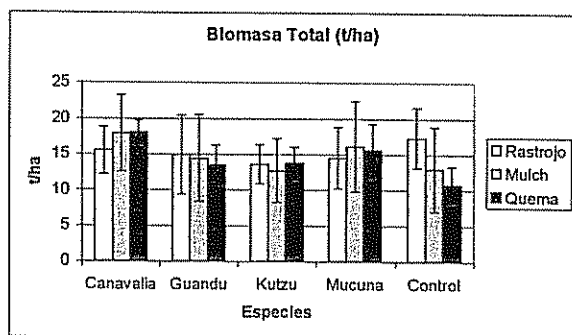


a)

b)

**Figura 5.** a) Cobertura y b) Biomasa de cuatro leguminosas en tres diferentes preparaciones del terreno, Cuenca del Río San Félix, Panamá.

La biomasa total no respondió a la preparación del terreno ( $p = 0.1248$ ), pero sí a las especies ( $p = 0.0006$ ). También, la interacción entre los dos factores fue significativa ( $p = 0.0254$ ). Mucuna y canavalia fueron las especies sobresalientes (Cuadro 10 y 11, Figura 6 a). El guandú y el kudzú presentaron cantidades insignificantes con relación a la biomasa total, mientras que canavalia y mucuna representaban entre 7 y 30 % y entre 16 y 45 % de la biomasa total respectivamente (Figura 6 b).



a)

b)

**Figura 6.** a) Biomasa total (leguminosas + malezas) de los diferentes sistemas de barbecho, Cuenca del Río San Félix, Panamá. Las barras representan los valores promedio y las líneas verticales el error estándar. y b) Proporción rastrojo / leguminosa en los diferentes sistemas de barbechos, Cuenca del Río San Félix, Panamá. Las barras representan los valores promedio y las líneas verticales el error estándar.

**Cuadro 10.** Promedios de sobrevivencia, longitud, cobertura y biomasa de especies leguminosas establecidas en tres preparaciones del terreno en la Cuenca del Río San Félix, Panamá

Preparación	Supervivencia (%)	Crecimiento en longitud (cm)	Cobertura de Leguminosa (%)	Biomasa de Leguminosas (g / 0.5 m <sup>2</sup> )	Biomasa Total (g / 0.5 m <sup>2</sup> )
Corta-Quema	79.5 A	48.4 A	27.4 A	147.7 A	707.9 A
Corta-Mulch	69.0 B	54.7 A	14.8 B	59.7 B	736.4 A
Rastrojo	63.2 B	55.4 A	10.4 B	34.8 B	761.7 A

Los Promedios con letras iguales en la misma columna indica que no hay diferencias estadísticas (Según la prueba de Duncan,  $p = 0.05$ ).

**Cuadro 11.** Promedios de sobrevivencia, longitud, cobertura y biomasa de cuatro especies leguminosas establecidas en tres preparaciones del terreno en la Cuenca del Río San Félix, Panamá.

Especie	Supervivencia (%)	Crecimiento en longitud (cm)	Cobertura de Leguminosas (%)	Biomasa fresca de Leguminosas (t ha <sup>-1</sup> )	Biomasa fresca Total (t ha <sup>-1</sup> )
Mucuna	83.4 B	122.7 A	55.4 A	4.40 (29 %) <sup>a</sup> A	15.34 AB
Canavalia	92.2 A	46.1 B	14.4 B	2.20 (13 %) B	17.24 A
Guandú	51.1 C	32.7 B C	1.5 C	0.13 (1 %) C	13.92 B
Kudzú	54.5 C	9.8 C	0.3 C	0.06 (0.4 %) C	13.35 B
Control					13.64 B

Los promedios con letras iguales en la misma columna indica que no hay diferencias estadísticas (Según la prueba de Duncan,  $p = 0.05$ ).

<sup>a</sup> % de la biomasa total en paréntesis.

#### 4.3.3. Contenido nutricional en las leguminosas

Las muestras de leguminosas presentaron diferencias no muy marcadas tanto en el porcentaje de biomasa seca y en el % de N (Cuadro 12). Se destaca la mucuna por presentar el porcentaje mas bajo de materia seca (16.8 %) en comparación con el resto de las especies (entre 20.4 y 22.4 %), mientras que el contenido de N fue más variable entre las especies con un rango entre 2.04 y 2.68 %.

**Cuadro 12.** Materia seca y [ N ] en cuatro especies leguminosas (promedios de dos fincas).

Especies	Biomasa fresca t ha <sup>-1</sup>	Biomasa seca		Contenido de N	
		%	t ha <sup>-1</sup>	%	kg ha <sup>-1</sup>
Mucuna	4.40	16.8	0.74	2.60	19.2
Canavalia	2.20	20.4	0.45	2.36	10.6
Guandú	0.13	22.4	0.03	2.68	0.80
Kudzú	0.06	21.7	0.01	2.04	0.20

#### 4.3.4. Participación de los actores en el ensayo

Los productores tuvieron una participación aceptable, de más del 50 % en la mayoría de las actividades (Cuadro 13). Sin embargo, esta no siempre se mantuvo constante durante el tiempo que duró el experimento, debido al tipo de actividad y a la época en que se desarrollaron.

**Cuadro 13.** Grado de participación de las partes involucradas (investigador y productores), según el tiempo invertido en las diferentes actividades en siete fincas de la Cuenca del Río San Félix, Panamá.

Actividades	Periodo	Total H / h / Activ.	Participación			
			Investigador		Productores	
			H / h	%	H / h	%
Evaluación de los sitios (recorrido del área + entrevista para conocer uso anterior).	31/3-23/4	25	12.5	50.0	12.5	50.0
Descripción y cuantificación del rastrojo inicial.	16/5-19/5	8	6	75.0	2	25.0
Preparación del terreno (chapea, quema, delimitación de subparcelas con hilo).	4/4-13/5	106	43	40.6	63	59.4
Muestreo de suelo. <sup>a</sup>	16/5-19/5	21	21	100.0	0	0.0
Siembra.	3/5-13/5	53	21.5	40.6	31.5	59.4
Monitoreo de parcelas (germinación, supervivencia, crecimiento y visitas).	12/5-5/8	31	11	35.5	20	64.5
Limpieza de franjas entre las subparcelas.	4/7-12/7	19	16	84.2	3	15.8
Muestreo y transporte de biomasa final (% cobertura, biomasa total / leguminosas) <sup>b</sup>	27/7-9/8	136	52	38.2	84	61.8
Evaluación final del experimento (discusión y análisis de aceptabilidad).	12/8-22/8	32	14	43.8	18	56.2
<b>Grado de participación (horas)</b>		431	197	45.7	234	54.3

<sup>a</sup> Solo el investigador debido al tipo de actividad, solo se contaba con un equipo.

<sup>b</sup> Actividad parcialmente remunerada.

Las opiniones de los participantes en la evaluación final fue la base, a partir de la cual, se hizo una propuesta para la utilización de barbechos mejorados con leguminosas en terrenos de tumba y quema en la parte media-baja de la Cuenca del Río San Félix. La mucuna resultó ser la leguminosa con mayor potencial en la zona para ser utilizada en barbechos mejorados, seguida de la canavalia; mientras que el guandú y el kudzú fueron descartados (Cuadro 14).

**Cuadro 14.** Propuesta de los productores participantes para el manejo de barbechos mejorados con leguminosas en la Cuenca del Río San Félix, Panamá.

No.	Nombre Productor	Especies		Método de Siembra <sup>a</sup>	Época <sup>b</sup>	Preparación <sup>c</sup>
		1ra Opción	2da Opción			
1	G. Guerra	Mucuna	Canavalia	Voleo	Inicio de lluvias	Corte-Cobertura
2	P. Franco	Mucuna	Canavalia	Voleo	Inicio de lluvias	Corte-Cobertura
3	S. Franco	Mucuna	Canavalia	Voleo	Inicio de lluvias	Rastrojo
4	L. Franco	Mucuna	Canavalia	Voleo	Inicio de lluvias	Corte-Cobertura
5	C. Sandoya	Mucuna	Canavalia	Voleo	Inicio de lluvias	Rastrojo
6	A. Sánchez	Mucuna	Canavalia	Voleo	Inicio de lluvias	Corte-Cobertura
7	L. Sánchez	Mucuna	Canavalia	Voleo	Inicio de lluvias	Corte-Cobertura
8	F. Sánchez	Mucuna	Canavalia	Voleo	Inicio de lluvias	Corte-Cobertura
9	B. Montezuma	Mucuna	Canavalia	Voleo	Inicio de lluvias	Rastrojo o Corte-Cobertura
<b>Propuesta</b>		Siembra de mucuna, en áreas recientemente abandonadas, mediante la técnica del voleo a inicios de la estación lluviosa, seguido (preferiblemente) por el corte e incorporación, en forma de mulch, de la vegetación remanente.				

