

AVANCES SOBRE ALGUNAS ALTERNATIVAS DE MANEJO DE SUELOS AGRÍCOLAS DEGRADADOS EN EL PIEDEMONTE LLANERO

Gloria E. Navas R.¹

RESUMEN

La Orinoquia Colombiana comprende cerca de 24.430.000 hectáreas, de las cuales 4.690.000 hectáreas poseen alto potencial agropecuario. Esta región natural está conformada por una zona de suelos antiguos denominada "Altiplanura" y una zona de suelos más recientes (algo más fértiles) denominada "Piedemonte", con 2.010.200 hectáreas, con paisajes de vegas, vegones, abanicos y terrazas aluviales, donde se da una mayor concentración del desarrollo agropecuario. El manejo convencional de una agricultura intensiva (dos cultivos al año), las condiciones climáticas de altas temperaturas y precipitaciones y la "fragilidad" de los suelos, ocasionan que más del 60% de los suelos presenten erosión, encostramiento superficial, presencia de capas compactas y no respuesta a la fertilización, llegándose en corto tiempo a la degradación del suelo, con el consecuente abandono de estas áreas agrícolas. El presente trabajo realizado en un suelo agrícola degradado, proyectado a cinco años, tiene como finalidad determinar el sistema de labranza más adecuado para estos suelos, implementar la utilización de los abonos verdes y la rotación de cultivos anuales en el Piedemonte. Para ello se evaluaron cuatro sistemas de labranza: convencional (2 pases de rastra + 3 pases de pulidor); cincel rígido (2 pases de cincel rígido + 1 pase de pulidor); cincel vibratorio (2 pases de cincel vibratorio + 1 pase de pulidor) y con los dos cinceles (1 pase de cincel rígido + 1 pase de cincel vibratorio + 1 pase de pulidor) y se sembraron arroz y maíz como cultivos de primer semestre, para rotar con soya, sorgo y caupí abono verde, como cultivo de segundo semestre. El diseño experimental fue de franjas divididas con tres repeticiones donde las franjas fueron los sistemas de labranza y las divisiones, los sistemas de rotación de los cultivos anuales, incluyendo el abono verde como cobertura e incorporado. En el primer año de evaluación, aunque hay algunos cambios en las características físicas y químicas del suelo, no se puede atribuir a los sistemas de labranza. Tomando como parámetro de evaluación el rendimiento del cultivo en la primera siembra solo se observa efecto benéfico de los dos cinceles (rígido y vibratorio) en el caupí con una producción de 953 kg/ha y en la segunda siembra efecto benéfico del cincel vibratorio y los dos cinceles en el cultivo de maíz con producciones de 4.710 y 4.671 kg/ha. El efecto más importante es la rotación con soya, cuyo beneficio se observa en el cultivo precedente de maíz y arroz con producciones de 4.190 y 2.386 kg/ha, respectivamente. En cuanto al caupí, al incorporarse dentro del suelo o dejarse como cobertura, favoreció la producción de maíz y arroz, pero es más práctico y menos costoso si se deja como cobertura. En conclusión, es benéfico rotar una gramínea con una leguminosa, sea la soya como cultivo principal o un caupí, vitabosa o crotalaria como abono verde en cobertura.

1. I.A. MSc. Investigador Asociado, CORPOICA, Regional 8. Programa Regional de Investigación Agrícola. C.I. La Libertad, Apartado Aéreo 3129, Villavicencio, Meta.

JUSTIFICACIÓN

La Orinoquia Colombiana tiene un área aproximada de 24.430.000 hectáreas, de las cuales 4.690.000 hectáreas poseen alto potencial agropecuario, concentrándose el desarrollo agropecuario en la zona del "Piedemonte" con 2.010.200 hectáreas, especialmente en los paisajes de vegas, vegones, abanicos y terrazas aluviales. El manejo convencional de una agricultura intensiva de dos cultivos al año, con el abuso de la maquinaria agrícola en la preparación del suelo y cosecha, bajo las condiciones climáticas de altas temperaturas y precipitaciones, sumado a la "fragilidad" de los suelos, ocasionan que mas del 60% de los suelos de la Orinoquia presenten erosión (20.9% erosión severa; 5.1% moderada; 17.1% ligera. IGAC, 1978), encostramiento superficial, presencia de capas compactas y no respuesta a la fertilización, llegándose en corto tiempo a la degradación del suelo, con el consecuente abandono de estas áreas agrícolas.

