

21621
3. Cor



BIBLIOTECA AGROPECUARIA
DE COLOMBIA

EVALUACION DE UN SISTEMA AGROFORESTAL EN CALLEJONES CON PRODUCTORES DE ECONOMIA CAMPESINA DEL PIEDEMONTA ARAUCANO Y CASANAREÑO

Alfonso Martínez Garnica ¹
Diego Aristizábal Quintero ²
Fernando García Rubio ³

Boletín de investigación N° 06

Villavicencio, Meta, Colombia

¹ I.A., M.Sc., Ph.D. Gerente Plan de agroforestería, Investigador principal CORPOICA Centro de Investigación La Libertad Villavicencio, Meta, Colombia. amartinez@corpoica.org.co

² I.A., M.Sc. Director CORPOICA Centro de Investigación Palmira, Palmira, Valle, Colombia. daristizabal@corpoica.org.co

³ J. Forestal, Investigador principiante CORPOICA Centro de Investigación La Libertad Villavicencio, Meta, Colombia. fgarciarubio@hotmail.com

Esta publicación se logró gracias a los recursos de cofinanciación del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología –PRONATTA- del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia y es un producto del proyecto “Apropiación de la tecnología de cultivos múltiples y en callejones en sistemas agroforestales por parte del pequeño productor del Piedemonte araucano y casanareño” ejecutado por CORPOICA C.I. La Libertad en el período 2001 - 2003 .

Autores

Martínez Garnica ., A.

Aristizábal Q., D.

García R., F.

ISBN: 978-958-97803-7-4

Código Único Interno: 34

Primera edición

Julio de 2006

Villavicencio, Meta, Colombia

Publicación: CORPOICA-PRONATTA

Boletín de Investigación No 6

Código : 02 01.06.08.32.06

Revisión técnica: I.A. M. Sc. Gloria Elena Navas Ríos. Investigadora CORPOICA.

Edición: MVZ M. Sc. César Augusto Jaramillo Salazar

Transferencia de Tecnología. CORPOICA C.I. La Libertad

Fotografías: Alfonso Martínez, Fernando García R., Carlos E. Santos, Nelson Polanco.

Tiraje: 1.000 ejemplares

Diseño: Mary Yaneth Rodríguez Villamizar

Impresión: Litografía La Bastilla Ltda.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen a los funcionarios del CRECED Arauca y Casanare y a los del Plan de Agroforestería de CORPOICA C.I. La Libertad, ya que sin su participación no hubiese sido posible llevar a cabo el presente trabajo de investigación.

Profesionales: Nelson Polanco, Belisario Volverás, Saúl Bernardo Aguiar y Oscar Mauricio Vargas.

Auxiliares de técnico: Carlos E. Santos N, Luis Felipe Rocha, Alejandro Castro, Arnaldo Cifuentes, Calixto Zambrano y Amalquio Bonilla.

Operarios: David Pardo, René Castellanos, Alberto Vidal, Álvaro Camargo, José Eusebio Atilúa, Enrique Colina, Jhonny Guarnizo, Antonio Guzmán.

Secretarías: Elizabeth González y Nelsy Gutiérrez.

Así mismo, agradecen a los doctores Rubiela Rincón y Mario Avellaneda, revisores del proyecto por parte del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria -PRONATTA del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

PRESENTACIÓN

La producción agropecuaria en el Piedemonte Llanero se desarrolla a partir de la explotación del predio por pequeños y medianos productores. Lo anterior plantea el reto a la investigación y transferencia de tecnología, de ofrecer alternativas tecnológicas de producción que hagan el proceso más integral, que permitan la explotación máxima de los recursos del predio y que a su vez se conserven o mejoren los recursos naturales. La agroforestería y las diversas técnicas de producción de cultivos, que optimizan el sistema, son una alternativa viable, económica, productiva y sostenible.

Los sistemas agroforestales en callejones fueron generados inicialmente en África y han tenido gran éxito en Asia, especialmente en Tailandia. Se aplican principalmente en economía campesina con el objeto de que la especie forestal actúe como abono verde por medio de las continuas podas que se le hacen, de tal manera que se mantenga la sostenibilidad del suelo y que el pequeño productor reduzca la dependencia de los abonos químicos.

CORPOICA inició trabajos en el sistema agroforestal con cultivos en callejones en los departamentos de Arauca y Casanare, en donde se propone que las especies propias de la economía campesina como: maíz, arroz, soya, frijol, yuca, entre otros, o asociaciones entre ellos, sean sembrados en franjas que se ubican entre surcos de especies forestales, como una tecnología para hacer más eficiente los recursos de la finca. En estos departamentos los productores de economía campesina, en general, no usan insumos externos a la finca, lo cual puede ocasionar pérdida de la fertilidad del suelo, por cuanto se siembra en repetidas ocasiones en un solo sitio sin reponer los fertilizantes extraídos por los cultivos, lo que hizo necesario evaluar la alternativa tecnológica propuesta.

Este proyecto se realizó gracias a la financiación del Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria –PRONATTA– del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y se constituye en un aporte tecnológico para los agricultores de la economía campesina del Piedemonte Llanero, especialmente.

JAIME TRIANA RESTREPO
Director CORPOICA C.I. La Libertad

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCIÓN	9
2. METODOLOGÍA	13
3. RESULTADOS	16
3.1 Evaluación de cultivares o variedades criollas y/o mejoradas de arroz, yuca, maíz y frijol aptas o potenciales para el establecimiento de cultivos múltiples con especies forestales, en Yopal, Casanare.	16
3.2 Evaluación de cultivares o variedades criollas y/o mejoradas de arroz, yuca, maíz y frijol aptas y potenciales para el establecimiento de cultivos múltiples con especies forestales en Tame, Arauca.	27
3.3 Evaluación de cultivares o variedades criollas y/o mejoradas de arroz, yuca, maíz y frijol aptas y potenciales para el establecimiento de cultivos múltiples con especies forestales en Arauquita, Arauca.	32
3.4 Análisis económico de los sistemas, Costos de producción de cultivos en monocultivo y asociados dentro del sistema Agroforestal.	37
3.5 Identificación y selección de árboles multipropósito nativos y/o introducidos para sistemas agroforestales.	39
3.6 Establecimiento de <i>arboretum</i> .	42
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	46
5. BIBLIOGRAFÍA	47

I. INTRODUCCIÓN

Los productores de economía campesina de Colombia tienen un sistema de manejo de sus fincas muy similar al de la agricultura migratoria del trópico húmedo, ya que dejan parte de sus fincas en descanso para restituir la fertilidad del suelo, para luego tumbar el barbecho y producir sobre la él cultivos alimenticios. La restitución de la fertilidad del suelo es dada por la biomasa producida por lo árboles y arbustos que constituyen el barbecho, los cuales extraen nutrientes minerales de las partes profundas del suelo para colocarlas sobre la superficie en forma de hojas y ramas, constituyéndose en un continuo reciclaje de nutrientes. Por otro lado, al disminuirse la temperatura del suelo favorece el crecimiento de la biofauna en éste, la sombra producida por los árboles controlan las malezas y disminuyen los procesos erosivos.

La economía campesina de los departamentos de Arauca y Casanare se caracteriza por la producción de alimentos con un mínimo uso de insumos externos a la finca, entre ellos los fertilizantes, por lo que fue necesario evaluar y transferir tecnologías que se adaptaran a esas formas de producción. Una técnica prometedora dentro de los sistemas de producción agroforestal es el sistema de cultivos en callejones. Los cultivos en callejones son arreglos en los cuales arbustos y/o árboles son sembrados formando hileras, repidos a distanciamientos constantes y los cultivos son sembrados entre las hileras de los árboles (Metzner, 1981; Kang et al., 1981).

Los árboles son podados frecuentemente y la biomasa es depositada en el área de los cultivos con la finalidad de adicionar nutrimentos al suelo y como una alternativa para controlar malezas. Si los árboles sembrados son especies leguminosas, el nitrógeno (N) es el principal elemento aportado por las podas (Kang et al., 1981).

Los cultivos en callejones son considerados como la técnica más versátil, efectiva y ampliamente adoptable (FAO, 1984), con base en los resultados obtenidos en los alfisoles y entisoles de Nigeria.

La investigación realizada por CORPOICA estuvo enfocada a resolver diferentes aspectos técnicos de los cultivos en callejones, dentro de los cuales se pueden mencionar:

- Selección de especies potenciales, adaptadas a condiciones de suelos ácidos e infértiles.



- Determinación de los rendimientos tanto de las podas y de nutrimentos.
- Caracterización de la tasa de descomposición y la mineralización de los nutrimentos.
- Cuantificación de los efectos de la adición de las podas sobre las propiedades químicas, biomasa de malezas y rendimiento de los cultivos anuales.

Entre los criterios para la selección del germoplasma forestal que puede ser utilizado en este sistema, se consideran los siguientes:

- Especies leguminosas que le aporten nutrientes al suelo como nitrógeno.
- Especies de fácil establecimiento y crecimiento que produzcan la mayor cantidad de biomasa vegetal.
- Sistema radicular profundo que no compita con los cultivos asociados, no ocasione daños mecánicos por volcamientos y extraiga la mayor cantidad de elementos minerales de las partes profundas del suelo.
- De fácil regeneración a las podas continuas y en lo posible, con una biomasa vegetal rica en nutrientes minerales que sirvan como abono verde a los cultivos comestibles asociados a ellas.

Salazar y Palm, (1987), recomiendan especies como: *Leucaena leucocephala*, *L. diversifolia*, *Cajanus cajan*, *Inga edulis*, *Erythrina sp.*, *Desmodium gyroides*, *Samanea saman*, *Gliricidia sepium*, *Albizia procera*, *Flemingia congesta*, *Acacia auriculiformis*.