<sup>a</sup> relacionado con factibilidad

<sup>b</sup> Porque al final todavía hay cultivos como yuca y guandú

<sup>c</sup> Relacionado con compatibilidad

Según los resultados obtenidos por parte de los productores en los ensayos, los factores que más influyeron sobre la aceptación inicial del barbecho con mucuna, como leguminosa de mayor preferencia por los productores, fueron la compatibilidad y la observabilidad (Cuadro 15).

**Cuadro 15.** Porcentaje de aceptación inicial del uso de mucuna en barbechos mejorados en la Cuenca del Río San Félix, Panamá.

Atributos	Investigador			Productor <sup>a</sup>		
	Peso	Calificación	Valor	Peso	Calificación	Valor
<b>Superioridad</b>	0.8	3	2.4	0.86 (0.16) <sup>b</sup>	4.56 (0.73)	3.92
<b>Compatibilidad</b>	0.8	3	2.4	0.76 (0.26)	3.33 (1.58)	2.53
<b>Simplicidad</b>	1.0	4	4	0.82 (0.23)	4.78 (0.44)	3.92
<b>Factibilidad</b>	1.0	4	4	0.89 (0.17)	4.22 (0.83)	3.76
<b>Observabilidad</b>	0.9	5	4.5	0.59 (0.36)	3.56 (1.51)	2.10
<b>Sumatoria de Valores</b>			17.3			16.23
<b>Probabilidad (%)</b>			69			65

<sup>a</sup> Valores promedios a partir de 9 productores.

<sup>b</sup> Desviaciones estándar en paréntesis.

#### 4.4. Discusión

##### 4.4.1. Condiciones biofísicas de los terrenos utilizados para tumba y quema

Aunque se procuró montar las parcelas en sitios con condiciones ambientales y manejo agrícola similares, estos presentaron algunas diferencias tanto biofísicas (altitud, pendiente y composición vegetal) como de manejo anterior (no todos tuvieron la misma intensidad de uso).

Son varios los factores que limitan la producción agrícola en la Cuenca del Río San Félix, los cuales en un momento dado pueden estar relacionados. Entre los más relevantes están: la topografía, la fertilidad del suelo y el pH.

Como la mayor parte de los terrenos agrícolas de la zona, los sitios donde se montaron las parcelas se ubican en áreas de ladera. Las pendientes registradas se ubican, según Cubero (2001) entre las categorías 3 (ondulado, 15-30 %) y 7 (fuertemente escarpado > 75 %). La topografía del terreno determina, en gran parte, el grado de erosión al que está expuesto el suelo y, por lo tanto, es un factor determinante en el potencial de productividad de los suelos (PPI, PPIC y FAR, 1988; Reining, 1992). Además de la pendiente, otros factores importantes que pueden influir en la erosión de los suelos son la precipitación y la cobertura vegetal (Skerman, et al., 1991; Swisher, 1999; Forsythe, et al., 1994). En este sentido, la erosión puede verse favorecida por la alta precipitación registrada en la zona, la cual normalmente supera los 2500 mm (PAN, 1994; Instituto Geográfico Nacional "Tommy Guardia", 1988). Por otro lado, la cobertura vegetal predominante (rastroyo) puede no ser muy eficiente en la reducción de la erosión durante buena parte de su desarrollo, ya que esta, después de pocos años de crecimiento (2-5), es reemplazada por cultivos, durante un periodo corto (1-2 años), pero donde se incluye por lo menos una quema y las prácticas de conservación de suelo son escasas o ausentes.

Los análisis de suelo realizados al inicio del experimento mostraron bastante homogeneidad entre los sitios, con grandes deficiencias en P y N (en el 100 % y 71 % de las muestras, respectivamente), lo que puede ser la causa principal de la baja productividad de la zona. La escasez de estos nutrientes puede ser por varias causas, además de la erosión. En muchos casos estos nutrientes escasean debido a que las plantas los utilizan en cantidades relativamente grandes, en comparación con otros nutrientes del suelo (PPI, PPIC y FAR, 1988). Esta situación es particularmente importante en la zona, bajo el sistema agrícola tradicional, ya que los nutrientes son extraídos en las cosechas sin que estos sean reemplazados por fertilizaciones. Además, el tiempo de descanso de los suelos es relativamente corto, como para que los nutrientes sean repuestos de manera natural. Los

terrenos son utilizados principalmente para cultivos como el arroz y maíz, los cuales son altamente extractores de nutrientes, principalmente P y N (Henríquez, 1995).

La baja disponibilidad de nutrientes para los cultivos puede deberse a otros factores; en el caso particular del P, puede ser por la existencia de material parental pobre en este elemento o la fijación, al reaccionar con otros elementos. Fassbender y Bornemisza (1994) también señalan que el contenido total de P depende de la textura de los suelos, siendo menor en texturas más gruesas. En este sentido, el análisis de suelo mostró contenidos de arena en todas las muestras.

El pH puede tener efectos tanto ecológicos como en la toxicidad y disponibilidad de algunos elementos. El pH registrado se mantuvo en un rango entre 4.6 (muy ácido, con un 90.5 % de las muestras) y 5.2 (ácido, con un 9.5 % de las muestras). A valores bajos de pH (menos de 5.5), muchos organismos no sobreviven y otros reducen su actividad, por lo que la fijación simbiótica de N por leguminosas se reduce significativamente; además, la reducción en actividad microbiana puede retardar la descomposición de la materia orgánica (Miranda, 1989; PPI, PPIC y FAR, 1988; Swisher, 1999).

La cantidad de materia orgánica registrada fue relativamente alta en la mayoría de las muestras analizadas, aun cuando el aporte de esta por la vegetación (natural o residuos de cultivos) puede ser bajo, lo que puede ser una causa de la reducción en la actividad microbiana, como consecuencia de niveles bajos de pH. Además de los efectos ecológicos, el pH del suelo afecta la disponibilidad de nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, especialmente el P, mientras que otros, como el Al y Mn, pueden alcanzar niveles tóxicos (Swisher, 1999; Fisher, et al., 1996). La degradación progresiva de los suelos, reflejada en la baja productividad, puede ser el producto de la combinación de estos y muchos otros factores, por lo tanto, muy pocas veces es posible indicar una sola causa del fenómeno (Fassbender y Boernemisza, 1994).

#### **4.4.2. Supervivencia, crecimiento y producción de biomasa de leguminosas**

Un mes después de la siembra, la supervivencia de las plantas leguminosas presentó diferencias significativas entre especies y entre preparaciones del terreno, pero no hubo significancia en la interacción especie \* preparación. La no interacción indica que, independientemente de la preparación, se mantienen las diferencias entre las especies. De igual manera la especie no modificó los efectos de las preparaciones del terreno.



La canavalia presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia a un mes después de la siembra en todas las preparaciones, seguido por la mucuna. Estas especies germinaron mucho más rápido y su crecimiento inicial fue superior que el guandú y kudzú, lo que les permite tomar ventaja o resistir a la competencia con las malezas. El guandú tiene un crecimiento inicial lento (Van Den Beld, 1988), razón por la cual no pudo competir eficientemente con las malezas, por lo que la supervivencia fue baja. El kudzú también presentó un crecimiento inicial muy lento, lo que concuerda con estudios realizados en México por Quiroga (1994) y por Arias (1986), quienes señalan un bajo porcentaje de germinación. Sin embargo, estudios realizados con productores en Perú, demostraron un alto potencial de la especie para ser utilizada en barbechos mejorados, debido a su crecimiento agresivo (Yanggen y Alegre, 2000; Kass, 1998).

Todas las especies presentaron mayor sobrevivencia en corte-quema. Los efectos de la quema son muy variados; muchos afectan negativamente el suelo, mientras que otros producen algunos beneficios para las plantas. Con la quema, elementos como el P, K, Ca y Mg, se acumulan en la ceniza que se depositan en el suelo. De allí, pueden ser tomados por las plantas, por lo menos durante la etapa inicial del crecimiento, puesto que son más susceptibles al lavado (Fassbender y Bornemisza, 1994). Por otro lado, según Sánchez y Espinosa (1984) las quemas pueden matar o debilitar semillas o plantas de malezas que en un momento dado pueden competir con las leguminosas.

La mucuna presentó el mayor crecimiento en longitud debido a su hábito de crecimiento trepador, lo que le permitió extenderse sin mayores dificultades sobre las demás plantas. En cambio la canavalia presenta un hábito de crecimiento más arbustivo (León, 2000; Viera y Ramis, 1995; Kass, 1998), por lo que su capacidad para crecer encima de las demás plantas es limitada.

Tres meses después de la siembra se hizo la evaluación para determinar el potencial de las leguminosas utilizadas, en el establecimiento de barbechos mejorados. Esta se basó en la medición de tres variables: cobertura de leguminosa, biomasa total y biomasa de leguminosas.