Para dar solución a esta problemática y manejar en forma conservacionista el suelo se definieron para este trabajo los siguientes objetivos:

- Determinar limitantes físico-químicos y biológicos de los suelos de vega con cultivos anuales.
- Determinar el sistema de labranza más adecuado para recuperar y manejar estos suelos agrícolas.
- Ajustar y validar la práctica de usar leguminosas como abono verde para mejorar los suelos y la producción agrícola
- Determinar el mejor sistema de producción en rotación de los cultivos anuales para la zona del Piedemonte Llanero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la caracterización de suelos efectuada por Obando (1992), en las vegas del río Ariari (Piedemonte) donde se determinaron problemas de compactación y encostramiento superficial del suelo, se está realizando el presente trabajo de recuperación y manejo de suelos, con la implementación de cuatro sistemas de labranza: Convencional (2 pases de

rastra + 2 pases de pulidor) como tratamiento testigo, con cincel rígido (2 pases de cincel rígido + 1 pase de pulidor), con cincel vibratorio (2 pases de cincel vibratorio + 1 pase de pulidor) y un último tratamiento combinando ambos cinceles (1 pase cincel rígido + 1 pase cincel vibratorio + 1 pase de pulidor) y la rotación de cultivos, sembrando arroz y maíz el primer semestre para ser rotado con soya, sorgo y caupí; esta última leguminosa se usa como abono verde, ya sea incorporada o como cobertura en el segundo semestre. El diseño experimental utilizado es el de franjas divididas con tres repeticiones, donde las franjas son los sistemas de labranza y las divisiones las rotaciones de los cultivos anuales (arroz-soya, arroz-sorgo, arroz caupí cobertura, arroz-caupí incorporado, maíz-soya, maíz-sorgo, maíz-caupí incorporado, maíz-caupí cobertura), con una duración de cinco años.

- **Producción de Cultivos:**

El rendimiento de un cultivo o la cantidad de producción por unidad de área en un tiempo determinado, es una medida de producción que a la vez ayuda a estimar la productividad.

Tomando como parámetro de evaluación el rendimiento del cultivo, en la primera siembra (1996B) de sorgo, soya y caupí solo se observó efecto benéfico de los cinceles rígido y vibratorio en el caupí, con una producción de 953 kg/ha, en tanto que para el sorgo y la soya la mayor producción (3.607 y 2.461 kg/ha) se obtuvo con la labranza convencional, (Tabla 1). En estas mismas franjas con los mismos tratamientos de labranza se sembró arroz y maíz (1997A) para ver el efecto de la rotación. Para el caso del arroz se empieza a observar el efecto benéfico del cincel rígido, pues su producción 1.982 kg/ha es muy semejante a la obtenida con la labranza convencional que es el testigo, pero más que la labranza, el principal efecto es la rotación con las leguminosas, ya que la mayor producción de arroz 2.386 kg/ha se obtuvo en la franja donde anteriormente se sembró la soya. En el caso de caupí como cobertura o incorporado no hubo diferencia entre ellos con una producción de 1.726 y 1.788 kg/ha, por lo cual resulta más benéfico dejar este abono verde como una cobertura, pues la incorporación del caupí implica un pase más de rastra, la cual afecta costos de producción y deteriora aún más las propiedades físicas del suelo, (Tabla 2).

Tabla 1. Efecto del sistema de labranza sobre la producción de sorgo, soya y caupí en un suelo degradado*. Meta, 1996-B.

| Labranza | Rendimiento kg/ha | | |
|-------------------|-------------------|-------|-------|
| | Sorgo | Soya | Caupí |
| Convencional | 3.607 | 2.461 | 743 |
| Cincel rígido | 2.888 | 1.785 | 753 |
| Cincel vibratorio | 2.190 | 1.526 | 823 |
| Ambos cinceles | 3.541 | 1.713 | 953 |

* Finca la Pradera (Granada)

Tabla 2. Efecto de las labranzas y rotación de cultivos sobre la producción de arroz O. Caribe 8. en un suelo con problemas físicos. Finca La Pradera (Granada), Meta. 1997A.

| Labranza | Arroz después de* | | | | Promedio |
|-------------------|---------------------|---------------------|-------|-------|----------|
| | Caupí ¹⁾ | Caupí ²⁾ | Soya | Sorgo | |
| Convencional | 1.926 | 1.977 | 2.482 | 1.793 | 2.044 |
| Cincel rígido | 2.040 | 1.737 | 2.252 | 1.899 | 1.982 |
| Cincel vibratorio | 1.334 | 1.677 | 2.288 | 1.542 | 1.710 |
| Ambos cinceles | 1.605 | 1.762 | 2.521 | 1.502 | 1.847 |
| Promedio | 1.726 | 1.788 | 2.386 | 1.684 | |