La Tabla 1 muestra las cantidades promedio de nutrimentos contenidos en la biomasa provenientes de las podas de cuatro especies arbóreas, usadas en cultivos en callejones en la Amazonía peruana, en donde el cultivo que se sembró entre los árboles fue maíz. Se comprobó que estas especies pueden reciclar cantidades suficientes de calcio (Ca), magnesio (Mg) y nitrógeno (N), pero cantidades insuficientes de fósforo (P) y potasio (K).



Tabla 1 Cantidades promedio de nutrimentos contenidos en la biomasa proveniente de las podas de cuatro especies arbóreas usadas en cultivos en callejones Yurimaguas, Perú.

Forestal evaluado	Contenido de nutrimentos por poda kg/ha				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>Cassia reticulata</i>	562.3	72.2	235.6	37	25.6
<i>Glicirida septium</i>	425.3	64.5	267.1	37	22.8
<i>Erythrina sp.</i>	543.9	67.6	265.8	36	16.7
<i>Inga edulis</i>	367.7	62.5	234.7	24	15.4

Fuente: Guillen, 1995

Se ha establecido, tanto en trabajos de campo como en trabajos de laboratorio (Palm, 1988), que los residuos de las leguminosas con alto contenido de polifenoles solubles (hojas de *Inga edulis*) descomponen y mineralizan el nitrógeno (N) menos rápidamente que los materiales con bajo contenido de polifenoles solubles (hojas de *Erythrina sp.*). En general, la mineralización del P, K, Ca y Mg fue más rápida en las hojas de *Erythrina* (alta calidad) que en aquellas hojas de *Inga* o *Cajanus* (baja calidad).



Sistema agroforestal en callejones con matarratón y maíz.
 Autor: Carlos Eduardo Santos

Cuando no se fertilizó con fósforo (P) y potasio (K), la floración del maíz se retardó, las plantas fueron más bajas y los rendimientos se redujeron significativamente, indicando la gran importancia de la fertilización en estos suelos, ácidos y lixiviados. No hubo diferencias estadísticas significativas entre los cultivos en callejones y el testigo, en altura de planta y rendimiento, lo cual demuestra que las leguminosas aportan el nitrógeno requerido por el cultivo de maíz.

El Matarratón y la Leucaena tienen un porcentaje de sobrevivencia alto, mientras que el Guandul muestra un porcentaje de sobrevivencia bajo, factor que no permite recomendar el Guandul, para las condiciones edafoclimáticas dadas en estos sistemas de producción. En cultivos en callejones, no es necesario fertilizar con nitrógeno, reduciendo costos en compra, transporte y aplicación de fuentes nitrogenadas, y por ende evitando la contaminación ambiental.

En Colombia, y más exactamente en el departamento de Caldas, CORPOICA (Sánchez, 2000) demostró que las pasturas en callejones que involucran la siembra de forrajeras herbáceas entre las hileras de arbóreas o arbustivas, proporcionan a los animales mayor cantidad y calidad de forraje durante todo año, mejoran la calidad de suelo y reducen el riesgo a la erosión.

2. METODOLOGIA

El trabajo se inició se inició en el año 2000, en los municipios de Tame y Arauquita en el departamento de Arauca y en Yopal y Nunchía en el departamento de Casanare. En el Centro de Investigación La Libertad, municipio de Villavicencio, se implementó una muestra del sistema con fines didácticos.

Se establecieron callejones con especies forestales sembrados a 0.5 x 0.5 m en surco doble y entre dos surcos dobles contiguos se dejó una distancia de 8 m, lugar donde se sembraron los diferentes cultivos.



Figura 1. Modelo del sistema agroforestal

El diseño experimental empleado fue el de parcelas divididas, donde la parcela principal fueron las especies forestales y la subparcela los cultivos con tres repeticiones. Para el análisis estadístico se empleó la metodología utilizada por Ternes (1981) y Fargas (1979), en donde se convierten las diferentes unidades obtenidas en el campo (producción de raíces, granos y biomasa total) a una sola unidad.

Los cultivos sembrados en cada localidad fueron escogidos directamente por los productores de la zona. En las diferentes localidades se establecieron forestales o

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COLOMBIA



especies arbustivas como: Guandul (*Cajanus eritrin*), Matarratón (*Gliricidia sepium*), Guamo (*Inga sp.*), Bucare (*Eritrina fusca*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Acacia mangium y Cajeto (*Trichantera gigantea*).



Incorporación del material vegetal de los árboles en los callejones de los cultivos.

Autor: Carlos Eduardo Santos

Los cultivos sembrados en monocultivo o asociados en el municipio de Yopal escogidos por los productores de la parcelación Porfía, fueron:

- Yuca, variedad local y el cultivar Catumare, 10.000 plantas/ha en monocultivo y 5.000 plantas/ha asociada.
- Maíz, híbrido CORPOICA H-108 y la variedad local de maíz (parecida al Clavito), entre 40.000-50.000 plantas/ha en monocultivo y 20.000-25.000 plantas/ha asociado).
- Cauquí, variedad cabecita negra.



- Arroz, línea 30 con ciclo vegetativo de 90 días y Fortuna, el cual fue generado para la Costa Atlántica por CORPOICA con ciclo vegetativo de 120 días y es especial para pilón.
- Soya, Corpoica Orinoquia 3.
- Frijol, variedad Guarzo.

Los cultivos o sistemas de cultivos empleados en la vereda La Hormiga del municipio de Tame en Arauca fueron los siguientes: yuca, yuca + maíz, yuca + frijol, maíz, maíz + soya, maíz + frijol, frijol y soya. Se emplearon los siguientes cultivares:

- Yuca, cultivar Catumare, 10.000 plantas/ha en monocultivo y 5.000 plantas/ha asociada.
- Maíz, híbrido CORPOICA H-108, entre 40.000–50.000 plantas/ha en monocultivo y 20.000–25.000 plantas/ha asociado.
- Soya, Corpoica Orinoquia 3.
- Frijol, variedad Guarzo.

Los cultivos o sistemas de cultivos empleados en la vereda El Carretero del municipio de Arauquita fueron los siguientes: yuca, yuca + maíz, yuca + frijol, maíz, maíz + soya, maíz + frijol, frijol y soya. Se emplearon los siguientes cultivares:

- Yuca, cultivar Catumare, 10.000 plantas/ha en monocultivo y 5.000 plantas/ha asociada).
- Maíz, híbrido CORPOICA H-108 entre 40.000–50.000 plantas/ha en monocultivo y 20.000–25.000 plantas/ha asociado.
- Soya, Corpoica Orinoquia 3.
- Frijol, variedad Guarzo.

Para las localidades de Arauquita y Tame, la siembra de los materiales de soya y frijol tuvieron un pobre desempeño por la alta humedad relativa presente en las dos localidades, lo que ocasionó un ataque severo del hongo *Ascochita sp.*



3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Evaluación de cultivares o variedades criollas y/o mejoradas de arroz, yuca, maíz y frijol aptos o potenciales para el establecimiento de cultivos múltiples con especies forestales en Yopal, Casanare.

A los diferentes cultivos se les analizó la biomasa total, incluyendo los pesos secos de la parte productiva y tallos, hojas y raíces. En la Tabla 2 se aprecian los resultados obtenidos de los diferentes tratamientos, en donde por separado aparece la biomasa producida por cada cultivo, tanto en monocultivo como asociado.

Tabla 2 Promedio peso seco de la biomasa total en kg/ha de especies en monocultivo o asociadas potenciales para establecer sistemas agroforestales Yopal, Casanare.

Tratamiento		Promedio Kg/ha
Yuca		12,32
Maíz		3,59
Caupí		3,44
Arroz Línea 30		7,3
Soya Orinoquia 3		4,4
Yuca + Frijol	Yuca	5,47
	Frijol	1,86
Yuca + Maíz	Yuca	4,83
	Maíz	1,75
Frijol + Maíz	Frijol	100,69
	Maíz	1,63
Yuca + Arroz	Yuca	4,5
	Arroz	3,78
Maíz + Yuca Reg.	Maíz	2,3
	Yuca	3,68
Arroz Fortuna		7,42

El cultivo de la yuca es el que mayor cantidad de biomasa seca produce por hectárea y por lo tanto, es el que mayor cantidad de nutrientes del suelo extrae para producir dicha biomasa, en contraste con el caupí y la soya que producen la menor cantidad.

Cuando se asoció la yuca con el frijol se presentó una reducción en la producción de la biomasa de la yuca en 55.6%; cuando se asoció con maíz la reducción fue de 60.8% y cuando se asoció con arroz la reducción fue del 66.4%. Es decir, que la competencia para la yuca en asocio con otros cultivos es mayor con arroz, seguido por el maíz y el frijol, respectivamente. Cuando se asoció el maíz con la yuca, ocurrió una reducción en la producción de la biomasa del maíz en 51.2% y cuando se asoció con frijol, contrariamente a lo que se esperaba, la reducción fue del 54.6%. En conclusión la yuca responde mejor a la asociación con frijol que cuando este último se asocia con maíz, Tabla 2.



Cultivos en callejones con árboles maderables

Autor: Fernando García Rubio

En la Tabla 3 se observan los resultados de la biomasa total de los diferentes tratamientos, en donde se hizo la sumatoria de la biomasa total producida por los dos cultivos, en todos los tratamientos evaluados.

Tabla 3. Peso seco de la biomasa total consolidado en kg/ha. Yopal, Casanare.

