

## EFFECTO DE PRÁCTICAS DE RECUPERACIÓN DE UN SUELO DE LADERA SOBRE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA DE FRÍJOL ARBUSTIVO EN EL CORREGIMIENTO DE MAPACHICO, MUNICIPIO DE PASTO, DEPARTAMENTO DE NARIÑO.

Héctor Ramiro Ordóñez<sup>1</sup>  
Benjamín Sañudo Sotelo<sup>2</sup>  
Roland Eduardo Peña Morillo<sup>3</sup>  
Darío Fernando Portilla Almeida<sup>3</sup>

### RESUMEN

La presente investigación corresponde a la segunda fase del trabajo realizado por Bravo y Bravo (2005), que consistió en el establecimiento del sistema agroforestal y la práctica de actividades agroecológicas en un suelo de ladera ubicado en el corregimiento de Mapachico al occidente de la ciudad de San Juan de Pasto. En esta fase, se analizó el efecto de las prácticas de recuperación de suelos utilizadas mediante la implantación del cultivo de frijol arbustivo para evaluar la producción de grano seco. Una vez finalizada la fase de establecimiento del sistema agroforestal y la incorporación de los materiales vegetales al suelo, se realizó la siembra de frijol arbustivo (*Phaseolus vulgaris* L.) variedad ICA – Bachué, en los callejones previamente guachados con adición de abonos verdes y caldo microbial; y sirviendo como testigo la no alteración del suelo, ambos bajo la influencia del componente arbóreo acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), pichuelo (*Senna pistaiifolia*), y alcaparro gigante (*Senna viarum*).

**Palabras claves:** agroecología, recuperación de suelos, guachado, callejones.

### ABSTRACT

This study is the second phase of the work carried out by Bravo and Bravo in 2005. the objective was the establishment of an agroforestry system and the practice of agroecological activities on a slope soil located in Mapachico west of Pasto.

The objective of the present phase was to analyze the effect of soil recovery practices used through the implementation of shrub bean crops, evaluating dried grain production. Finished the phase of establishment of agroforestry system and incorporation of vegetal materials to soil, ICA variety Bachue of shrub bean (*Phaseolus vulgaris*) was sieeded into alleys which previously were uncultivated as well as the addition of green manures and microbial broth, as a check was used soil non disturbed. Altreatments were under the influence of japanese acacia (*Acacia melonoxyton*), pichuelo (*Senna pistasiifolia*) and gigant caper (*Senna viarum*).

**Key words:** agroforestry system, soils recovery, soil furrowinf, deepness.

### INTRODUCCIÓN

En los suelos de ladera de la región andina de Nariño, el uso inadecuado de maquinaria agrícola en las labores de preparación, la actividad de una agricultura limpia y monocultivista, así como la ausencia de prácticas de conservación, son los principales factores negativos que han contribuido a su degradación, representada en la disminución de la capa superficial, pérdida de agregación y compactación.

<sup>1</sup> Ingeniero Forestal. M.Sc. Docente Facultad Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

<sup>2</sup> Ingeniero Agrónomo. Docente Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

<sup>3</sup> Ingenieros Agroforestales, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño. Pasto, Colombia.

El término degradación se refiere a la pérdida del potencial productivo de un suelo, por deterioro de sus propiedades físicas, químicas o biológicas, como consecuencia del uso de prácticas agrícolas inapropiadas a través del tiempo (Amézquita, 1992). No obstante a la problemática presente el agricultor puede implementar prácticas de restitución física, química y biológicas de la fertilidad de los suelos gastados, así sea de manera parcial para obtener rendimientos significativos en las cosechas de sus cultivos, en este caso frijol arbustivo. Dichas prácticas están al alcance de las comunidades rurales, por el bajo costo y el empleo de elementos de fácil consecución (Sañudo 2004).

En Colombia, el consumo de frijol en los últimos años ha aumentado de 3,5 kg/hab/año a 7 kg/hab/año (Bastidas, 1989). En el departamento de Nariño para el año 2003, el área sembrada con frijol arbustivo corresponde a 3.007 ha y su producción total asciende a 2.112, 2 Ton, presentando una disminución del 26,8% con respecto al año anterior, debido a la disminución en el área de cosecha y rendimiento por hectárea (Secretaría de Agricultura y Medio Ambiente, 2003).