¹⁾ = Caupí incorporado; ²⁾ = Caupí como cobertura

* Rendimiento (kg/ha) al 14% de humedad

En el caso del maíz se observa efecto benéfico de las labranzas con cincel vibratorio y donde se combinó cincel rígido y cincel vibratorio, con producciones de 4.716 y 4.671 kg/ha, muy buenas comparadas con la producción promedio del híbrido AG-612 en la zona, en suelos sin problemas físicos, que es de 5.000 a 6.000 kg/ha. Igualmente para el arroz las mayores producciones de 5.085, 4.377 y 4.190 kg/ha se observaron en las franjas

donde anteriormente estaban las leguminosas: caupí incorporado, caupí como cobertura y soya, (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de las labranzas y rotación de cultivos sobre la producción de maíz AG-612 en un suelo con problemas físicos. Finca La Pradera (Granada), Meta. 1997A.

| Labranza | Maíz Después de* | | | | Promedio |
|-------------------|---------------------|---------------------|--------------|--------------|----------|
| | Caupí ^{1/} | Caupí ^{2/} | Soya | Sorgo | |
| Convencional | 4.781 | 4.255 | 4.396 | 2.662 | 4.023 |
| Cinzel rígido | 4.581 | 3.448 | 3.467 | 3.358 | 3.715 |
| Cinzel vibratorio | 5.517 | 4.678 | 4.707 | 3.938 | 4.710 |
| Ambos cinceles | 5.456 | 5.128 | 4.192 | 3.910 | 4.671 |
| Promedio | 5.085 | 4.377 | 4.190 | 3.467 | |

^{1/} = Caupí incorporado; ^{2/} = Caupí como cobertura

* Rendimiento (kg/ha) al 15% de humedad

• Características Físicas y Químicas del Suelo

El suelo debe proporcionar a las raíces de las plantas las condiciones físicas adecuadas para su buen desarrollo y la suficiente disponibilidad de elementos nutritivos para que crezcan sin limitaciones, pero estas sufren cambios de acuerdo a las prácticas de uso y manejo a que son sometidos.

Los valores de resistencia que presenta el suelo para el desarrollo de las raíces de las plantas antes de la primera siembra, fueron muy altos: entre 1.36 y 2.84 Mpa confirmando la presencia de capas compactas a 10 cm de profundidad en el perfil del suelo. Un año después de establecido los sistemas de labranza y la rotación de cultivos, la medida de resistencia donde estuvo el arroz, aunque presentó valores altos entre 1.51 y 2.91 Mpa se observa cierta tendencia a disminuir en los primeros 18 cm de profundidad; es decir, se está mejorando físicamente la parte donde estaba presente la capa compacta, (Tabla 4). Igual sucede con el cultivo del maíz, el cual presen-

ta menores valores de resistencia entre 1.36 y 2.72 Mpa en los primeros 18 cm de profundidad, siendo menores éstos, entre 1.36 y 2.58 Mpa, en la franja donde se sembró soya, (Tabla 5).

Tabla 4. Efecto del sistema de labranza y la rotación de cultivos sobre la resistencia a la penetración (Mpa)* en un suelo con arroz¹. Meta, 1996B y 1997B.

| Profundidad (cm) | 1996B** Inicial | 1997B*** | | | |
|------------------|-----------------|--------------|------|---------------|------|
| | | Convencional | | Cinzel Rígido | |
| | | Caupí | Soya | Caupí | Soya |
| 0 - 6 | 1.36 | 1.63 | 1.68 | 1.51 | 1.53 |
| 6 - 12 | 2.77 | 2.27 | 2.34 | 2.37 | 2.38 |
| 12 - 18 | 2.84 | 2.72 | 2.68 | 2.63 | 2.71 |
| 18 - 24 | 2.17 | 2.85 | 2.97 | 2.55 | 2.87 |
| 24 - 30 | 2.45 | 2.90 | 2.72 | 2.89 | 2.65 |
| 30 - 36 | 2.52 | | 2.58 | 2.78 | |
| 36 - 42 | 2.41 | | 2.70 | 2.91 | |

*: Mpa: Megapascal = kg fuerza x 0.0762; **: suelo con 18.30% de humedad; ***: suelo con 24.11% de humedad

¹ Finca La Pradera (Granada)

Tabla 5. Efecto del sistema de labranza y la rotación de cultivos sobre la resistencia a la penetración (Mpa)* de un suelo con maíz¹. Meta, 1996B y 1997B.

| Profundidad (cm) | 1996B** Inicial | 1997B*** | | | |
|------------------|-----------------|-------------------|-----------------|------|-------|
| | | Convencional | | | |
| | | Caupí incorporado | Caupí cobertura | Soya | Sorgo |
| 0 - 6 | 1.36 | 1.43 | 1.41 | 1.36 | 1.52 |
| 6 - 12 | 2.77 | 1.95 | 1.87 | 1.76 | 1.90 |
| 12 - 18 | 2.84 | 2.58 | 2.72 | 2.58 | 2.67 |
| 18 - 24 | 2.17 | 2.86 | 2.77 | 2.49 | 2.99 |
| 24 - 30 | 2.45 | 2.77 | 2.75 | 2.91 | 2.89 |
| 30 - 36 | 2.52 | 2.92 | 2.63 | 2.74 | 2.54 |
| 36 - 42 | 2.41 | 3.16 | 2.49 | 3.20 | 2.70 |