Tratamiento		Promedio Kg/ha
Yuca		12,32
Maíz		3,59
Caupí		3,44
Arroz Línea 30		7,3
Soya Orinoco 3		4,4
Yuca + Frijol	Yuca	5,43
	Frijol	1,86
Yuca + Maíz	Yuca	4,83
	Maíz	1,75
Frijol + Maíz	Frijol	100,69
	Maíz	3,63
Yuca + Arroz	Yuca	4,5
	Arroz	3,79
Maíz + Yuca Reg.	Maíz	3,3
	Yuca	3,68
Arroz Fortuna		7,42

El primer análisis que se realizó fue la conversión de la biomasa total en energía, teniendo en cuenta que 1 gramo de materia seca es equivalente a 4000 calorías. Su objetivo fue determinar la eficiencia de los diferentes cultivos o asocio de cultivos para aprovechar los factores ecológicos, como: energía solar, precipitación, nutrientes del suelo, dióxido de carbono, temperatura, etc., presentes en los respectivos períodos vegetativos y determinar su uso en la alimentación animal y humana. La Tabla 4 muestra los resultados de la cantidad de energía total contenida en los diferentes tratamientos y por forestal evaluado.

Tabla 4. Promedios de energía de la biomasa total por forestal. Calorías por 10⁶ Yopal, Casanare.

Forestal	Yuca	Maíz	Caupi	Arroz, Línea 30	Soya	Yuca + Frijol	Yuca + Maíz	Frijol + Maíz	Yuca + Arroz	Maíz + Yuca	Arroz
Mimarrón (<i>Glicida Septium</i>)	513,0	139,3	122,0	302,7	173,3	309,3	269,0	138,7	331,7	194,7	290,3
Guandul (<i>Calamus Fistula</i>)	484,7	137,3	150,7	304,7	173,3	304,7	260,7	127,3	328,0	275,7	293,0
Cajeto (<i>Trichanema Gigantica</i>)	510,0	150,0	140,3	278,7	176,0	268,3	268,0	117,0	302,0	241,7	391,0
Promedio	502,6	142,2	137,7	295,3	174,2	294,1	265,9	127,7	320,6	237,3	294,8

Al analizar estadísticamente los anteriores resultados, se encontró que no se presentaron diferencias significativas en la producción de energía por los cultivos entre las tres diferentes especies forestales evaluadas. Se encontraron diferencias significativas en las subparcelas, o sea, entre los diferentes tratamientos de cultivos o asocio de éstos, ubicados entre los forestales.

En los cultivos o grupo de cultivos asociados evaluados para las condiciones ecológicas de Yopal, la yuca es el más eficiente como productor de energía en la biomasa total. No se presentó diferencias significativas entre los sistemas yuca + arroz, arroz línea 30, arroz fortuna, yuca + frijol y yuca + maíz. El sistema menos efectivo fue el de maíz y frijol, Tabla 5.



Tabla 9 Energía de la biomasa total. Calorías por 10⁴ Yopal, Casanare.

Tratamiento	Promedio
Yuca	502.5 a
Yuca + Arroz	320.8 b
Arroz Línea 30	295.3 b
Arroz Fortuna	294.8 b
Yuca + Frijol	294.1 b
Yuca + Maíz	265.9 b
Yuca Regional + Maíz Regional	237.3 bc
Soya	174.2 c
Maíz	142.2 c
Caupí	137.7 c
Frijol + maíz	127.7 c

^a Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según prueba de Tukey (p<0.05).

Una vez se determinó la eficiencia de cada cultivo o sistema en términos de la energía producida por la biomasa total, se trabajó la biomasa productiva, es decir, raíces de yuca y granos de maíz, frijol, caupí, arroz y soya. La Tabla 6 presenta la producción de la biomasa fresca de cada uno de los cultivos o sistemas evaluados

Tabla 6 Promedio de producción de granos y raíces por hectárea. Biomasa fresca (kg/ha) Yopal, Casanare 2005

Tratamiento	Promedio	
Yuca raíces total	17.42	
Maíz	2.01	
Caupí	1.55	
Arroz Línea 30	4.61	
Soya Orinoquía 3	2.12	
Yuca + Frijol	Y	7.74
	I	635.72
Yuca + Maíz	Y	6.83
	M	605.25
Frijol + Maíz	F	726.2
	M	369.73
Yuca + Arroz	Y	6.33
	A	2.37
Maíz + Yuca-Reg.	M	8.55
	Y	5.21
Arroz Fortuna		4.75



La biomasa fresca de la producción de los cultivos se convirtió a biomasa seca, secando raíces y granos a 70°C durante 48 a 72 horas. Los resultados obtenidos se aprecian en la Tabla 7.

Tabla 7. Promedio de la producción biomasa seca de granos y raíces. Total en kg/ha. Yopal, Casanare, 2003.

Tratamiento		Promedio
Yuca raíces total		6,04
Maíz		1,65
Caupí		95,95
Arroz Línea 30		3,86
Soya Orinoquia 3		1,65
Yuca + Frijol	Y	2,77
	F	698,4
Yuca + Maíz	Y	2,43
	M	792
Frijol + Maíz	F	632,4
	M	588,01
Yuca + Arroz	Y	2,28
	A	2
Maíz + Yuca Reg.	M	684,5
	Y	1,87
Arroz Fortuna		3,9

Como estos trabajos de investigación se realizaron con productores de economía campesina, fue necesario determinar la cantidad de proteína producida por los diferentes tratamientos, así como la cantidad de carbohidratos en caso de que se quieran utilizar en la alimentación humana o animal y determinar el área de cada tratamiento para alimentar un número específico de animales o personas. Para eso se determinó el contenido de carbohidratos, proteínas y grasas presentes en la parte comestible de los diferentes cultivos evaluados cuyos resultados se aprecian en la Tabla 8.



Tabla 8. Composición de la materia seca en la porción alimentaria de algunos cultivos

Cultivo	Proteína	Carbohidratos	Grasas
	%	%	%
Yuca	2,5	88,3	0,9
Maíz	11,3	80,87	4,70
Caupí	25,0	57,0	1,3
Arroz	7,2	79,7	0,6
Soya	36,5	30,2	19,9
Frijol	26,0	58,0	1,8

Teniendo en cuenta la anterior Tabla se procedió a convertir la parte alimenticia de los diferentes tratamientos en producción de proteína, información que se presenta en la tabla 9.

Tabla 9. Promedio de la proteína producida por sistema en la parte comestible (kg/ha) Yopal, Casanare

FORESTAL	Yuca	Maíz	Caupí	Arroz Línea 30	Soya	Yuca + Frijol	Yuca + Maíz	Frijol + Maíz	Yuca + Arroz	Maíz + Yuca	Arroz
Matacratón (<i>Clivicula Sepium</i>)	162,3	187,3	270,3	287,7	593,0	267,7	154,0	279,0	193,7	120,3	275,0
Guandul (<i>Cajanus cristatus</i>)	143,3	176,3	353,0	290,3	607,7	249,7	140,0	236,7	195,7	122,3	278,7
Cajeto (<i>Wichanera gigantea</i>)	161,7	192,7	304,0	265,0	608,0	220,0	156,0	227,3	208,0	127,3	286,7
Promedio	155,8	185,4	309,1	281,0	602,9	245,8	150,0	254,3	199,1	123,3	280,1

Una vez determinada la cantidad de proteína producida se realizó el respectivo análisis de varianza. No se presentaron diferencias significativas entre parcelas (forestales) pero sí entre subparcelas (cultivos) por lo que se hizo la correspondiente prueba de Tukey (p:0,05), Tabla 10.



Tabla 10. Análisis de la proteína producida por sistema en la parte comestible por cultivo o asocio de cultivos (kg/ha). Yopal, Casanare.

Tratamiento	Promedio*
Soya	602.9 a
Caupí	309.2 b
Arroz Línea 30	281.0 bc
Arroz Fortuna	280.1 bc
Frijol + Maíz	254.3 cd
Frijol + yuca	245.8 de
Arroz + yuca	199.1 ef
Maíz	185.4 fg
Yuca	155.8 g
Maíz + yuca	150.0
Maíz Regional + Yuca Regional	123.3 h

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey (p<0.05)

La soya fue el cultivo que mayor cantidad de proteína produjo por hectárea (602.9 kg/ha), seguida por el caupí, aunque hay diferencias significativas entre los dos cultivos. Es interesante resaltar el comportamiento de las dos variedades de arroz evaluadas en la producción de proteínas y carbohidratos. En el asocio de cultivos, el frijol y el maíz, fueron los que más cantidad de proteína produjeron y contrario a lo esperado con las asociaciones, la yuca y el maíz regional produjeron la menor cantidad de proteína, Tabla 10.

Se realizó igualmente el análisis de la cantidad de carbohidratos producidos por tratamiento los que se presentan en la Tabla 11.

Tabla 11. Promedio de los carbohidratos producidos por sistema (kg/ha) Yopal, Casanare.

FORESTAL	Yuca	Maíz	Caupí	Arroz Línea 30	Soya	Yuca + Frijol	Yuca + Maíz	Frijol + Maíz	Yuca + Arroz	Maíz + Yuca	Arroz
Matarratón (Gliricidia sepium)	5,7	1,3	616,3	3,2	490,3	3,0	3,0	321,2	3,6	2,2	3,0
Guandú (Cajanus cajan)	5,1	1,3	806,3	3,2	502,3	2,8	2,6	617,4	3,4	2,2	3,2
Cajeta (Crotalaria retusa)	5,7	1,4	728,7	2,6	502,7	2,8	2,8	319,7	3,8	2,2	3,1
Promedio	5,5	1,3	716,8	3,0	498,4	2,9	2,8	419,4	3,6	2,2	3,1



Con la anterior Tabla se hicieron los correspondientes análisis estadísticos presentados en la Tabla 12.

Tabla 12 Análisis de la cantidad de carbohidratos producidos por sistema en la parte comestible (kg/ha). Yopal, Casanare

Tratamiento	Promedio*
Yuca	5.499 a
Yuca + arroz L. 30	3.384 b
Arroz fortuna	3.095 bc
Arroz L. 30	2.999 c
Yuca + frijol	2.870 cd
Yuca + maíz	2.812 d
Yuca + maíz regional	2.168 d
Maíz	1.328 e
Frijol + maíz	1.063 ef
Caupi	718 f
Soya	498 f

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey (p<0.05)

La principal fuente de carbohidratos de los monocultivos y asociaciones de cultivos evaluados fue la yuca (5.499 kg/ha) y los menores aportes lo hacen la soya y el caupí. Tabla 12.