Para establecer si las prácticas implementadas benefician positivamente las condiciones del suelo representando una mejor rentabilidad en las cosechas, se determinaron los siguientes objetivos: evaluar el crecimiento de las especies arbóreas acacia japonesa (*Acacia melanoxylon*), pichuelo (*Senna pistasiifolia*) y alcaparro gigante (*Senna viarum*); así como los rendimientos de grano seco de frijol arbustivo variedad ICA – Bachué; hacer un análisis económico incluyendo el beneficio – costo, ingreso neto, ingreso bruto y rentabilidad de las prácticas implementadas y determinar la penetrabilidad del suelo en el área destinada para el cultivo de frijol arbustivo, como un indicador de recuperación del mismo.

## METODOLOGIA

**Localización.** El trabajo se realizó en el corregimiento de Mapachico, ubicado a 7 Km. al occidente de la ciudad de Pasto. Presenta una altura de 2750 m.s.n.m, una temperatura media anual de 13 °C, una precipitación promedio anual de 500 a 1000 mm.

**Diseño experimental.** Se trabajó con un diseño experimental de bloques al azar en arreglo de parcelas divididas con cuatro tratamientos, dos subtratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos corresponden.: testigo sin árboles, acacia japonesa, pichuelo y alcaparro gigante, mientras que los subtratamientos son testigo deteriorado o sin alteración del suelo y lote en recuperación o con guachado del suelo. Se distribuyeron de la siguiente manera: T1= testigo sin árboles, T2= acacia japonesa, T3= alcaparro gigante, T4=pichuelo y subtratamiento1: testigo sin alteración del suelo, subtratamiento2: lote en recuperación, con guachado o surcado profundo del suelo, disposición de tamo de trigo en el fondo, remojo con caldo microbial y posterior siembra de vicia andina (*Vicia sativa*) como abono verde.

**Distribución experimental.** En un lote de 15 x 84 m, con tres bloques de 15 x 28 m, con separación de 1 m, cada uno con 4 parcelas de 15 x 6 m y separadas a 1 m, y cada parcela con 2 subparcelas de 15 x 3 m.

**Variabes de evaluación del componente agrícola.** Para el cultivo se tuvo en cuenta el número de vainas por planta, número de granos por vaina, peso de 100 granos, peso promedio de 100 granos con 14% de humedad y la producción de grano seco.

**Variabes de evaluación del componente forestal.** En cada uno de los subtratamientos con los árboles se trabajó con los 4 individuos centrales, para medir mensualmente altura, diámetro de fuste y diámetro de copa (Ordóñez, 2004).

**Análisis estadístico.** Se trabajó el modelo estadístico de Parcelas Divididas en diseño de Bloques Completos al Azar, utilizando el programa informático SAS y la comparación de medias se realizó mediante pruebas de Tukey al 95% de probabilidad.

**Análisis económico.** Se utilizó la metodología de presupuesto total que cuantifica costos fijos y variables, incluyendo algunos indicadores como el beneficio costo, ingreso neto, ingreso bruto y rentabilidad de las prácticas implementadas.

**Análisis de penetrabilidad.** El procedimiento se realizó con el Penetrógrafo de pistón Eijkelkamp con el cual se graficó la resistencia del suelo expresada en MPa (megapascales) por la profundidad en centímetros del punto tomado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### COMPORTAMIENTO DE LAS ESPECIES ARBÓREAS

**Incremento total de altura.** El análisis de varianza para las especies acacia japonesa, alcaparro gigante y pichuelo, refleja diferencias altamente significativas entre los subtratamientos y las especies arbóreas. La prueba de comparación de medias, señala que el subtratamiento con alteración del suelo provee mejores posibilidades para el desarrollo de las especies principalmente para la acacia y alcaparro seguidas por el pichuelo (Tabla 1).

**Tabla 1. Incremento total en altura (cm.) de las especies arbóreas periodo febrero-septiembre, 2004.**

CALIFICACION	VALOR	NUMERO DE DATOS	PARCELA
A	29.983	6	Acacia
A	28.022	6	Alcaparro
B	16.152	6	Pichuelo

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

**Incremento total diámetro de fuste.** Se encontraron diferencias altamente significativas entre los tipos de laboreo sin tener en cuenta la especie arbórea establecida en cada una de las subparcelas (Tabla 2).