La mucuna fue la especie que presentó los mayores porcentajes de cobertura (Anexo 23), seguido por la canavalia, aunque esta última fue muy inferior a la primera. La canavalia, que inicialmente tenía el mayor porcentaje de sobrevivencia, no alcanzó mayores porcentajes en cobertura. La canavalia es de hábito más arbustivo y algo leñoso, mientras que la mucuna es capaz de crecer por encima de otras plantas, gracias al desarrollo de largos tallos trepadores (León, 2000, Buckles, et

al., 1999). El guandú y el kudzú presentaron un crecimiento muy lento desde el principio, situación que se agravó con el desarrollo agresivo de las malezas, las cuales prácticamente no permitieron su desarrollo.

La cobertura de las leguminosas fue mayor bajo la preparación del terreno corte-quema. En estas condiciones las plantas se desarrollaron mejor, probablemente por la disponibilidad de algunos nutrientes en las cenizas y por la reducción parcial de la competencia con las malezas, al cortar y quemar la vegetación inicial. En las parcelas con corte-cobertura, el desarrollo de las malezas pudo haberse afectado parcialmente por la acumulación de material sobre el suelo; sin embargo, en la mayoría de los casos el material, producto de la vegetación inicial no fue abundante, por lo que la cobertura sobre el suelo no fue total. En las parcelas con rastrojo, solo la mucuna pudo desarrollarse parcialmente, mientras que el resto de las especies prácticamente fueron cubiertas por las malezas y la vegetación original (Anexo 24). En estas condiciones la mucuna, gracias a sus largos tallos trepadores, pudo abrirse paso entre las malezas. Se consideró medir la cobertura de las leguminosas debido a que esta variable indica el grado de competencia en términos de espacio, lo que puede relacionarse con su capacidad para eliminar malezas (Melara y del Río, 1994). Además, la cobertura contribuye a reducir los efectos de la erosión (Reining, 1992, Swisher, 1999; Forsythe, et al., 1994).

Al igual que la cobertura, la producción de biomasa de leguminosa fue mayor en mucuna. La mucuna produjo el doble de la biomasa producida por canavalia, mientras que el guandú y kudzú fueron muy inferiores. Esta superioridad de la mucuna en cuanto a producción de biomasa y cobertura, con respecto a otras especies de leguminosas, concuerda con estudios parecidos realizados en Yucatán, México por Güendel (1998), en el sureste de México por Hagggar, et al. (2000) y en el norte de Honduras por Buckles, et al. (1999), donde se evaluaron algunas especies incluyendo la mucuna. Entre preparaciones, la producción de biomasa de leguminosas fue mucho mayor en corte-quema, determinada principalmente por la mucuna y la canavalia, debido posiblemente a las condiciones, aparentemente favorables, mencionadas anteriormente.

La biomasa total (rastrojo + leguminosa) fue afectada por la presencia de las leguminosas en los barbechos con mucuna y canavalia, mientras que los barbechos con guandú y kudzú fueron similares estadísticamente al control. Los barbechos con canavalia presentaron la mayor cantidad de biomasa total; sin embargo, la relación leguminosa / rastrojo fue mayor en los barbechos con mucuna. La mucuna al ser más agresiva en crecimiento que canavalia, probablemente pudo afectar

en mayor grado el crecimiento de las malezas. La biomasa total entre preparaciones no presentó diferencias significativas. Esto sugiere que el aporte de las leguminosas (principalmente canavalia y mucuna) contribuyó a que las parcelas, que fueron alteradas al inicio del experimento (corte-quema y corte-cobertura), tuvieran una biomasa total similar a las parcelas que se mantuvieron con la vegetación inicial.

Las diferencias existentes entre los bloques, en el diseño de este experimento, aparentemente no guardan relación con la altura, pendiente o fertilidad de los suelos. Probablemente estas diferencias sean producto de la competencia de las leguminosas con los diferentes tipos de vegetación predominante en cada sitio, en donde algunas especies pueden ser más resistentes o agresivas en la competencia inter-específica que otras.

#### 4.4.3. Contenido nutricional en las leguminosas

El contenido de N en las muestras de leguminosa fue bastante alto, entre 2.04 -2.68 %, en comparación con el contenido de N reportado por Herrera y Meléndez (1997) para la mayoría de especies no leguminosas presentes en sistemas de frijol tapado en Costa Rica. Estos autores encontraron, de un total de doce especies no leguminosas, cantidades de N que oscilaron entre 0.8 % en *Rottboellia cochinchinensis* (Poaceae) y 1.85 % en *Ageratum conyzoides* (Asteraceae). Solo *Tithonia diversifolia* y *Pseudobaccharis* spp (ambas Asteraceae), con 2.57 % y 2.05 % respectivamente, tuvieron cantidades de N comparables a las leguminosas. Cabe señalar también que, a diferencia de las leguminosas que pueden fijar N del aire debido a sus relaciones simbióticas, el resto de las plantas mencionadas necesita tomar N del suelo, por lo que las reservas de este elemento en el suelo se reducen.

La cantidad total de N ha<sup>-1</sup> fijado por las leguminosas depende de la cantidad de biomasa producida. En este estudio, la mucuna, aunque su contenido de N no fue el más alto, produjo la mayor cantidad de biomasa y, en consecuencia, la mayor cantidad de N ha<sup>-1</sup>. La canavalia, que obtuvo el mayor % de N, produjo 80 % menos de N ha<sup>-1</sup>, debido a que la cantidad de biomasa en canavalia fue mucho menor. En guandú y kudzú la producción de N ha<sup>-1</sup> fue insignificante, debido a la pobre producción de biomasa.

Aún considerando la mayor cantidad de N ha<sup>-1</sup> fijado por la mucuna, es muy inferior con respecto a otros estudios realizados en otras zonas. García, et al. (1994) reportan producciones de N en mucuna que alcanzan los 149 kg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> (4 -5 t ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> de materia seca). Buckles (1999), reporta

producciones de N en mucuna que alcanzan los 200 kg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup> (5-10 t ha<sup>-1</sup> de materia seca). En el caso del kudzú, Arias (1986) reporta una fijación de N de 254 kg ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>. Sin embargo, hay que considerar que en los estudios mencionados, se trabajó básicamente en plantaciones puras y en condiciones mejor controladas. Por otro lado, la producción de N determinada en este trabajo correspondió solo a los tres primeros meses de crecimiento, por lo que después de un año la producción de N puede ser mucho mayor.

Algunos de los cultivos utilizados en la zona, como el arroz y maíz, son altamente extractores de nutrientes del suelo, principalmente N. En condiciones de agricultura tecnificada y dependiendo de las condiciones del suelo, se aplican entre 80-120 kg ha<sup>-1</sup> de N en arroz, mientras que en maíz oscila entre 50-150 kg ha<sup>-1</sup> de N (IICA / Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia, 1989). La cantidad de N fijada por leguminosas puede suplir, al menos de manera parcial la demanda de N por los cultivos, lo cual toma mayor importancia en los sistemas tradicionales, como el de tumba y quema, en donde no se aplican fertilizantes químicos.

#### **4.4.4. Participación de los actores en el ensayo**

Los productores tuvieron una activa participación en la investigación, lo que refleja el interés de la gente en conocer tecnologías encaminadas al mejoramiento de la producción. De hecho, la mayoría de los productores son conscientes de la disminución progresiva en la producción, como consecuencia del agotamiento de los suelos. Esta aseveración es confirmada por estudios anteriores (PAN, 1993, PAN, 1994, Samaniego, 1997).

Todos los productores participantes en la evaluación final mostraron preferencia por la siembra de mucuna, utilizando el método tradicional de siembra del voleo a inicio de la estación lluviosa. Productores de otras regiones, como México y Honduras, también han mostrado una alta preferencia por la mucuna en sistemas de barbechos mejorados (Günde, 1998; Buckles et al., 1999, Hagar, et al., 2000).

La canavalia se mantuvo como segunda opción debido a que presentó un alto porcentaje de supervivencia desde el inicio, aunque esta variable no se evaluó al final. En otras regiones, como el Norte de Yucatán, México, donde las lluvias apenas alcanzan entre 600-700 mm año<sup>-1</sup>, la canavalia ha tenido una mayor aceptación en sistemas combinados con maíz, ya que presenta mayor resistencia a la sequía (Huz, 1994).

La mayoría de los productores se inclinaron por utilizar el corte-cobertura después de la siembra al voleo, lo que, según ellos, puede reducir la depredación por animales y la mortalidad por efecto del sol en caso de irregularidades en las lluvias.

En el proceso de proponer o modificar una tecnología con base en la experiencia adquirida en un ensayo participativo, los productores participantes son los principales actores, mientras que el investigador toma el rol de facilitador. De esta manera se fortalece la capacidad local de desarrollar nuevas tecnologías. Bajo este principio, Gündel (1998), en investigaciones participativas con productores de Yucatán México, determinaron las ventajas y desventajas de diferentes especies leguminosas nativas en comparación con otras introducidas, lo cual puede ser determinante en la futura adopción y utilización de dichas especies.