Una vez hecho el anterior análisis se determinó la cantidad de energía producida por la parte comestible de los diferentes tratamientos evaluados, con el fin de determinar el valor alimenticio de cada uno de los cultivos o sistemas de cultivos evaluados, Tabla 13.

Tabla 13 Energía contenida en la proteína, carbohidratos y grasas de la parte comestible de los cultivos evaluados (Mcal/t o cal/g).

Cultivo	Proteína	Carbohidratos	Grasas
Yuca	2780	4030	8370
Maíz	2730	4030	8370
Soya	2790	4030	837
Arroz	2740	4030	8370
Frijol/Caupí	2780	4030	8370

De acuerdo con la Tabla 13 se hizo la conversión a calorías para los diferentes tratamientos evaluados, Tabla 14.

Tabla 14: Promedio de la producción de calorías totales de la biomasa comestible por cultivo o sistema de asocio y en los diferentes forestales (Mcal x 10³/ha.) Yopal, Casanare.

FORESTAL	Yuca	Maíz	Caupí	Arroz Linea 30	Soya	Yuca + Frijol	Yuca + Maíz	Frijol + Maíz	Yuca + Arroz	Maíz + Yuca	Arroz
Mataratón (<i>Glicida Sepium</i>)	240,3	77,7	33,7	137,7	63,0	128,0	125,3	57,7	155,3	94,7	130,0
Guandul (<i>Cajanus crotin</i>)	212,7	62,0	44,3	139,3	64,3	125,0	115,0	53,3	152,0	93,7	137,0
Cajeto (<i>Trichanera gigantea</i>)	240,0	68,3	39,3	127,7	66,0	122,0	128,7	49,0	160,3	96,3	136,3
Promedio	231,0	69,3	39,1	134,9	64,4	125,0	123,0	53,3	155,9	94,9	134,4

No se encontraron diferencias significativas entre bloques y parcelas. Es decir no hubo efecto del forestal evaluado sobre el rendimiento de los cultivos en él. Para la subparcela, se presentaron diferencias significativas o sea que el comportamiento de los cultivos o asocio de cultivos fue diferencial, Tabla 15.

Tabla 15: Análisis de la cantidad de energía producida por sistema en la parte comestible (Mcal x 10³/ha) Yopal, Casanare.

Tratamiento	Promedio*
Yuca	231 a
Yuca + arroz L. 30	156 b
Arroz fortuna	134 c
Arroz L. 30	135 bc
Yuca + frijol	125 cd
Yuca + maíz	123 d
Yuca + maíz regional	95 e
Maíz	69 ef
Frijol + maíz	64 fg
Caupí	53 g
Soya	39 g

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey (p < 0,05)

El cultivo que produce la mayor cantidad de calorías en la parte comestible es la yuca, seguida por el asocio yuca y arroz línea 30, por el monocultivo de arroz línea 30 y



por el monocultivo del arroz variedad Fortuna. Los de menor comportamiento fueron el asocio frijol maíz y el monocultivo de caupí, Tabla 15.

Se analizó igualmente la eficiencia de la energía alimenticia cosechada, o sea la relación entre la energía contenida en la parte comestible de cada cultivo o sistema y la energía de la biomasa total. Para esto se realizó el siguiente cálculo.

$$\text{Eficiencia de la energía cosechada: } \frac{\text{energía de la biomasa productiva}}{\text{energía de la biomasa total}} \times 100$$

Los resultados obtenidos para este parámetro por cultivo o sistema y en cada sistema forestal son presentados en la Tabla 16.

Tabla 16. Promedio de la eficiencia de la energía alimenticia cosechada por monocultivo o asocio de cultivos (%). Yopal, Casanare, 2003.

Forestal	Yuca	Maíz	Caupí	Arroz Línea 30	Soya	Yuca + Frijol	Yuca + Maíz	Frijol + Maíz	Yuca + Arroz	Maíz + Yuca	Arroz
Mataratón	48,0	45,3	27,3	56,0	36,3	41,0	45,7	41,7	47,3	48,7	45,0
Guandul	44,0	45,3	29,0	43,7	37,3	41,0	44,0	41,7	46,3	33,7	47,0
Cajeto	47,3	45,7	28,3	46,0	37,7	45,7	48,3	42,0	48,7	38,3	45,7
Promedio	46,4	45,4	28,2	48,6	37,1	42,6	46,0	41,8	47,4	40,2	45,9

No se presentaron diferencias significativas entre bloques y parcelas lo cual significa que para este parámetro no hubo efecto del forestal evaluado sobre el rendimiento de los cultivos. En la subparcela, si se presentaron diferencias significativas, o sea que el comportamiento de los cultivos o asocio de cultivos fue diferente, Tabla 17.

Tabla 17. Análisis de la cantidad de energía producida por sistema en la parte comestible (Mcal x 10³/ha). Yopal, Casanare.

Tratamiento	Promedio*
Arroz Línea 30	49 a
Yuca + arroz	47 a
Arroz Fortuna	46 a
Yuca + maíz	46 a
Yuca	46 a
Maíz	45 a
Yuca + frijol	43 a
Frijol + maíz	42 a
Maíz + yuca regional	40 a
Soya	37 b
Caupí	28 b

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según prueba de Tukey (p<0,05)



De las evaluaciones realizadas en el municipio de Yopal se puede concluir:

- El sistema o cultivo que produce la mayor cantidad de energía en la biomasa total fue la yuca con 502.5×10^8 cal/ha, seguida por los sistemas yuca+arroz, arroz línea 30, arroz fortuna, yuca+frijol y yuca+maíz con 320.8, 295.3, 294.8, 294.1 y 265.9×10^8 cal/ha, respectivamente. El tratamiento que produjo la menor cantidad fue frijol+maíz con 127.7×10^8 cal/ha.
- La mejor fuente de proteína para los agricultores fue la soya con 602.9 kg/ha, seguida por caupí con 309.2 kg/ha, habiendo diferencias significativas entre estos dos cultivos. El sistema que produjo menor cantidad de proteína para las condiciones de la zona fue maíz regional+yuca regional con 123.3 kg/ha.
- La mejor fuente de carbohidratos fue la yuca con 5.499 kg/ha, seguida por el sistema yuca+arroz línea 30 con 3.594 kg/ha. Los cultivos o sistemas que menos carbohidratos produjeron fueron el caupí y la soya con 718 y 498 kg/ha, respectivamente.
- En cuanto a la energía producida por los carbohidratos, proteínas y grasas contenida en las diferentes especies evaluadas, la yuca fue la que mayor cantidad de energía produjo con 231 Mcal $\times 10^5$ /ha, seguida por el sistema yuca+arroz línea 30 con 156 Mcal $\times 10^5$ /ha. El cultivo con menor cantidad de energía producida fue el caupí con Mcal $\times 10^5$ /ha.
- En dos años de evaluación no hubo diferencias significativas entre la producción de los diferentes parámetros evaluados para los forestales utilizados en Yopal.

3.2 Evaluación de cultivares o variedades criollas y/o mejoradas de arroz, yuca, maíz y frijol aptas y potenciales para el establecimiento de cultivos múltiples con especies forestales en Tame, Arauca.

En la localidad de La Hormiga en el municipio de Tame (Arauca), se establecieron los siguientes cultivos y sistemas de producción: frijol (variedad Guarzo), yuca (Catumare), soya (Corpoica Orinoquia 3) y maíz (Híbrido Corpoica H-108).

En la Tabla 18, tal como se hizo en la localidad de Yopal, inicialmente se presentan los resultados de la producción de biomasa fresca y seca para los diferentes cultivos o sistemas evaluados en la vereda la Hormiga, Tame (Arauca).

Tabla 18 Promedio de la producción de biomasa fresca kg/ha, La Hormiga, Tame, Arauca.

Forestal	Frijol	Yuca	Maíz	Yuca + Frijol	Maíz + Frijol	Soya	Yuca + Maíz	Soya + maíz				
Matacarrón	252,9	32833,3	2916,7	22666,7	215,6	2187,7	206,3	304,3	18500,0	2812,7	179,3	2187,7
Nacedero	297,3	22650,0	3958,3	22316,7	247,3	2604,3	259,3	232,3	13683,3	3125,0	188,0	3021,0
Guandul	261,7	24333,3	4583,7	19100,0	217,0	3646,0	237,0	224,7	21000,0	3854,3	200,9	4166,7
Acacia m.	280,3	17333,3	2917,0	26833,3	206,7	2604,3	232,7	268,2	14466,7	2633,3	180,9	2833,3
PROMEDIO	273,1	24287,5	3593,9	22729,2	221,7	2760,6	233,8	257,4	16912,5	3106,3	187,3	3052,2

Las muestras de los anteriores cultivos o sistemas de producción se secaron en un horno a 70°C hasta obtener peso seco y se calculó el peso de la biomasa seca total reportadas en la Tabla 19.

Tabla 19 Promedio de peso seco de biomasa total kg/ha, La Hormiga, Tame, Arauca.