**Tabla 2. Incremento en diámetro de fuste (cm.) de las especies arbóreas periodo febrero-septiembre, 2004.**

CALIFICACION	VALOR	NUMERO DE DATOS	SUBPARCELA
A	3.170	9	Con alteración
B	1.773	9	Sin alteración

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

**Incremento total área de copa.** La prueba de comparación de medias (Tabla 3) presenta la diferencia entre los dos tipos de laboreo en cuanto al incremento de área de copa, resultando el subtratamiento con alteración del suelo el de mejor respuesta.

**Tabla 3 Incremento total del área de copa (m<sup>2</sup>) de las especies arbóreas periodo febrero – septiembre, 2004.**

CALIFICACION	VALOR	NUMERO DE DATOS	SUBPARCELA
A	0.566	9	Con alteración
B	0.196	9	Sin alteración

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

### COMPORTAMIENTO DEL COMPONENTE AGRÍCOLA

**Promedio de vainas por planta.** En el cultivo de fríjol se encontraron diferencias altamente significativas entre parcelas evidenciando el efecto que los árboles ejercen en el desarrollo normal de las plantas (Tabla 4), y diferencias altamente significativas entre subparcelas donde la mejor respuesta se encontró en los lotes con alteración del suelo.

**Tabla 4. Producción de vainas por planta fríjol (*Phaseolus vulgaris*), 2004.**

CALIFICACION	VALOR	NUMERO DE DATOS	PARCELA
A	6.325	6	Testigo
B	4.500	6	Acacia
B	4.316	6	Alcaparro
B	4.300	6	Pichuelo

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

**Tabla 5. Producción de granos por vaina de fríjol (*Phaseolus vulgaris*), 2004.**

CALIFICACION	VALOR	NUMERO DE DATOS	PARCELA
A	3.875	6	Testigo
B	3.658	6	Pichuelo
B	3.650	6	Acacia
B	3.600	6	Alcaparro

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ).

**Producción promedia total de grano seco para los dos tipos de laboreo.** El análisis de varianza para la producción de grano seco en kg/ha de frijol arbustivo mostró diferencias significativas entre las repeticiones (Tabla 6) y diferencias altamente significativas entre parcelas y subparcelas correspondientes a las especies arbóreas (Tabla 7) y tipo de laboreo (Tabla 8).

**Tabla 6. Producción grano seco de frijol (*Phaseolus vulgaris*), kg/ha, por bloques, 2004.**

CALIFICACION	VALOR	NUMERO DE DATOS	BLOQUES
A	858.65	8	III
AB	820.63	8	II
B	752.78	8	I

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

**Tabla 7. Producción de grano seco de frijol (*Phaseolus vulgaris*), kg/ha, por tratamiento 2004.**

CALIFICACION	VALOR	NUMERO DE DATOS	PARCELA
A	1081.02	6	Testigo
B	759.02	6	Acacia
B	701.78	6	Pichuelo
B	700.92	6	Alcaparro

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

**Tabla 8. Producción grano seco de frijol (*Phaseolus vulgaris*), kg/ha, con alteración y sin alteración del suelo, 2004.**

CALIFICACION	VALOR	NUMERO DE DATOS	SUBPARCELA
A	957.32	12	Con alteración
B	664.05	12	Sin alteración

Letras iguales indican diferencias no significativas según prueba de Tukey ( $p < 0.05$ )

**Análisis económico.** El tratamiento testigo con alteración presenta la mayor utilidad, donde el costo total de producción asciende a \$1'498.880 por hectárea, obteniendo un ingreso total de \$3'896.497 del cual \$2'397.617 corresponden al ingreso neto

entendido como la ganancia al descontar los costos de producción, con una rentabilidad aparente de 160%, representando una alternativa favorable con respecto a los tratamientos con las diferentes especies arbóreas.

Dentro de los tratamientos con árboles, la mejor alternativa de asociación es frijol arbustivo en callejones de acacia con alteración del suelo ya que la rentabilidad es de 92% con un ingreso neto de \$1'362.716/ha. Cabe anotar que este tipo de asociación trae consigo beneficios adicionales que no se pueden cuantificar en el presente debido a que estos se obtendrán a largo plazo dentro de los cuales pueden considerarse: la fertilización del suelo con biomasa aportada por los árboles y la protección del suelo contra procesos erosivos (Tabla 9).