Al someter la propuesta a un análisis de aceptación inicial, se obtuvo un 69 % de aceptabilidad inicial por parte del investigador. Esto obedece a las calificaciones altas en los atributos simplicidad (4), factibilidad (4) y observabilidad (5). Se consideró que el uso de mucuna en barbechos mejorados es una tecnología fácil de aplicar, ya que no requiere de capacitaciones previas. También, se le atribuyó una alta factibilidad debido a que no se requiere de grandes inversiones de recursos, salvo la disponibilidad de semillas, la cual inicialmente podría ser suministrada por extensionistas. Además, no se tienen mayores riesgos relacionados al costo de oportunidad, como menciona Buckles, et al. (1999), ya que los terrenos utilizados son áreas que entran en un periodo de descanso después de ser utilizadas con cultivos anuales. El tiempo requerido para ver resultados positivos se consideró corto (observabilidad alta), ya que este no debe ser mayor que el tiempo de descanso como rastrojo natural dado por los productores a sus tierras, el cual según el PAN (1994) y confirmado por los productores, ya es bastante corto (3-4 años). Por otro lado, se asignó una calificación mediana (3) a los atributos superioridad y compatibilidad. Esto se debió a que a este nivel (etapa de establecimiento del barbecho mejorado) no se pueden evaluar todos los beneficios de la tecnología, principalmente con relación a los posibles incrementos en producción de los cultivos posteriores. En cuanto a la compatibilidad, aunque algunos productores mencionan que algunas especies de los rastrojos, como el balso (*Ochroma pyramidale*), guabo (*Inga* sp) sangrillo (*Croton* sp) y pica (*Mucuna* sp) pueden mejorar la fertilidad del suelo en menor tiempo, tradicionalmente los ngöbes manejan sus barbechos sin la incorporación de especies con este fin. Sin embargo, la forma en que podría manejarse la mucuna en los rastrojos tiene cierta similitud con algunas practicas tradicionales, como la siembra al voleo de maíz y frijoles.

La percepción de los atributos de la nueva tecnología propuesta, por parte de los productores participantes, en relación a la percepción del investigador, fue un tanto semejante en algunos aspectos, pero en otros no, aunque la probabilidad de aceptación inicial fue bastante similar (65 %). En este sentido, la simplicidad, factibilidad y superioridad tuvieron las mayores calificaciones (4.78, 4.22 y 4.26 respectivamente), coincidiendo en los dos primeros atributos con la calificación dada por el investigador. Según los productores participantes, se trata de una tecnología fácil de aplicar y accesible a la mayoría de los productores, ya que se puede desarrollar con los recursos existentes y en las condiciones de la zona (terrenos que entran en su periodo de descanso y mano de obra familiar). La alta superioridad otorgada por los productores participantes se debió al crecimiento agresivo de la mucuna y a la capacidad de desplazar malezas. No resaltaron, en este punto, el hecho de que se desconocía, hasta ese momento, si el uso de mucuna en barbechos realmente tiene efectos positivos en cultivos posteriores, aspecto que fue muy importante en la consideración del investigador. Sin embargo, este aspecto tuvo bastante influencia en la calificación media (3.56) dada por los productores a la observabilidad. Ellos consideraron la importancia de conocer los efectos benéficos de los barbechos con mucuna en los cultivos posteriores, lo cual no se garantiza con solo observar el crecimiento a corto plazo de la mucuna u otras leguminosas. Además, aunque la comparación fue con relación a los barbechos naturales, los productores manifestaron que el tiempo necesario para ver resultados positivos en los cultivos, mediante el uso de las leguminosas, puede ser mayor que si se utilizaran fertilizantes convencionales. Estos últimos, aunque son poco utilizados en la zona, producen efectos relativamente rápido en los cultivos, según los productores participantes. La compatibilidad también tuvo una calificación media (3.33), ya que los productores participantes manifestaron que se trata de algo nuevo, puesto que siempre han utilizado los rastrojos sin introducir especies para mejorarlos; sin embargo, mostraron interés en probar.

## **4.5. Conclusiones y recomendaciones**

### **4.5.1. Conclusiones**

- Independientemente de la preparación del terreno, la mucuna y canavalia presentaron altos porcentajes de sobrevivencia, siendo mayor en canavalia. Sin embargo, la mucuna presentó mayor crecimiento desde el inicio, lo cual se mantuvo hasta el final del experimento. En consecuencia, la mucuna presentó el mayor porcentajes de cobertura y mayor producción de biomasa. Esto demuestra la alta capacidad competitiva de la especie, lo que le permite sobrevivir y desplazar otras especies (muchas de las cuales son malezas). Por lo tanto, la mucuna es la especie con mayor potencial para ser utilizada en barbechos mejorados en la zona del estudio.

- Independientemente de la especie, y durante el tiempo del estudio, las leguminosas crecieron mejor en la preparación del terreno que incluía corte-quema. En estas parcelas, las leguminosas aprovechan los nutrientes contenidos en las cenizas más fácilmente. Además, el crecimiento inicial de las leguminosas se dió con menos competencia, ya que el fuego eliminó muchas de las malezas que habían inicialmente.
- Los barbechos mejorados con leguminosas, especialmente mucuna, pueden reducir el tiempo de recuperación de los suelos en los sistemas de tumba y quema, debido a los aportes de N y materia orgánica, principalmente. La cantidad de N fijada por leguminosas puede suplir, al menos de manera parcial, la demanda de N por los cultivos, lo cual toma mayor importancia en los sistemas tradicionales, como el de tumba y quema, en donde no se aplican fertilizantes químicos.
- Todos los productores participantes mostraron preferencia por la mucuna, como especie potencial para ser utilizada en barbechos mejorados. Según ellos, la especie puede ser manejada con algunas practicas tradicionales, como la siembra al voleo seguida del corte de la vegetación natural y su incorporación como cobertura muerta.
- Los factores que más afectaron negativamente la aceptación inicial de barbechos mejorados con leguminosas, por parte de los productores, fueron la compatibilidad y la observabilidad. La primera, está muy relacionada con aspectos culturales de la población, ya que tradicionalmente los agricultores ngöbes no introducen, de manera intencional, especies en los rastrojos con el propósito de mejorar la fertilidad del suelo. En segundo lugar, porque se requiere verificar si realmente hay incremento en la producción de cultivos posteriores, producto del aporte hecho por las leguminosas. Aunque esto puede tomar relativamente poco tiempo (considerando el tiempo de descanso de los rastrojos en la zona), es superior al tiempo de respuesta de los cultivos a fertilizantes convencionales utilizados en otras zonas.

#### 4.5.2. Recomendaciones

- Realizar experimentos similares, con diferentes especies leguminosas (incluyendo especies nativas potenciales) en áreas con condiciones ambientales diferentes, para determinar que especies son las más apropiadas para otras zonas.

- Dar seguimiento a las parcelas experimentales para conocer el efecto de los tratamientos evaluados en los cultivos posteriores y establecer un sistema de monitoreo y evaluación a mediano y largo plazo.
- Realizar ensayos con las leguminosas conocidas para evaluar otras variables como la densidad, tiempo de siembra, tiempo de rotación de los barbechos mejorados con leguminosas y beneficios adicionales.
- Establecer una mayor interacción con los productores y evaluar otras técnicas de mejoramiento agrícola, como el uso de barreras vivas.

#### 4.6. Bibliografía

Alegre, J; Arévalo, L; Guzma, W y Rao, M. 2000. Barbechos mejorados para intensificar el uso de la tierra en los trópicos húmedos de Perú. *Agroforestería en las Américas*, 7 (27): 7-12.

\_\_\_\_\_; Meza, A y Arévalo, L. 2000. Establecimiento de barbechos con leguminosas. *Agroforestería en las Américas*, 7 (27): 31-33.

Arias, A, R. 1986. Reseña sobre el Kudzú tropical (*Pueraria phaseoloides* Roxb). Turrialba, Costa Rica. CATIE. 18p.

Beldt, R J Van den. 1988. *Cajanus cajan*: Es mucho más que una legumbre. NFTA. 2 p. (Serie 88-06).

Buckles, D; Triomphe, B y Sain, G. 1999. Los cultivos de cobertura en la agricultura de ladera: innovación de los agricultores con mucuna. CIID / CIMMYT / CATIE. 244 p.

Bunch, R. 1985. Dos mazorcas de maíz: una guía para el mejoramiento agrícola orientado hacia la gente. Oklahoma, USA, Vecinos Mundiales. 268 p.

Bustamante, E. 1997. Posibilidades de investigación participativa en recursos genéticos y control biológico de plagas agrícolas. In Fassaert, C; Prins, K; Oduber R, J; Mason W, S. Investigación participativa: generación e intercambio de conocimientos por y con familias campesinas nativas. Turrialba, Costa Rica, CATIE (Memoria del taller realizado el 29 de mayo de 1997). p 8-11.

Cubero F, D. 2001. Clave de bolsillo para determinar la capacidad de uso de la tierra. San José, Costa Rica, MAG / ARAUCARIA / ACCS. 19 p.