Forestal	Frijol	Yuca	Maíz	Yuca + Frijol	Maíz + Frijol	Soya	Yuca + Maíz	Soya + maíz				
Matacarrón	549,7	25081,0	5034,3	18361,3	472,0	3362,0	456,3	665,3	15947,3	5284,0	392,7	3362,3
Nacedero	647,0	22828,7	7284,3	19919,3	541,0	4002,3	573,0	508,0	11563,3	5870,3	411,3	4641,7
Guandul	569,0	23689,3	8435,7	14866,3	474,7	5603,7	523,3	491,0	15782,3	7240,7	438,7	6404,0
Acacia m.	609,3	12155,3	5367,7	16385,0	451,7	3881,7	514,3	586,3	10027,0	4946,7	395,0	4355,0
PROMEDIO	593,8	20938,6	6530,5	17383,0	484,8	4212,4	516,8	562,7	13330,0	5835,4	409,4	4690,8

Posteriormente, siguiendo la misma metodología que se empleó en la localidad de Yopal se calculó por sistema y cultivo establecido en la localidad de Tame, Arauca, la cantidad de energía contenida en la biomasa total seca producida, Tabla 20.

BIBLIOTECA AGRICOLA LOCALIDAD DE COLOMBIA

Tabla 20. Promedio de la energía de la biomasa total calorías* 10⁸. La Hormiga, Tame, Arauca.

Forestal	Frijol	Yuca	Maíz	Yuca + Frijol	Maíz + Frijol	Soya	Yuca + Maíz	Soya + maíz
Mameyutón	22,3	1003,3	214,7	753,0	452,7	26,7	849,0	150,3
Nacedero	25,7	913,0	291,3	805,0	182,7	20,3	697,3	202,0
Guandú	22,7	947,7	337,3	613,3	245,0	19,3	920,3	273,3
Acacia m.	24,3	486,3	214,7	673,3	176,0	23,3	599,0	190,0
PROMEDIO	23,8	837,6	264,5	711,2	189,1	22,4	766,4	203,9

No se observaron diferencias significativas entre los callejones formados por las diferentes especies forestales, pero sí entre los cultivos o sistemas de cultivos. En la Tabla 21 aparecen los resultados analizados por medio de una prueba de Tukey (p:0.05).

Tabla 21. Energía de la biomasa total. Calorías por 10⁸. La Hormiga, Tame, Arauca.

Tratamiento	Promedio*
Yuca	838 a
Yuca + Maíz	766 b
Yuca + Frijol	711 b
Maíz	265 c
Maíz + Soya	204 d
Maíz + Frijol	189 d
Frijol	24 e
Soya	22 e

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey (p:0.05)

La yuca fue el cultivo que aprovechó más eficientemente la oferta del medio ambiente, tal como ocurrió en la localidad de Yopal, pero en esta localidad fue la soya la menos eficiente, debido a que fue seriamente afectada por hongos, al igual que el frijol.

En la Tabla 22 se aprecia la producción de la biomasa fresca de la parte productiva por hectárea de los diferentes cultivos y sistemas por cultivos.



Tabla 22. Promedio de la producción de biomasa fresca de la parte productiva (kg/ha). La Hormiga, Tame, Arauca.

Forestal	Frijol	Yuca	Maíz	Yuca + Frijol	Maíz + Frijol	Soya	Yuca + Maíz	Soya + maíz				
Matarratón	252,9	32833,3	2916,7	22666,7	215,6	2187,7	206,3	304,3	18500,0	2812,7	179,3	2187,7
Nacedero	297,3	22650,0	1958,3	22316,7	247,3	2604,3	259,3	232,3	13683,3	3125,0	188,0	3021,0
Guandul	261,7	24333,3	4563,7	19100,0	217,0	3646,0	237,0	224,7	21000,0	3854,3	200,9	4166,7
Acacia m.	280,3	17133,3	2917,0	26833,3	206,7	2604,3	232,7	268,2	14466,7	2633,3	180,9	2833,3
PROMEDIO	273,1	24287,3	3393,9	22729,2	221,7	2760,6	233,8	257,4	16912,5	3106,3	187,3	3052,2

Si siguiendo la misma metodología usada en Yopal, en la Tabla 23 se aprecia la biomasa seca de la parte productiva de los forestales establecidos en la localidad de Tame, Arauca.

Tabla 23. Promedio de la producción de biomasa seca de la parte productiva (kg/ha). La Hormiga, Tame, Arauca.

Forestal	Frijol	Yuca	Maíz	Yuca + Frijol	Maíz + Frijol	Soya	Yuca + Maíz	Soya + maíz				
Matarratón	207,3	11754,3	2479,3	8114,7	177,0	1859,7	169,3	249,7	5623,0	2391,0	147,3	1859,7
Nacedero	244,0	8108,7	3364,7	7989,3	203,0	2213,7	212,7	190,7	4898,7	2656,3	154,3	2567,7
Guandul	214,7	8711,3	3896,3	6837,7	178,0	3099,3	194,3	184,3	7518,0	3276,3	164,7	3542,0
Acacia m.	230,0	6205,3	2479,3	9606,3	169,3	2147,0	191,0	220,0	5178,7	2238,3	148,3	2408,7
PROMEDIO	224,0	8694,9	3054,9	8137,0	181,8	2329,9	191,8	211,2	5804,6	2640,5	153,7	2594,5

Con la misma metodología empleada para Yopal, se analizó la producción de proteínas, carbohidratos y la producción de energía contenida en proteínas, carbohidratos y grasas. La Tabla 24 reporta la producción de proteína por cultivo y sistema para la localidad de La Hormiga, Tame (Arauca).

Tabla 24. Promedio de la proteína por sistema en la parte comestible (kg/ha). La Hormiga, Tame, Arauca.

Forestal	Frijol	Yuca	Maíz	Yuca + Frijol	Maíz + Frijol	Soya	Yuca + Maíz	Soya + maíz
Matarratón	294,0	280,0	249,3	254,0	91,3	435,7	264,0	1922,3
Nacedero	203,0	380,0	252,7	305,3	69,7	422,7	346,3	2043,0
Guandul	56,0	218,0	440,0	217,3	400,7	67,0	558,0	460,0
Acacia m.	59,7	155,0	280,0	284,0	292,7	80,0	382,3	326,0
PROMEDIO	153,2	258,3	305,5	265,2	213,6	251,3	387,7	1187,8

No se presentaron diferencias significativas para la parcela mayor (forestales), pero sí para los tratamientos que corresponden a los cultivos y sistemas, consignados en la Tabla 25.

Tabla 15. Análisis de la proteína producida por sistema en la parte comestible por cultivo o asocio de cultivos (kg/ha). La Hormiga, Tame, Arauca.

Tratamiento	Promedio*
Maíz + yuca	450 a
Soya + maíz	349 a
Maíz	345 a
Maíz + frijol	313 a
Frijol + yuca	251 b
Yuca	218 b
Soya	77 c
Frijol	58 c

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey (p 0.05)

Contrariamente a lo ocurrido en la localidad de Yopal, en donde las leguminosas fueron los cultivos de mayor producción en proteína, la soya y el frijol presentaron la menor producción de proteínas debido al ataque de *Ascochita sp.* Los sistemas que más proteína produjeron en la localidad de Tame (Arauca) fueron: maíz+yuca; soya+maíz; maíz y maíz frijol, no existiendo diferencias significativas entre estos sistemas o cultivos.

La producción de carbohidratos producidos por los diferentes cultivos o sistemas en la localidad de Tame (Arauca) es reportada en la Tabla 26.

Tabla 26. Promedio de los Carbohidratos por sistema en la parte comestible (kg/ha). La Hormiga, Tame, Arauca

Forestal	Frijol	Yuca	Maiz	Yuca + Frijol	Maiz + Frijol	Soya	Yuca + Maiz	Soya + maiz
Matarratón	120,3	10379,0	2005,0	7267,7	1602,3	75,3	7781,3	1548,7
Nacedero	141,3	7160,0	2721,0	7272,0	1913,7	57,7	6473,7	2123,3
Guandul	124,3	7692,0	3154,3	6140,3	2619,3	55,7	9288,3	2914,7
Acacia m.	133,3	5479,3	2005,3	8580,7	1847,7	68,7	6382,3	1992,7
PROMEDIO	129,8	7677,6	2471,4	7315,2	1995,8	63,8	7481,4	2144,8

No se presentaron diferencias significativas entre parcelas, pero sí entre tratamientos por lo que se hizo la correspondiente prueba de Tukey, la cual aparece en la Tabla 27.

Tabla #7. Análisis de la cantidad de carbohidratos producidos por sistema en la parte comestible (kg/ha) La Hormiga, Tame, Arauca.

Tratamiento	Promedio*
Yuca	7678 a
Yuca + maíz	7481 a
Yuca + frijol	7290 a
Maíz	2471 b
Maíz + soya	2145 b
Maíz + frijol	1996 b
Frijol	130 c
Soya	64 c

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según prueba de Tukey (p < 0,05)

Tal como ocurrió en la localidad de Yopal, el cultivo de la yuca presentó la mayor cantidad de carbohidratos pero no hubo diferencias significativas con los sistemas yuca + maíz y yuca+frijol. Los cultivos para esta localidad que presentaron los menores valores, al igual que para Yopal, fueron las leguminosas frijol y soya.

De la evaluación realizada en la zona de La Hormiga, en el municipio de Tame, se puede concluir:

- El sistema o cultivo que produjo la mayor cantidad de energía en la biomasa total fue la Yuca con 858 x 108 cal/ha, seguida por los sistemas yuca+maíz y yuca+frijol con 766 y 711 x 108 cal/ha, respectivamente. El peor tratamiento fue frijol y soya con 24 y 22 x 108 cal/ha. Es importante analizar que en la Hormiga, la yuca produjo un 66% más de calorías en la biomasa total que en la localidad de Yopal.
- La mayor fuente de proteína la presentó el sistema maíz + yuca con 450 kg/ha seguida por el sistema soya + maíz, maíz y frijol+ maíz con 349, 345 y 313 kg/ha, respectivamente. El sistema que produjo menor cantidad de proteína fueron soya y frijol con 77 y 55 kg/ha, respectivamente.
- La mejor fuente de carbohidratos para los demás subsistemas de la finca es la yuca con 7678 kg/ha, seguida por el sistema yuca+maíz y yuca+frijol con 7481 y 7.290 kg/ha, respectivamente. Los cultivos o sistemas que menos carbohidratos produjeron fueron el frijol y la soya con 130 y 64 kg/ha, respectivamente.
- En dos años de evaluación no se presentaron diferencias significativas entre la producción de los diferentes parámetros evaluados para los forestales utilizados.