**Tabla 9. Indicadores económicos para el sistema agroforestal frijol arbustivo – especies arbóreas y testigo en el corregimiento de Mapachico, municipio de Pasto, departamento de Nariño, 2004.**

ACTIVIDAD PRODUCTIVA	FRIJOL – ACACIA		FRIJOL – PICHUELO	
	CA	SA	CA	SA
Rendimiento (Kg/Ha)	904,8	613,24	852,6	550,97
Precio de venta (\$/Kg)	3145	3145	3145	3145
Ingreso total (\$)	2'845.596	1'928.639	2'681.427	1'732.800
Costo variable (\$/Ha)	782.880	634.880	774.880	598.880
Costos fijos (\$/Ha)	700.000	700.000	700.000	700.000
Costo total (\$/Ha)	1'482.880	1'334.880	1'474.880	1'298.880
Ingreso neto (\$/Ha)	1'362.716	593.759	1'202.547	443.920
Ingreso bruto (\$/Ha)	2'145.596	1'228.639	1'977.427	1'042.800
Costo promedio (\$/Kg)	1.638,90	2.177	1.729,86	2.357,44
Rentabilidad aparente %	91,89	44,48	81,54	34,18
Rentabilidad real %	64,42	36,03	55,52	28,02
Mano de obra (jornales/Ha)	48	30	45	28
Margen bruto (\$/Ha)	2'062.716	1'293.759	1'906.547	1'133.920
Relación beneficio costo	1,92	1,44	1,82	1,33

ACTIVIDAD PRODUCTIVA	FRIJOL – ALCAPARRO		FRIJOL – TESTIGO	
	CA	SA	CA	SA
Rendimiento (Kg/Ha)	832,92	568,92	1238,95	923,1
Precio de venta (\$/Kg)	3145	3145	3145	3145
Ingreso total (\$)	2'619.533	1'789.253	3'896.497	2'903.149
Costo variable (\$/Ha)	774.880	598.880	798.880	686.880
Costos fijos (\$/Ha)	700.000	700.000	700.000	700.000
Costo total (\$/Ha)	1'474.880	1'298.880	1'498.880	1'386.880
Ingreso neto (\$/Ha)	1'144.653	490.373	2'397.617	1'516.269
Ingreso bruto (\$/Ha)	1'919.533	1'089.253	3'196.497	2'203.149
Costo promedio (\$/Kg)	1.770,73	2.283,10	1.209,79	1.502,42
Rentabilidad aparente %	77,61	37,75	159,96	109,33
Rentabilidad real %	53,43	31,14	127,06	105,97
Mano de obra (jornales/Ha)	47	28	50	36
Margen bruto (\$/Ha)	1'844.653	1'190.373	3'097.617	2'216.269
Relación beneficio costo	1,78	1,38	2,6	2,1