Fassbender, H W; Bornemisza, E. 1994. Química de suelos: con énfasis en suelos de América Latina. 2 ed. San José, Costa Rica. IICA. 420 p

Fisher, R; Hutton, E M; Franco, A A; Juo, A; Kass, D and Evans, D. 1996. Assessing Soil Acidity. In Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils. Taiwan, China, NFTA / CATIE. p 3-8.



Forsythe, W; Albery, R y Noia R, J. 1994. Producción y erosión en una siembra de maíz y frijol con diferentes cobertura viva en pendientes fuertes en Costa Rica. *In* Thurston, H; Smith, M; Abawi, G y Kears, S. Los sistemas de siembra con cobertura. Ithaca, Now York, CATIE / CIIFAD. p 227-235.

García E, R; Quiroga M, R y Granados A, N. 1994. Agroecosistemas de productividad sostenida de maíz, en las regiones cálida húmedas de México. *In* Thurston, H; Smith, M; Abawi, G y Kears, S. Los sistemas de siembra con cobertura. Ithaca, Now York, CATIE / CIIFAD. p 65-79.

Geilfus, F. 2000. 80 herramientas para el desarrollo participativo. 3 ed. San Salvador, GTZ / IICA. 208 p.

Gündel, S. 1998. Participatory Innovation Development and Diffusion: Adoption and adaption of introduced legums in the traditional slash-and-burn peasant farming system in Yucatan, Mexico. Eschborn, TÖB / GTZ. 81 p.

Haggar, J P; Uribe, G; Granel, J B y Ayala, A. 2000. Barbechos mejorados en la península de Yucatán. *Agroforestería en las Américas* 7 (27):19-24.

Henríquez, C; Bertsch, F; Salas, R. 1995. Fertilidad de suelos: manual de laboratorio. San José, Costa Rica, Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo. 64 p.

Herrera, F y Meléndez, G. 1997. El estudio de la vegetación en áreas dedicadas al frijol tapado. *Agronomía Mesoamericana* 8 (2): 1-11.

Huz, M de J. 1994. El uso de la *Canavalia ensiformis* y otras leguminosas como coberturas muertas en la agricultura yucateca. *In* Thurston, H; Smith, M; Abawi, G y Kears, S. Los sistemas de siembra con cobertura. Ithaca, Now York, CATIE / CIIFAD. p 217-219.

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura) / Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia. 1989. Compendio de Agronomía Tropical. Tomo 2 (IICA / Colección Investigativa y Desarrollo No. 13). 693 p.

Instituto geográfico Nacional "Tommy Guardia". 1988. Atlas Nacional de la Republica de Panamá. p 7, 10-11.

\_\_\_\_\_. 1993. Mapa topográfico de David. Ed. II IGNTG. Esc. 1:250,000. Hoja 2. Color. (Serie E562).

Kass, D. 1999. Proyecto *Tithonia diversifolia*. *Agroforestería en las Américas*, 6 (23): 78.

\_\_\_\_\_ y Staver, C. 2000. Criterios para la selección de especies en barbechos mejorados en condiciones de campo. *Agroforestería en las Américas* 7 (27):34-36.

León, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3 ed. San José, Costa Rica, IICA. 445 p.

Martínez H, H A. 1989. El componente forestal en los sistemas de fincas de pequeños agricultores. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 80 p.

Melara, W y del Rio, L. 1994. Uso de labranza mínima y leguminosas de cobertura en Honduras. *In* Los sistemas de siembra con cobertura. CATIE/CIIFAD p. 57-63.

- Mercado, J; Calderón, F y Sosa, H. 1994. Sistemas de Siembra con Cobertura: La Labranza de Conservación sin Quema, Alternativa para la Sostenibilidad Agrícola en el Salvador. *In* Thurston, H; Smith, M; Abawi, G y Kears, S. Los sistemas de siembra con cobertura. Ithaca, Now York, CATIE / CIIFAD. p 45-55.
- Miranda A, A. 1989. Consideraciones para uniformar los resultados de un análisis químico de suelo. San José, Costa Rica, MIDA / IICA. 33 p.
- PAN (Proyecto Agroforestal Ngöbe). 1993. Diagnóstico: situación actual del área de Remedios, San Félix y San Lorenzo. San Félix, Panamá, INRENARE-GTZ. (Documento Ngöbe, Tomo II).
- \_\_\_\_\_. 1994. La agricultura ngöbe. San Félix, Panamá, INRENARE-GTZ. (Documento Ngöbe, Tomo IV).
- PPI (Potash & Phosphate Institute); PPIC (Potash & Phosphate Institute of Canada) and FAR (Foundation for Agronomic Research). 1988. Manual de Fertilidad de los Suelos. Norcross, Georgia, USA. 85 p.
- Prins, K. 1999. ¿Cómo insertar nuevas tecnologías en sistemas de producción de familias campesinas?. *Agroforestería en Las Américas* 6 (21): 29-31.
- Reining, L. 1992. Erosion in Andean Hillside Farming. Germany, Center for Agriculture in the Tropics and Subtropics. 219 p.
- Samaniego P, G A. 1997. Valor de la percepción y del conocimiento local: estudio socioeconómico y agroforestal de la finca indígena ngöbe, Chiriquí, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 91 p.
- Samaniego, G y Montezuma, A. 1995. Metodologías participativas de desarrollo comunal aplicables en la agroforestería ngöbe. *In* Segundo seminario taller de investigación y extensión forestal y agroforestal. Panamá, CATIE / INRENARE / ANTEFORP. p. 82-94.
- Sánchez D, R y Espinosa G, J. 1984. Apuntes generales sobre la quema superficial. Panamá, IDIAP (Miscelánea técnica No. 4). 5 p.
- Skerman, P J; Cameron, D G y Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Roma, FAO (Colección FAO: Producción t Protección Vegetal No. 2). 709 p.
- Viera, J y Ramis, C. 1995. Manejo agronómico y utilización de la canavalia. Venezuela, Fundación Polar / Universidad Central de Venezuela / Facultad de Agronomía. 8 p.
- Yanggen, D y Alegre, J. 2000. Barbechos con kudzú: análisis socioeconómico, adopción e impacto sobre la deforestación en Pucallpa, Perú. *Agroforestería en las Américas* 7(27):13-18.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