3.3 Evaluación de cultivares o variedades criollas y/o mejoradas de arroz, yuca, maíz y frijol aptas y/o potenciales para el establecimiento de cultivos múltiples con especies forestales en Arauquita, Arauca.

En la vereda El Carretero de la municipalidad de Arauquita, en el departamento de Arauca se establecieron sistemas de callejones con los forestales matarratón, bucaré, guandul y *Acacia mangium* y los cultivos o sistemas frijol, yuca, maíz, yuca+frijol, frijol+maíz, soya, yuca+maíz y soya+maíz. Siguiendo la metodología similar a las dos anteriores localidades, en la Tabla 28 aparece la producción de la biomasa total seca.



Acacia mangium en sistema agroforestal en callejones.

Autor: Carlos Eduardo Santos

Tabla 28. Promedio del peso seco de la biomasa total (kg/ha) Arauquita, Arauca

Forestal	Frijol	Yuca	Maíz	Yuca + Frijol	Maíz + Frijol	Soya	Yuca + Maíz	Soya + maíz				
Matarratón	419,0	10052,0	6833,7	14036,3	292,3	6051,3	325,7	475,3	13142,3	5793,3	409,3	5027,3
Nacedero	381,3	17013,7	6076,3	16586,7	378,7	4867,3	348,3	407,3	11903,0	5166,7	434,3	4258,7
Guandul	331,0	15353,0	4889,3	10424,7	278,3	3810,7	312,7	598,0	8953,0	5830,7	405,0	3747,0
Acacia m.	558,7	13372,7	2838,0	15187,0	366,3	2113,7	504,7	516,0	12773,7	2602,7	424,7	2674,0
PROMEDIO	422,5	13947,8	5109,3	14053,7	328,9	4210,8	372,8	519,2	11693,0	4848,1	418,3	3628,8

Igualmente, se determinó la energía contenida en la biomasa total seca en los sistemas establecidos en la localidad de Arauquita, Arauca, la cual aparece en la Tabla 29.

Tabla 29. Promedio de la energía de biomasa total por forestal (Calorías x 10⁶). Arauquita, Arauca.

Forestal	Frijol	Yuca	Maíz	Yuca + Frijol	Maíz + Frijol	Soya	Yuca + Maíz	Soya + maíz
Matarratón	16,7	402,0	265,7	573,0	255,3	19,3	757,3	217,3
Bucare	15,3	662,3	243,0	877,7	208,3	19,3	682,7	187,7
Guandul	12,0	608,0	195,7	428,3	165,0	23,7	591,7	166,0
Acacia m.	22,3	535,0	113,7	622,3	104,3	20,7	615,0	124,0
PROMEDIO	16,6	556,8	204,5	575,3	183,3	20,8	661,7	173,8

Se presentaron diferencias significativas entre bloques, parcelas y subparcelas. En la Tabla 30 se aprecia la prueba de Tukey (p:0.05) para este parámetro.

Tabla 30. Energía de la biomasa total (Calorías x 10⁶). Arauquita, Arauca

Tratamiento	Promedio*
Yuca + Maíz	662.0 a
Yuca + Frijol	575.0 b
Yuca	557.0 b
Maíz	205.0 b
Maíz + Frijol	183.0 b
Soya + Maíz	174.0 b
Soya	21 c
Frijol	17 c

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey (p:0.05)

El sistema yuca+maíz fue el que más produjo energía en la biomasa total, seguidos por los sistemas o cultivos yuca+fríjol, yuca, maíz, maíz+fríjol y soya+maíz, sin presentar diferencias significativas entre estos. Al igual que en las otras dos localidades (Yopal y Tame), el fríjol y la soya fueron los que menos calorías en la biomasa total produjeron. Las Tablas 31 y 32 reportan la información de la producción de la biomasa de la parte productiva, tanto fresca como seca.

Tabla 31 Promedio producción biomasa fresca de la parte productiva Kg/ha Arauquita Arauca

Forestal	Frijol	Yuca	Maiz	Yuca + Frijol	Maiz + Frijol	Soya	Yuca + Maiz	Soya + maiz				
Matarratón	193,0	6342,6	3604,7	18133,3	133,9	3937,7	148,1	217,7	18266,7	3084,0	187,4	3271,0
Bucare	175,3	27333,3	3302,3	26700,0	172,9	3167,0	157,8	225,3	18400,0	2750,0	198,7	2771,0
Guandul	136,9	22666,7	2656,7	14633,3	127,4	2750,3	141,7	274,0	13333,3	3104,3	185,5	2438,0
Acacia m.	256,4	25766,7	1542,0	28000,0	167,1	1375,3	228,6	236,3	20333,3	1385,7	194,2	1740,0
PROMEDIO	190,4	20527,3	2776,4	21866,7	150,3	2807,6	169,0	237,8	17583,3	2581,0	191,4	2555,0

Tabla 32 Promedio producción de biomasa seca de la parte productiva (kg/ha) Arauquita Arauca

Forestal	Frijol	Yuca	Maiz	Yuca + Frijol	Maiz + Frijol	Soya	Yuca + Maiz	Soya + maiz				
Matarratón	158,0	5597,0	3064,0	8502,7	109,7	3347,0	121,0	178,3	6539,7	2621,3	153,7	2760,7
Nacedero	144,0	9785,3	2830,7	9558,7	142,0	2692,0	129,3	183,0	6587,3	2337,3	163,0	2355,3
Guandul	112,3	8114,7	2258,3	5238,7	104,3	2107,7	116,0	224,3	4773,3	2638,3	152,0	2072,3
Acacia m.	210,7	9224,3	1310,7	10024,0	137,3	1169,0	187,3	193,7	7279,3	1177,7	159,3	1479,0
PROMEDIO	156,3	8180,3	2365,9	7831,0	123,3	2328,9	138,4	194,8	6294,9	2193,7	157,0	2171,8

La producción de carbohidratos y proteínas producidos por los diferentes sistemas y cultivos, de acuerdo con la metodología empleada para las otras dos localidades, se presenta en la Tabla 33. Se presentaron diferencias significativas entre las subparcelas o sistemas de cultivos, Tabla 34.

Tabla 33 Promedio carbohidratos por sistema en la parte comestible (kg/ha) Arauquita Arauca

Forestal	Frijol	Yuca	Maiz	Yuca + Frijol	Maiz + Frijol	Soya	Yuca + Maiz	Soya + maiz
Matarratón	92,0	4942,0	2478,0	5795,3	2777,3	53,7	7894,0	2295,0
Nacedero	83,7	8640,3	2269,7	8522,7	2252,0	55,3	7707,0	1954,0
Guandul	65,0	7165,0	1826,3	4686,3	1744,7	67,7	6349,0	1721,7
Acacia m.	122,0	8145,0	1060,0	8931,0	1054,0	58,3	7380,0	1244,3
PROMEDIO	90,7	7223,1	1908,5	6983,6	1957,0	58,8	7332,5	1803,8



Tabla 34

Análisis de la cantidad de carbohidratos producidos por sistema en la parte comestible (kg/ha) Arauquita, Arauca

Tratamiento	Promedio*
Yuca + Maíz	7333 a
Yuca	7223 a
Yuca + Fríjol	6984 a
Maíz + Fríjol	1964 b
Maíz	1909 b
Maíz + Soya	1804 b
Fríjol	91 c
Soya	59 c

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey (p < 0,05)

En esta localidad no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos yuca+maíz, yuca y yuca+fríjol. Los peores tratamientos, en cuanto a la producción de carbohidratos, al igual que en las otras dos localidades, fueron la soya y el fríjol.

En la Tabla 35 se aprecia la proteína producida por cada cultivo o sistemas de cultivos para la localidad de Arauquita.

Tabla 35. Promedio de proteína por sistema en la parte comestible (kg/ha) Arauquita, Arauca.

Forestal	Fríjol	Yuca	Maíz	Yuca + Fríjol	Maíz + Fríjol	Soya	Yuca + Maíz	Soya + maíz
Matarratón	41,0	140,0	346,0	191,0	409,7	65,0	459,7	370,0
Nacedero	37,3	244,7	317,0	278,0	337,7	67,0	429,0	325,3
Guandul	29,3	202,7	255,0	168,3	268,0	82,0	417,3	289,3
Acacia m.	54,7	230,7	148,0	286,3	190,7	70,3	315,0	225,3
PROMEDIO	40,6	204,5	286,5	227,9	299,0	71,1	405,3	302,6

Se presentaron diferencias significativas entre las subparcelas o sistemas de cultivos en la producción de proteína, las cuales se aprecian en la Tabla 36.

Tabla 36. Análisis de la proteína producida por sistema en la parte comestible por cultivo o asocio de cultivos (kg/ha) Arauquita, Arauca.

Tratamiento	Promedio*
Maíz + Yuca	1216 a
Soya + Maíz	908 b
Maíz + Frijol	897 b
Maíz	800 b
Frijol + Yuca	684 c
Yuca	614 c
Soya	213 d
Frijol	122 d

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí según prueba de Tukey (p<0.05)

Muy similar a lo ocurrido en la localidad de Tame, pero con mayores producciones en cada sistema o cultivo, el sistema yuca + maíz fue el de mayor producción de proteína seguido por los sistemas maíz + soya, maíz + frijol y maíz, no existiendo diferencias significativas entre ellos. Los tratamientos que presentaron menores valores en la producción de proteína siguieron siendo frijol y soya, en monocultivo.