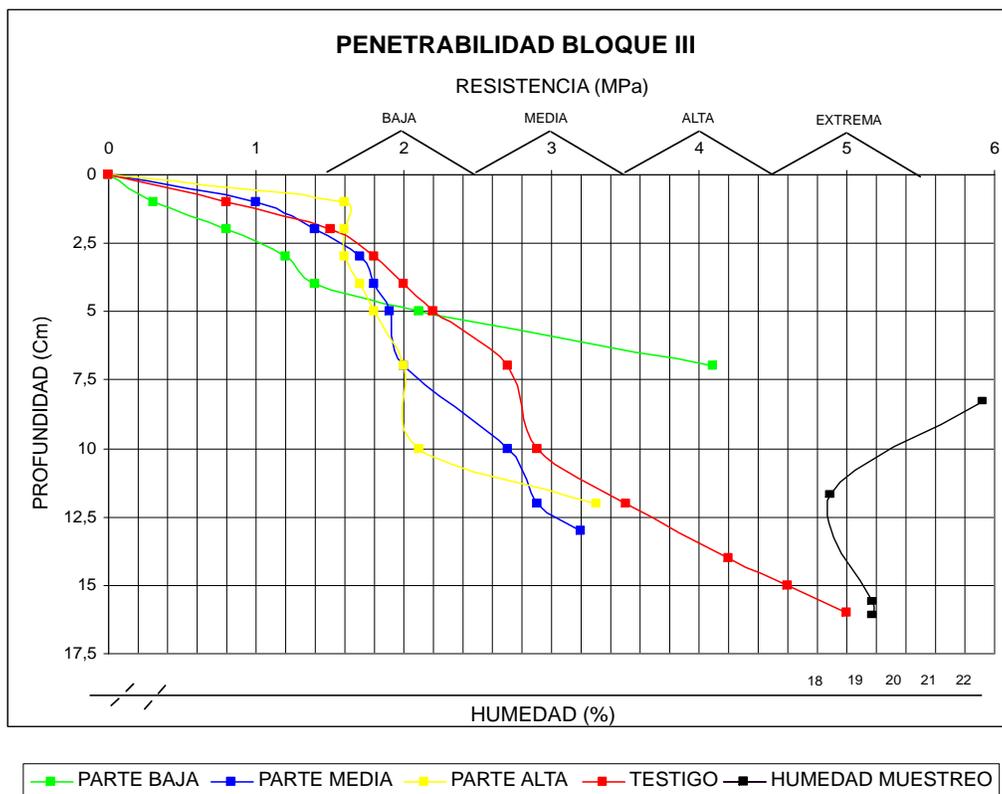
CA = Con alteración

SA = Sin alteración

**Análisis de Penetrabilidad.** En los tres bloques hay diferencias en cuanto a profundidad de los puntos muestreados siendo el bloque III el más óptimo en este aspecto, presentando profundidades que van de 12 – 13 cm con resistencia de 3.3 – 3.2 MPa considerada como una resistencia media en la parte alta y central respectivamente (Figura 1). Por lo tanto, una buena penetrabilidad del suelo permite que las raíces tengan una asimilación normal de los nutrientes que se encuentran en horizontes más profundos a los cuales la planta puede acceder con mayor facilidad.

**Relación Penetrabilidad - Cultivo de Fríjol.** El análisis de varianza y su correspondiente prueba de medias para bloques en la producción de grano seco de frijol determinó que el bloque III presenta el mejor resultado en este aspecto con 858.65 kg/ha, conforme a lo encontrado en la prueba de penetrabilidad la cual señaló a este bloque con menor resistencia a la penetrabilidad.

**Figura 1. Prueba de penetrabilidad de suelo para el bloque III en el corregimiento de Mapachico, departamento de Nariño, 2004.**



### CONCLUSIONES

Se encontró que los árboles en el suelo con alteración tuvieron mejores resultados y se comprueba estadísticamente que éste afectó positivamente las variables evaluadas en las especies; en particular la acacia japonesa presentó el mayor incremento total de altura con 45 cm en ocho meses de evaluación.

El fríjol arbustivo con alteración del suelo tuvo mejor respuesta en términos estadísticos. Además, la alteración del suelo es una alternativa económicamente viable, recuperándose la inversión de establecimiento con una producción de 1238,95 kg/ha respecto al terreno sin alteración con 550,97 kg/ha.

El testigo con alteración del suelo presentó la mejor utilidad con un ingreso neto de \$ 2'397.617/ha, debido al mayor aprovechamiento del espacio físico del terreno por la ausencia de árboles.

La prueba de penetrabilidad mostró que los árboles ejercen una acción positiva sobre el suelo disminuyendo su resistencia en las partes medias y bajas comparadas al testigo.

Los tratamientos con presencia de árboles manifestaron un mayor porcentaje de humedad gravimétrica con respecto al tratamiento testigo.

## BIBLIOGRAFIA

AMÉZQUITA, E. Procesos físicos de degradación de suelos en Colombia. Actualidades ICA (Colombia) VI (70) 1992.

BASTIDAS, R. Desarrollo, evaluación y uso del germoplasma de frijol común en Colombia. In: Progreso en la investigación y producción de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). CIAT, Calí, Colombia, 1989. p. 243 – 26.1

BRAVO, M. y BRAVO, F. Evaluación preliminar y difusión de un arreglo agroforestal recuperador en una zona del municipio de Pasto, departamento de Nariño. Pasto, Colombia, 2005. Tesis Ing. Agroforestal. Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Gobernación de Nariño, Secretaria de Agricultura y Medio Ambiente. Consolidado Agropecuario 2003. Bogotá, 2003. p 30