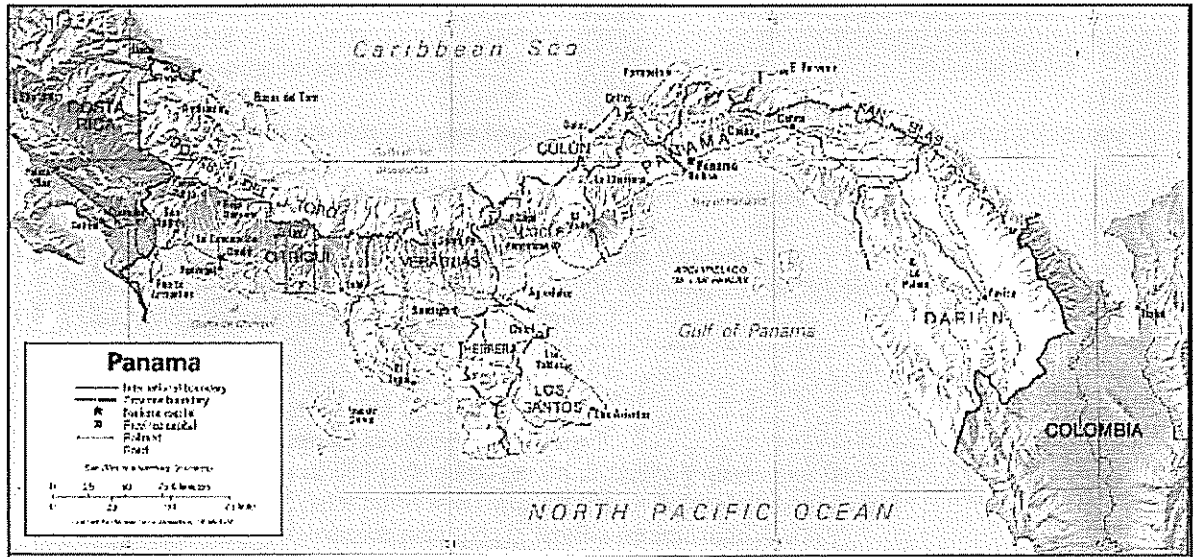
### 5.1. Conclusiones

- La mayor parte del área de la Cuenca del Río San Félix, ubicada dentro de la Comarca Ngöbe-Buglé, se encuentra cubierta por vegetación de rastrojo, los cuales son manejados rotativamente bajo el sistema de tumba y quema. Esto es un indicativo de la gran influencia que tiene la agricultura de tumba y quema en la región. Este sistema mantiene un patrón común en cuanto al ciclo general (tumba y quema) y en aspectos socioeconómicos. Sin embargo, existen algunas diferencias relacionadas al ambiente, lo que determina la presencia de determinados cultivos y prácticas agrícolas específicas. Además, existen áreas específicas en donde la agricultura de tumba y quema no se desarrolla o se da de manera muy limitada, debido a las condiciones de suelo y topografía, principalmente.
- La producción agrícola en la Cuenca del Río San Félix no cubren las necesidades básicas de la población. Por lo tanto, las personas han desarrollado estrategias de vida en donde complementan la economía con otras actividades, destacándose el trabajo asalariado temporal fuera de sus comunidades.
- Los barbechos mejorados con leguminosas, especialmente mucuna, pueden reducir el tiempo de recuperación de los suelos en los sistemas de tumba y quema, debido a los aportes de N y materia orgánica, principalmente. La cantidad de N fijada por leguminosas puede suplir, al menos de manera parcial, la demanda de N por los cultivos, lo cual toma mayor importancia en los sistemas tradicionales, como el de tumba y quema, en donde no se aplican fertilizantes químicos.
- Todos los productores participantes mostraron preferencia por la mucuna, como especie potencial para ser utilizada en barbechos mejorados. Según ellos, la especie puede ser manejada con algunas practicas tradicionales, como la siembra al voleo seguida del corte de la vegetación natural y su incorporación como cobertura muerta. Sin embargo, algunos factores afectaron negativamente la aceptación inicial de barbechos mejorados con leguminosas, por parte de los productores. Estos se relacionan con aspectos culturales (compatibilidad) y con la necesidad de obtener buenos resultados a corto plazo (observabilidad).

## 5.2. Recomendaciones

- Realizar verificaciones de campo más estrictas para determinar con mayor certeza las áreas ocupadas por los principales tipos de cobertura vegetal y hacer comparaciones con información relacionada de años anteriores, que permitan conocer la tasa de cambio de la vegetación. De manera que esta información sirva de base para programas de monitoreo enfocados a un uso del suelo más acorde con su capacidad y a la conservación de las masas boscosas existentes, aspectos importantes en el buen manejo y sostenibilidad de la Cuenca del Río San Félix.
- Desarrollar estudios más detallados a nivel de finca, en donde se puedan evaluar otros sistemas productivos, así como estudios específicos acerca de los cultivos de subsistencia utilizados por la población (incluyendo variedades autóctonas y métodos tradicionales de producción). De manera que se puedan determinar, conjuntamente con los productores, posibles formas de mejoramiento agrícola, que no impliquen grandes cambios en las prácticas tradicionales, con el fin de favorecer el proceso de transferencia y adopción.
- Realizar experimentos similares, con diferentes especies leguminosas (incluyendo especies nativas potenciales) en áreas con condiciones ambientales diferentes y evaluar otras variables como la densidad, tiempo de siembra, tiempo de rotación de los barbechos mejorados con leguminosas y beneficios adicionales. De esta manera se podrá conocer cuales especies son las más apropiadas para otras zonas y la mejor manera de utilizarlas.

## 6. ANEXOS



Anexo 1. Mapa de Panamá mostrando el área de estudio en el rectángulo rojo.

## Anexo 2. Guía de diálogo semi-estructurado para informantes clave.

Nombre \_\_\_\_\_  
Edad \_\_\_\_\_  
Cargo \_\_\_\_\_  
Comunidad \_\_\_\_\_

### 1. Aspectos sociales

- 1.1. ¿ Tamaño promedio de las familias ?
- 1.2. ¿ Nivel de escolaridad ?
- 1.3. ¿ Existe algún tipo de estratos entre los habitantes de la comunidad en cuanto a bienestar y si existe cuales son ?
- 1.4. ¿ Cómo es la tenencia de la tierra dedicada a la agricultura de tumba y quema ?
- 1.5. ¿ como se cubren las necesidades alimenticias básicas ?
- 1.6. ¿ Cual es el destino de la producción agrícola de tumba y quema ?
- 1.7. ¿Qué infraestructuras sociales hay (escuela, centros de salud, acueducto, electricidad)?
- 1.8. ¿ Cuales son los principales problemas de la gente ?

### 2. Aspectos biofísicos

- 2.1. ¿ De que tamaño son las fincas ?
- 2.2. ¿ Cuales son los principales sistemas productivos ?
- 2.3. ¿ Cuanto es el área anual dedicada a agricultura de tumba y quema por familia ?
- 2.4. ¿ Cuales son los principales cultivos en este sistema en orden de importancia ?
- 2.5. ¿ Se produce suficiente comida para toda la familia durante todo el año ?
- 2.6. ¿ Cuanto es el promedio de la producción de los principales cultivos por familia?
- 2.7. ¿ Tiempo en que se cultiva la tierra?
- 2.8. ¿ Tiempo de descanso en barbecho ?
- 2.9. ¿ Como es el manejo del sistema de tumba y quema?
- 2.10. ¿ Para que son las quemas ?
- 2.11. ¿ Plantas importantes del barbecho ?
- 2.12. ¿ Cuales son los principales problemas de la agricultura ?
- 2.13. ¿ Como se podría mejorar la producción ?
- 2.14. ¿ Conoce la gente del uso de plantas mejoradas del suelo ?
- 2.15. ¿ Existen algunas plantas nativas de importancia que la gente maneja en sus rastrojos ?
- 2.16. ¿ Que importancia tiene la cuenca del río San Felix ?
- 2.17. ¿ Que beneficios trae la cuenca para la gente y la comunidad?

### 3. Aspectos económicos

- 3.1. ¿ Cuanto representan los ingresos provenientes de la agricultura de tumba y quema?
- 3.2. ¿ Mano de obra familiar ?
- 3.3. ¿ Como se distribuye el trabajo de la finca?
- 3.4. ¿ Mano de obra externa ?
- 3.5. ¿ Existen otras fuentes de ingreso ? ¿ Cuáles ?
- 3.6. ¿ Que trabajo asalariado existe en la zona ?
- 3.7. ¿ A que tipo de préstamo agrícola tiene acceso la gente ?
- 3.8. ¿ Cuales son los mercados existentes y como es el acceso?
- 3.9. ¿ Como se comercializan los productos agrícolas ?
- 3.10. ¿ Que insumos externos son utilizados en la agricultura de tumba y quema ?

## **Anexo 3. Guía de diálogo semi-estructurado para grupos de productores.**

### **1. Presentación de los objetivos de la reunión.**

### **2. Presentación de los participantes.**

### **3. Aspectos sociales**

3.1. Principales problemas de las comunidades.

3.2. Tamaño de las familias

3.3. Alfabetización

### **4. Aspectos biofísicos**

4.1. Lluvia de ideas sobre los problemas de la agricultura de tumba y quema

4.1.1. Limitaciones

4.1.2. Posibles soluciones.

4.2. Principales cultivos del sistema de tumba y quema.

4.3. Calendario agrícola.

4.4. Importancia de la Cuenca del Río San Félix.

### **5. Aspectos socioeconómicos**

5.1. Estrategia de vida

5.1.1. Ingresos

5.1.2. Producción y comercialización

#### Anexo 4. Guía de diálogo semi-estructurado con productores individuales.

Nombre (hombre y / o mujer) \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_\_

Comunidad \_\_\_\_\_

Ubicación de la finca y altitud \_\_\_\_\_

##### 1. Aspectos sociales

- 1.1. ¿ Numero de miembros de la familia ?
- 1.2. ¿ Numero de personas que dependen del productor ?
- 1.3. ¿ Nivel de escolaridad en niños y adultos?
- 1.4. ¿ Nivel de pobreza (autoevaluación con respecto a los otros miembros de la comunidad ?
- 1.5. ¿ Cómo es la tenencia de la tierra dedicada a agricultura de tumba y quema?
- 1.6. ¿ Se cubren las necesidades alimenticias básicas con la producción del sistema de tumba y quema ?
- 1.7. ¿ Cual es el destino de la producción agrícola de tumba y quema ?
- 1.8. ¿ Hay infraestructuras sociales cerca (escuela, centros de salud, acueducto, electricidad)?
- 1.9. ¿ Cuales son los principales problemas de la familia ?
- 1.10. ¿ Cuales son los mayores cambios en los últimos 5 años?