De las evaluaciones realizadas en los cultivos establecidos en callejones en la localidad de Arauquita (Arauca), se puede concluir:

- El sistema o cultivo que produjo la mayor cantidad de energía en la biomasa total es el sistema yuca + maíz con 662×10^8 cal/ha, seguida por los sistemas: yuca + frijol, yuca, maíz, maíz + frijol y soya + maíz con 575, 557, 205, 183 y 170×10^8 cal/ha, respectivamente. El peor tratamiento fue soya y frijol con 21 y 17×10^8 cal/ha, respectivamente.
- La mayor fuente de proteína fue producida por el sistema de asocio maíz + yuca con 1216 kg/ha, seguida por el sistema soya + maíz, maíz y frijol + maíz con 908, 897 y 800 kg/ha, respectivamente. El sistema que produjo menor cantidad de proteína fue el frijol y soya con 213 y 122 kg/ha de proteína, respectivamente.
- La mayor fuente de carbohidratos fue producida por el sistema yuca + maíz con 7333 kg/ha, seguida por el sistema yuca y yuca + frijol con 7.223 y 6.984 kg/ha, respectivamente. Los cultivos o sistemas que menos carbohidratos produjeron fueron el frijol y la soya con 91 y 59 kg/ha, respectivamente.
- En dos años de evaluación no hubo diferencias significativas entre la producción de los diferentes parámetros evaluados para las especies forestales utilizados en Arauquita.

3.4. Análisis económico de los sistemas. Costos de producción de cultivos en monocultivo y asociados dentro del sistema agroforestal

Para el análisis estadístico de los monocultivos y los asociados dentro de los forestales se tuvieron en cuenta los siguientes precios:

Maiz:	\$ 400/kilo
Soya:	\$ 600/kilo
Aroz:	\$ 440/kilo
Yuca:	\$ 80/kilo
Caupi:	\$ 800/kilo
Frijol:	\$1.200/kilo

De acuerdo con la producción obtenida, en la Tabla 37 aparecen los costos de la misma. Para el caso de los asociados se calculó cada cultivo por separado apareciendo en la Tabla la sumatoria de los dos.

Tabla 37 Análisis económico de los diferentes sistemas evaluados dentro de los forestales (\$ x 10³). Yopal 2000

Forestal	Frijol	Yuca	Maiz	Yuca + Frijol	Maiz + Frijol	Soya	Yuca + Maiz	Soya + maiz
Malarratón	14,5	8,1	10,5	20,0	11,9	17,5	9,6	14,6
Guandul	12,8	7,6	13,8	21,6	12,2	17,6	8,7	13,2
Cajeto	14,4	8,3	12,8	19,7	12,2	14,8	9,7	12,7
PROMEDIO	13,9	8,0	12,4	20,5	12,1	16,6	9,3	13,5



Evaluación de Sistemas Agroforestales.
Autor: Nelson Polanco

No se presentaron diferencias significativas entre bloques y parcelas, lo cual significa que para este parámetro en el año 2000, no existió efecto de la especie forestal sobre el rendimiento de los cultivos. Para la subparcela, si se presentaron diferencias significativas, o sea que el comportamiento de los cultivos o asocio de cultivos fue diferente. En la Tabla 38 se observa la prueba de Tukey correspondiente.

Tabla 38. Análisis económico de los diferentes sistemas evaluados dentro de los forestales (\$ x 10³)
Yopal, Casanare 2000

Tratamiento	Promedio*
Arroz Fortuna	21.3 a
Arroz línea 30	20.5 a
Yuca + fríjol	16.6 b
Yuca + arroz	15.8 c
Yuca	14.0 c
Frijol + maíz	13.5 c
Caupí	12.4 c
Soya	12.1 c
Yuca + maíz	9.3 c
Maíz	8.0 d
Maíz + yuca regional	7.5 d

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey (p<0.05)

Por el comportamiento que han tenido los arroces y el precio vigente fueron los sistemas más rentables, mientras que los sistemas de maíz monocultivo y el asocio maíz y yuca regional los menos rentables.



3.5. Identificación y selección de árboles multipropósito nativos y/o introducidos para sistemas agroforestales

Durante los años 2000 y 2001 se evaluaron las especies forestales matarratón, cajeto y guandul para formar los callejones. La de mejor comportamiento fue el matarratón en los cuatro lotes. Las ramas fueron cortadas e incorporadas a las diferentes parcelas en febrero de 2001. Al hacer el corte de las ramas se hicieron los correspondientes análisis de tejidos, los cuales aparecen en la Tabla 39.

Tabla 39. Composición mineral del tejido vegetal de los forestales usados para formar los callejones. Yopal.

Forestal	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Zn	Cu	Fe	B
	%						Ppm			
Matarratón	3.6	0.24	1.46	1.47	0.45	220	58	5	305	25
Guandul	1.2	0.14	0.9	0.56	0.19	37	39	6	95	9
Nacedero	1.3	0.19	1.54	2.56	1.25	35	54	10	131	42

El nacedero tuvo serios problemas de supervivencia durante el verano del 2002 y se presentó una fuerte deficiencia de magnesio.

En la Tabla 40 se presenta la producción de la biomasa fresca y seca de las especies forestales sembradas en cultivos de callejones en la localidad de Yopal. De estos árboles estudiados, inicialmente se siguió con el matarratón, ya que el guandul es bianual y murió después del corte hecho en el año 2002, mientras que el nacedero presentó muy poca capacidad de recuperación después de los cortes. Otras especies forestales evaluadas, dentro del sistema agroforestal en callejones, fueron *Acacia mangium* y Bucaré (*Erythrina glauca*).

Tabla 40. Producción de biomasa fresca y seca de los forestales usados para formar los callejones. Yopal, Casanare.

Forestal	Biomasa fresca kg/ha	Biomasa seca kg/ha
Matarratón (<i>Glicíndia sepium</i>)	21 770 a	13 700 a
Guandul (<i>Cajanus espin</i>)	17 800 b	8 253 b
Nacedero (<i>Trichantera gigantea</i>)	4 300 c	1 834 c

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey ($p < 0.05$)

En la Tabla 41 se presenta la producción de la biomasa fresca de las especies forestales utilizadas en la localidad de La Hormiga (Tame), en donde se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar con muestreo para su análisis estadístico.

Tabla 41 Producción promedio de biomasa fresca de tres forestales evaluados en callejones (kg/ha). La Hormiga, Tame, Arauca.

Forestal	Producción de biomasa aérea fresca (kg/ha)
Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	18981 a
Guandul (<i>Cajanus eritrin</i>)	12960 b
Nacedero (<i>Trichantera gigantea</i>)	9090 b

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey (p<0.05)

Similar análisis se hizo en la localidad de Arauquita, utilizando el mismo diseño estadístico. La Tabla 42 reporta los resultados encontrados de la evaluación de cuatro especies forestales formando callejones en esa localidad

Tabla 42 Producción de materia fresca de cuatro forestales evaluados en callejones (kg/ha). Arauquita, Arauca

Forestal	Producción de biomasa aérea fresca (kg/ha)
<i>Acacia mangium</i>	18136 a
Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	15261 b
Guandul (<i>Cajanus eritrin</i>)	5467 c
Bucaré (<i>Eritrina fusca</i>)	943 d

* Cantidades seguidas con letras iguales no difieren estadísticamente entre sí, según prueba de Tukey (p<0.05)

En el Centro de Investigación La Libertad (Villavicencio, Meta), se evaluaron siete especies forestales formando callejones. En la Tabla 43 se reportan los resultados promedios obtenidos de dos cortes

Tabla 43 Producción de materia fresca de cuatro forestales evaluados en callejones (kg/ha) Centro de Investigación La Libertad, Villavicencio, Meta

Forestal	Producción de biomasa fresca, Kg/ha	
	Año 1	Año 2
<i>Acacia mangium</i>	19420	12160
Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	22620	16150
Guandul (<i>Cajanus eritrin</i>) ¹	15260	8150 ¹
Bucaré (<i>Eritrina fusca</i>) ²	14589	360 ²
Leucaena (<i>Leucaena leucocephala</i>) ³	59	0 ³
Guamo macheto (<i>Inga densiflora</i>)	2153	1547
Yopo	23156	17489

¹ Muere al segundo año

² Muy baja capacidad de recuperación después del primer corte y las partes jóvenes son afectadas por *Diatraea spp.*

³ Imposible evaluarla ya que el ramoneo por parte del venado no la dejó progresar

De esta evaluación de especies forestales para formar sistemas en callejones se puede concluir:

- Las mejores especies por su capacidad de recuperación y por la cantidad de biomasa producida fueron matarratón, yopo y *Acacia mangium*.
- Se descartan para futuros trabajos el bucaré, por su pésima recuperación después del primer corte, el guandul por su bianualidad, la leucaena por ser muy palatable para el venado, el nacedero, ya que necesita algo de sombra para su normal crecimiento y por ser muy exigente en suelos de mejor calidad y poca resistencia en la época seca.
- La composición mineral de la biomasa más rica en nutrientes la presentó el matarratón y la más lignificada corresponde al yopo y la *Acacia mangium*.



Matarratón en cercos vivos en el municipio de Yopal.

Autor: Fernando García Rubio



3.6. Establecimiento de arboretums



Arboretum de acacia mangium. C.I La Libertad
Autor: Carlos Eduardo Santos



Evaluación de Yopo en *arboretum* del C.I. La Libertad
Autor: Carlos Eduardo Santos

Se establecieron tres arboretums ubicados en la vereda Sirivana del municipio de Yopal, en el Centro de Investigación La Libertad y en la localidad de Nunchía en el departamento de Casanare. En la Tabla 44 aparece la evaluación realizada en el mes de diciembre de 2003 del arboretum ubicado en Yopal. Dicho arboretum fue sembrado el 5 de julio de 2001 en un suelo C3, que corresponde a un vegón.