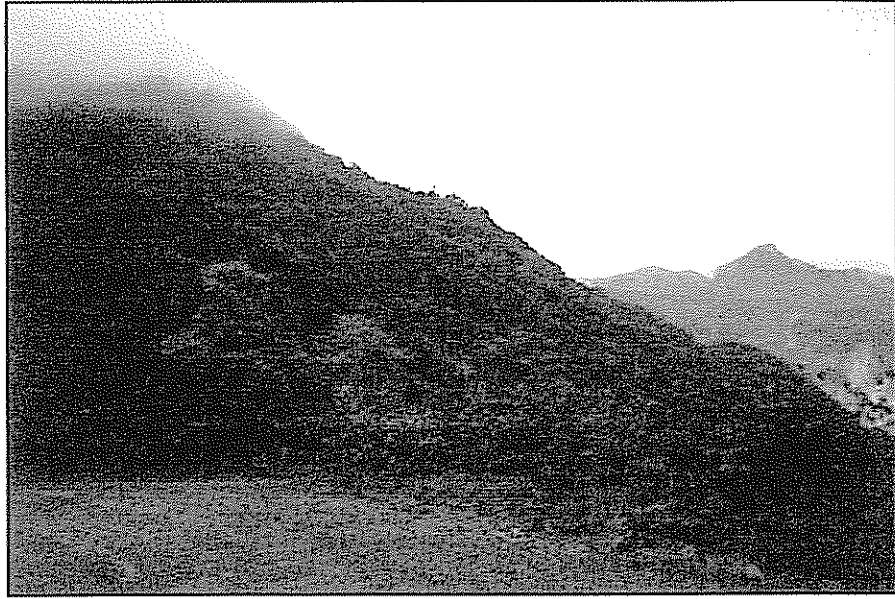
##### 2. Aspectos biofísicos

- 2.1. Aspectos biofísicos en general
  - 2.1.1. ¿ De que tamaño es la finca ?
  - 2.1.2. ¿ Cuales son los principales sistemas productivos ?
- 2.2. Aspectos biofísicos relacionados a la agricultura de tumba y quema
  - 2.2.1. ¿ Cuanto es el área anual dedicada a agricultura de tumba y quema ?
  - 2.2.2. ¿Cómo se maneja este sistema?
  - 2.2.3. ¿ Para que son las quemas ?
  - 2.2.4. ¿ Cuales son los principales cultivos en este sistema en orden de importancia ?
  - 2.2.5. ¿ En cuanto tiempo consume la familia los alimentos producidos en el sistema de tumba y quema?
  - 2.2.6. ¿Cuánto cosechó el año anterior en los diferentes cultivos?
  - 2.2.7. ¿ Cuanto sembró o sembrará en el presente año?
  - 2.2.8. ¿ Tiempo en que se cultiva la tierra ?
  - 2.2.9. ¿ Tiempo de descanso en barbecho ?
  - 2.2.10. ¿ Que otros productos y / o beneficios se obtienen del barbecho ?
  - 2.2.11. ¿ Plantas importantes del barbecho ?
  - 2.2.12. ¿ Conoce la gente del uso de plantas mejoradoras del suelo ?
  - 2.2.13. ¿ Existen algunas plantas nativas de importancia que la gente maneja en sus rastrojos, ya sean mejoradoras o para otros fines ?
  - 2.2.14. ¿ Cuales son los principales problemas de la agricultura ?
  - 2.2.15. ¿ Como se podría mejorar la producción ?
  - 2.2.16. ¿ Que importancia tiene la Cuenca del Río San Félix ?
  - 2.2.17. ¿ Que beneficios trae la cuenca para el finquero y la comunidad ?

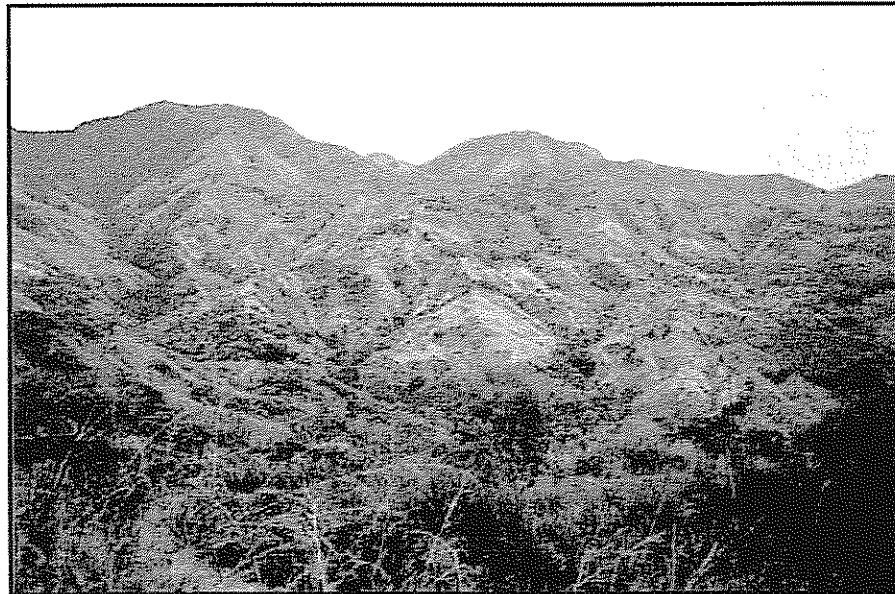
##### 3. Aspectos económicos

- 3.1. ¿ Cuanto representan los ingresos provenientes de agricultura de tumba y quema ?
- 3.2. ¿ Mano de obra familiar ?
- 3.3. ¿ Mano de obra externa ?
- 3.4. ¿ Existen otras fuentes de ingreso ?
- 3.5. ¿ Realizan trabajo asalariado en la zona ?
- 3.6. ¿ Realizan migraciones periódicas en busca de trabajo asalariado?
- 3.7. ¿ Tiene acceso a prestamos agrícolas ?
- 3.8. ¿ Tiene acceso a mercados ?
- 3.9. ¿ Como se comercializa los productos agrícolas ?
- 3.10. ¿ Utiliza insumos externos en la finca?
- 3.11. ¿ En que momento y para que cultivos?

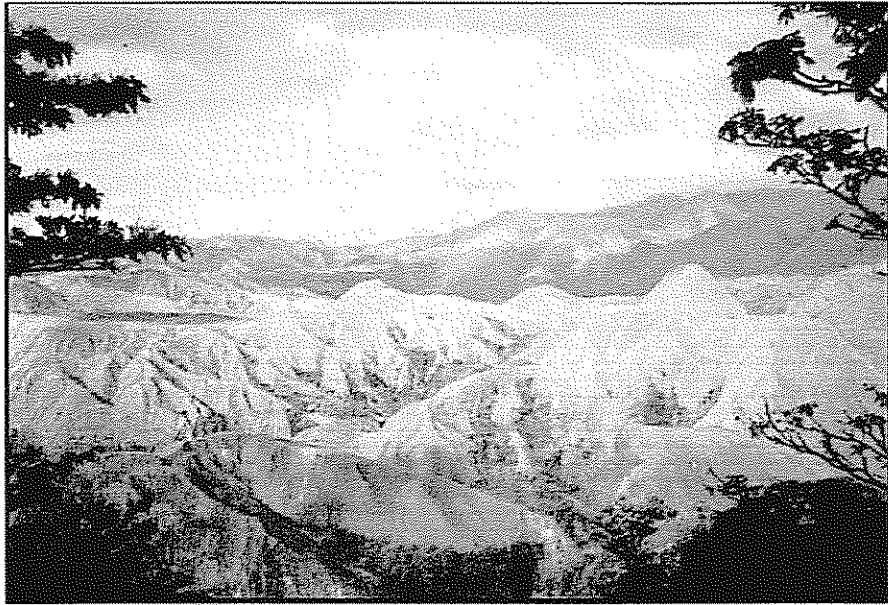




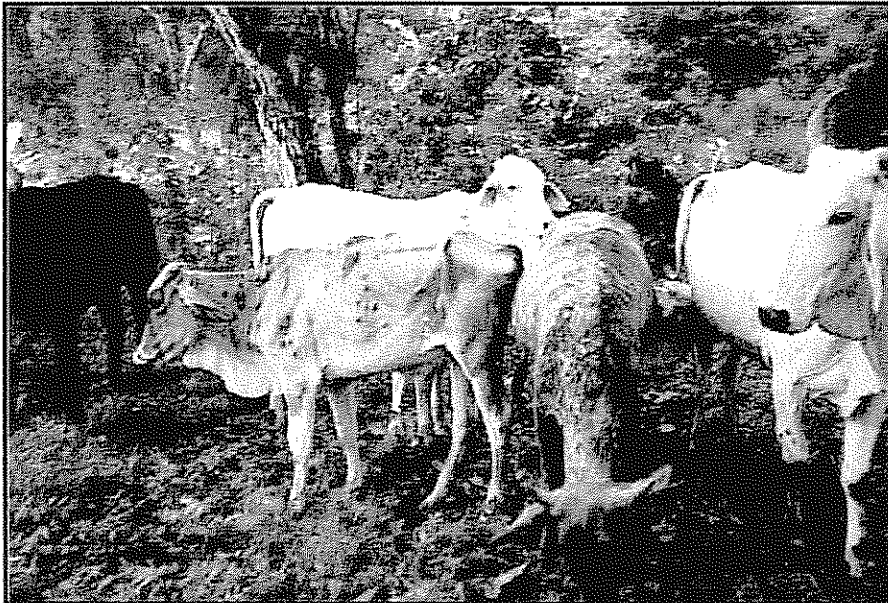
**Anexo 5.** Bosque ubicado en la zona alta de la Cuenca del Río San Félix.



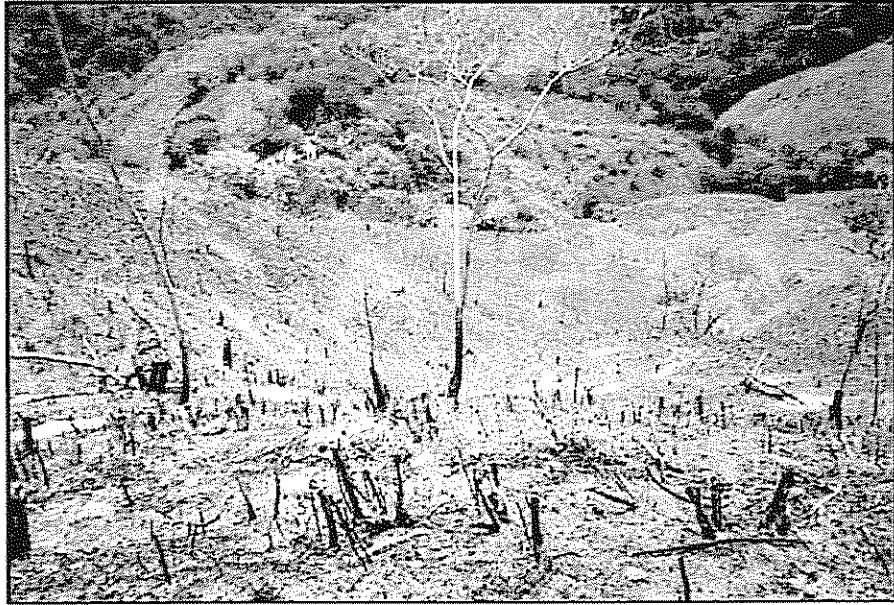
**Anexo 6.** Áreas cubiertas por rastrojos en la Cuenca del Río San Félix.



**Anexo 7.** Áreas cubiertas por pastos naturales en zonas montañosas de la Cuenca del Río San Félix.



**Anexo 8.** Cría de ganado en la Cuenca del Río San Félix. Nótese la gran cantidad de parásitos cutáneos llamados comúnmente tórsalos (*Dermatobia hominis*).



**Anexo 9.** Preparación del terreno para la primera siembra. Los residuos de las cosechas y vegetación remanente son cortados y quemados durante la estación seca.



**Anexo 10.** Siembra de maíz en asocio con arroz en la parte baja y media de la Cuenca del Río San Félix.



**Anexo 11.** Maíz de postrera, sembrado al voleo y sin el control de malezas en rastrojos de la zona media y baja de la Cuenca del Río San Félix.



**Anexo 12.** Maíz sembrado al voleo y sin control de malezas en la zona alta. Nótese la gran cantidad de material leñoso producto de la tala de bosques de edad avanzada.



**Anexo 13.** Poroto en asocio con maíz en la zona alta de la Cuenca del Río San Félix.

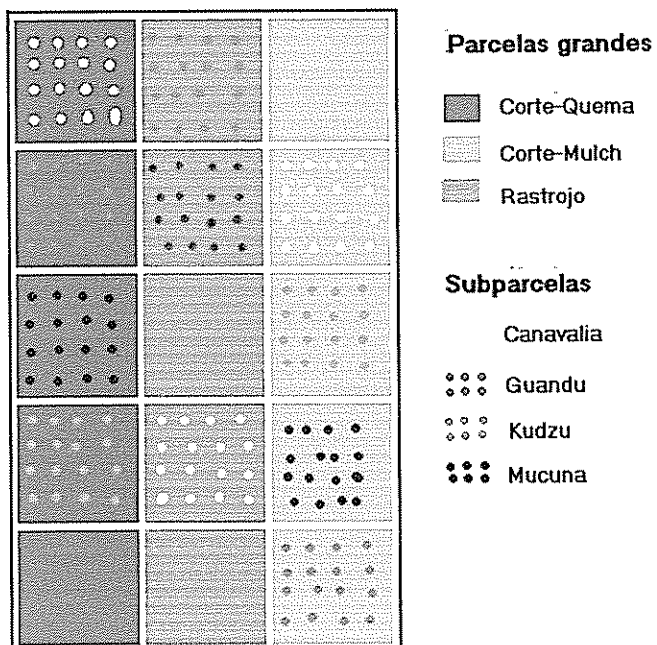


**Anexo 14.** Planta potabilizadora ubicada en la cuenca baja del Río San Félix.



Anexo 15.

Arreglo de las parcelas y subparcelas



Anexo 16. Establecimiento de las parcelas en campo. Cada subparcela fue delimitada con una cuerda de nylon.



**Anexo 17.** Marco de plástico de 1 m<sup>2</sup> con el que se midió la cobertura de leguminosas y se obtuvieron las muestras para medir biomasa total y biomasa de leguminosas.



**Anexo 18.** Análisis de aceptabilidad inicial con productores.

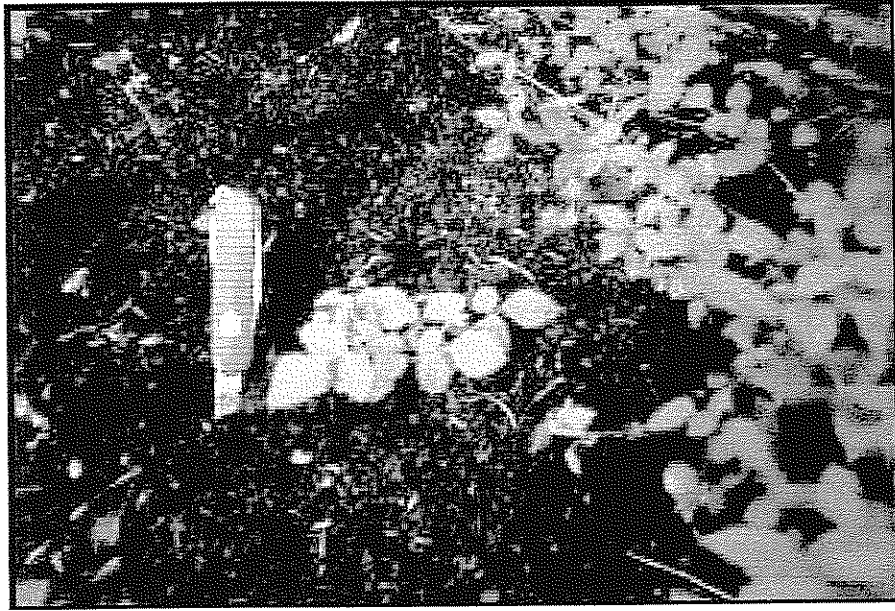


**Anexo 19.** Canavalia un mes después de la siembra.



**Anexo 20.** Guandú un mes después de la siembra.

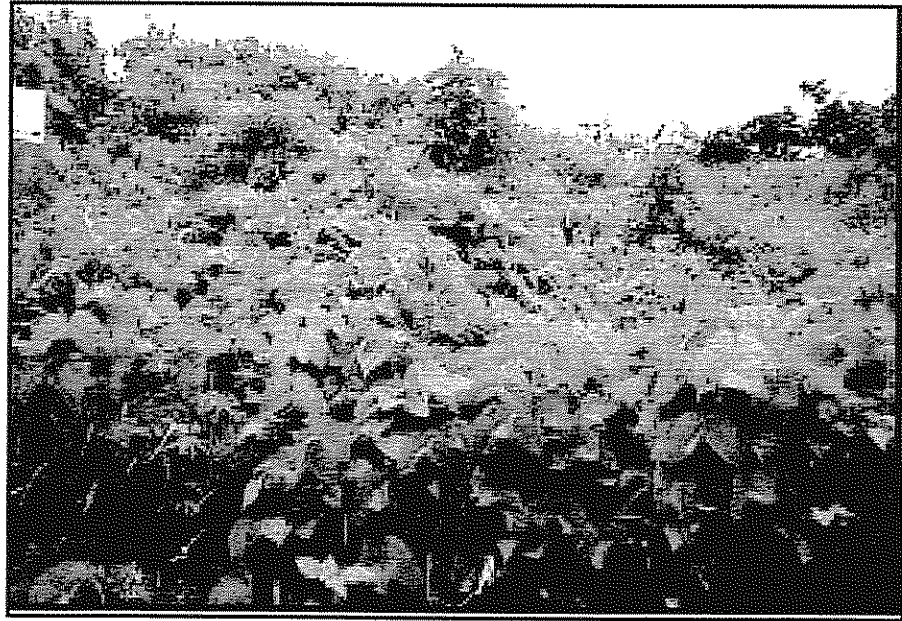




**Anexo 21.** Kudzú un mes después de la siembra.



**Anexo 22.** Mucuna un mes después de la siembra.



**Anexo 23.** Tratamiento dominado por la leguminosa (mucuna).



**Anexo 24.** Tratamiento dominado por malezas y vegetación de rastrojo.