Tabla 44. Evaluación de las especies forestales de la localidad de Yopal, Casanare

Especie	Altura planta (m)	DAP (cm)	Diámetro copa (m)	Vigor (1-5)
Leucaena (<i>Leucaena leucicephala</i>)	5.15	6.4	3.46	4.8
Guasito	5.82	10.1	3.87	4.7
Naumo (<i>Pseudosamanea guachapele</i>)	6.24	7.99		4.5
Acacio Amarillo	7.49	11.1	4.64	4.7
Clavellino	2.81	3.96	1.83	3.5
Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	4.28	6.17		4.6
Cañafistol	4.75	6.13	3.44	3.3
Teca (<i>Tectona grandis</i>)	7.16	9.70		4.9
Matarratón (<i>Gliricidia sepium</i>)	4.82	6.56	4.40	5.0
Yopo	3.40	5.04	2.26	3.3
Caracaro	3.94	7.71	2.97	4.1
Acacio Rojo	5.50	9.91	3.38	4.2
Bucare (<i>Erythrina fusca</i>)	3.33	7.2	1.74	3.9
Cedro Espino	2.73	4.76		3.6
Caracolí	3.28	7.07	2.23	4.0



Franjas de callejones en arboretum.

Autor: Carlos Eduardo Santos



Arboretum de *Acacia mangium*. C.I La Libertad.

Autor: Fernando García Rubio

La Tabla 45 muestra los resultados de la última evaluación del arboretum, ubicado en el C.I. La Libertad, el cual fue sembrado en octubre de 2001, en un suelo C4 que corresponde a una sabana alta, con un suelo de inferior calidad desde el punto de vista químico que el C3.

Tabla 45. Evaluación de las especies forestales de la localidad del C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta, 2003

Especie	Altura planta (m)	DAP (cm)	Diámetro copa (m)	Vigor (1-5)
Cedro rosado	1.15	4.4	0.46	1.0
Acacio rojo	2.82	6.1	0.87	2.7
Fauno	3.24	5.1	0.26	2.5
Acacio Amarillo	7.49	11.1	4.64	4.7
Nogal cafetero	0.81	3.06	0.83	1.0
Dinde Mora	1.75	2.13	0.44	1.3
Caoba	3.16	4.70	0.32	2.9
Samán	2.82	5.56	0.40	2.0
Yopo	6.40	10.04	4.26	4.3
Cedro macho	3.94	7.71	2.97	3.1
Acacia mangium	8.50	9.91	6.38	4.2
Bucare	3.33	7.2	1.74	2.9
Tambor	12.3	12.22	3.12	4.0
Eucalipto pellita	10.73	10.76	1.68	4.6

Los mejores materiales en suelos ácidos de terraza alta en el C.I. La Libertad fueron: el Yopo, *Acacia mangium*, *Eucalipto pellita* y Tambor. El Cedro rosado presentó problemas con insectos en la yema terminal, mientras que el Nogal cafetero presentó síntomas de intoxicación aparentemente de aluminio. Por su parte, el Cedro macho o Ceiba Tolúa es muy atractivo a los venados y el Bucare ha presentado ataque de *Diatraea s.p* en las ramas jóvenes.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se desarrolló una metodología que permite evaluar la eficiencia de los sistemas agroforestales (biomasa total) con especies de economía campesina, la eficiencia productiva de las especies y el aporte relativo de carbohidratos y proteínas, en zonas donde la seguridad alimentaria es clave para la subsistencia y permanencia de los pequeños productores.
- El sistema o cultivo que produce la mayor cantidad de energía en la biomasa total fue la yuca con 502.5×10^8 cal/ha (Yopal), 838×10^8 cal/ha (Tame) y 662×10^8 cal/ha (Arauquita). En Tame produjo 66% más de calorías en la biomasa total que en la localidad de Yopal.
- Si los agricultores de la zona desean, para los demás subsistemas de su finca, una fuente de proteína, la mejor es el cultivo de la soya con 602.9 kg/ha seguida por caupí con 309.2 kg/ha en Yopal, maíz + yuca con 450 kg/ha en Tame y maíz + yuca produce en la localidad de Arauquita 1.216 kg/ha en Arauquita. Es importante anotar que por las condiciones de alta humedad relativa en las dos localidades ubicadas en el departamento de Arauca, la soya y el frijol no pudieron expresar su potencial de producción de proteína debido a la presencia del hongo *Ascochita sp.*
- Si los agricultores de la zona desean una fuente de carbohidratos para los demás subsistemas de la finca la mejor fuente es la yuca con 5.499 kg/ha en la localidad de Yopal, 7.678 kg/ha en la localidad de Tame y el sistema yuca + maíz con 7.333 kg/ha en la localidad de Arauquita. Para todas las localidades, el cultivo o sistema que produce menor cantidad de carbohidratos es la soya y/o el frijol.
- Las mejores especies forestales por su capacidad de recuperación y por la cantidad de biomasa producida son: el Matarratón, Yopo y *Acacia mangium*.



- Se descartan para futuros trabajos, el Bucaré por su pésima recuperación después del primer corte, además de que es fuertemente atacado por *Diatraea sp.* cuando entre los callejones se siembra maíz; el guandul por su bianualidad; la leucaena por ser muy palatable para el venado y el nacedero, ya que necesita algo de sombra para su normal crecimiento y por ser muy exigente en suelos de mejor calidad, además, es muy susceptible a la época seca ya que cesa su crecimiento.
- La composición mineral de la biomasa más rica en nutrientes corresponde al Matarratón, la biomasa más lignificada al Yopo y la *Acacia mangium*.



BIBLIOGRAFÍA

ALEGRE, J.C. 1993. Medida de la erosión y escorrentía bajo un sistema agroforestal y de cultivos en zonas de pendientes de la amazonia. Informe Final al RINAP de enero a diciembre de 1992.

ANDERSON, J.M.; SWIFT, M.J. 1979. Decomposition in tropical forest, p. 287-309. In M. J. Swift, O.W. Heal and J. M. Anderson (eds.).

BUSTAMANTE, W. 1993. Parcelas de comprobación para la producción de arroz. Programa de Investigación en Arroz de secano. Memoria Anual 1992. Estación Experimental San Ramón, Yurimaguas, Perú.

CELESTINO, A.F. 1985. Farming systems approach to soil erosion control and management. In E.T. Craswell, J.V. Remunyi and L.G. Nallana, eds. Soil erosion management. ACIARG Proceedings Series 6. Canberra: ACIAR, 64-70.

DAVELOUIS, J.R. 1990. Green manure applications to minimize aluminum toxicity in the Peruvian Amazon. PhD Dissertation. North Carolina State University, NC, USA.

FAO. 1984. Changes in shifting cultivation in Africa. FAO Forestry Paper # 50. Rome. 185 pp.

FERNANDEZ, E.C.M. 1990. Alley cropping on acid soils. PhD Dissertation. North Carolina State University, NC, USA.

GUILLEN, W. 1993. Parcelas de observación de variedades de caupí en campo de agricultores. Programa de Investigación en Leguminosas de Grano. Memoria Anual 1992. Estación Experimental San Ramón, Yurimaguas, Perú.

KANG, B.T.; WILSON G.F.; LAWSON T.L. 1981. Alley cropping of maize (*Zeamays L.*) and leucaena (*Leucaena leucocephala Lan*) in southern Nigeria. Pl. Soil 63:165-179.

KANG, B.T.; WILSON, G.F.; LAWSON, T.L. 1984. Alley cropping: a stable alter-native to shifting cultivation. Ibadan, Nigeria: IITA, 22 p.

METZNER, J.A. 1981. Innovations in agriculture incorporating traditional production methods: the case of Amarasi (Timor). Appl. Geog. Develop. 17:91-107.



PALM, C.A. 1988. Mulch quality and nitrogen dynamics in an alley cropping system in the Peruvian Amazon. PhD thesis, North Carolina State Univ. Raleigh, N. C. 112 p.

POULSEN, G. 1984. Make the hills of Phong Chau green and productive in collaboration with the local people. Bai Bang, Hanoi, Vietnam; Consultant's Report to Scanmanagemt, 22 p.

RACCHUMI, A. 1992. Evaluación y selección de germoplasma de arroz para suelos ácidos. Suelos Amazónicos # SA 05. PST. Lima, Perú.

SALAZAR, A.A. 1990. Cultivos en callejones. Algunos resultados de investigación en Yurimaguas- Cuenca Amazónica del Perú. Trabajo presentado en el II Taller Latinoamericano de Manejo de Suelos. Universidad Central de Costa Rica, 8-15 de julio de 1990. San José, Costa Rica.

SALAZAR, A.A. 1991. Phosphorus fertilization in an Alley cropping system in upland soils of the Peruvian Amazon Basin, Thesis Ms.Sc. North Carolina State University, Raleigh, N.C., U.S.A.

SÁNCHEZ T., M.H. 2000. Cultivo en callejones: sistema alternativo de producción sostenible en zona de ladera del oriente de Caldas. CORPOICA. XVII Congreso panamericano de ciencias veterinarias, Panamá.

SIDERIUS, W., ed. 1986. Land evaluation for land use planning and conservation in Sloping areas. ILRI Publication 40. Wageningen, Netherlands: ILRI, 331 p.

SZOTT, L.T. 1987. Improving the productivity of shifting cultivation in the Amazon basin of Perú through the use of leguminous vegetation. PhD dissertation. North Carolina State University, Raleigh, USA.

VALVERDE, C.; BANDY, D.E. 1982. Production of annual food crops in the Amazon, p. 243-280. In: Hecht, S.B. (ed): Amazonia: agriculture and land use Research. NCIAT, Cali, Colombia.

YOUNG, A. 1986a. The potential of agroforestry for soil conservation. Part I: erosion control. ICRAF Working Paper 42. Nairobi: ICRAF. 69 p.