*: Mpa: Megapascal = kg fuerza x 0.0762; **: suelo con 18,30% de humedad; ***: suelo con 24,11% de humedad

¹ Finca La Pradera (Granada)

La densidad aparente del suelo, otra medida que indica problemas de compactación o adensamiento, antes de implementar los sistemas de labranzas y rotación de cultivos presentaba un valor normal de 1.30 g/cc en los primeros 10 cm y altos valores 1.36 y 1.46 g/cc entre 20 y 30 cm de profundidad. Un año después al comparar arroz rotado con caupí y soya, con labranza convencional y cincel rígido, no hubo diferencias entre ellos, con valores altos entre 1.33 y 1.44 g/cc, lo cual es explicable porque el suelo por su misma constitución genética tiende a reacomodar sus partículas, (Tabla 6). Con el maíz rotado con caupí sí hay diferencias entre labranza convencional y con cincel vibratorio, presentando la labranza convencional los mayores valores de densidad, entre 1.30 y 1.52 g/cc, en tanto que el cincel vibratorio contribuyó con la aireación y porosidad del suelo, por lo que los valores fueron mas bajos, entre 1.23 y 1.43 g/cc. Al comparar caupí incorporado al suelo con un pase de rastra con el caupí dejado como cobertura, se observan los menores valores de densidad en el tratamiento donde se dejó el caupí o abono verde como una cobertura, (Tabla 7).

Tabla 6. Efecto de la labranza convencional y con cincel rígido en la densidad aparente (g/cc) de un suelo de vega de arroz rotado con caupí como cobertura y soya. Finca La Pradera (Granada), Meta. 1996B y 1997B.

| Profundidad (cm) | 1996B** Inicial | 1997B*** | | | |
|---------------------|--------------------|--------------|------|---------------|------|
| | | Convencional | | Cincel Rígido | |
| | | Caupí | Soya | Caupí | Soya |
| 0 - 10 | 1.30 | 1.37 | 1.33 | 1.35 | 1.38 |
| 10 - 20 | 1.36 | 1.39 | 1.42 | 1.44 | 1.38 |
| 20 - 30 | 1.46 | 1.38 | 1.42 | 1.40 | 1.37 |

** : suelo con 18.30% de humedad; *** : suelo con 24.11% de humedad

Tabla 7. Efecto de la labranza convencional y con cincel vibratorio en la densidad aparente (g/cc) de un suelo de vega de maíz rotado con caupí. Finca La Pradera (Granada), Meta. 1996B y 1997B.

| Profundidad (cm) | 1996B** Inicial | 1997B*** | | | |
|---------------------|--------------------|----------------------|--------------------|----------------------|--------------------|
| | | Convencional | | Cincel vibratorio | |
| | | Caupí incorporado | Caupí cobertura | Caupí incorporado | Caupí cobertura |
| 0 - 10 | 1.30 | 1.30 | 1.32 | 1.23 | 1.31 |
| 10 - 20 | 1.36 | 1.46 | 1.41 | 1.40 | 1.38 |
| 20 - 30 | 1.46 | 1.51 | 1.52 | 1.43 | 1.43 |

** suelo con 18 30% de humedad, *** suelo con 24 11% de humedad

Desde el punto de vista químico también hay cambios en el contenido de nutrientes en el suelo dependiendo del manejo que se dé. Para el caso de la soya y sorgo con labranza convencional y con cincel rígido se observó que partiendo de un suelo ácido (pH 5.8, con 2% de materia orgánica y 3 ppm de fósforo en un semestre con soya y sorgo) el suelo se acidificó un poco (pH 5.2 a 5.3), aumentó la materia orgánica y el fósforo (2.4% y 4 ppm) donde estuvo sembrada la soya con labranza convencional, (Tabla 8).

En cuanto al contenido de bases intercambiables, al cabo de un semestre con soya y sorgo, con los sistemas de labranza convencional y cincel rígido, aumentaron los contenidos de calcio y magnesio. Al comparar los dos cultivos entre sí bajo el mismo sistema de labranza con cincel rígido, se observa disminución del contenido de Ca y Mg para la soya y aumento de estos dos elementos para el sorgo, aportando este último más potasio al suelo, (Tabla 9). Es muy importante tener en cuenta los cultivos en rotación, pues su reciclaje de nutrientes es diferente y a veces se ve favorecido un nutriente por determinado sistema de labranza.

Tabla 8. Efecto de la labranza convencional y con cincel rígido sobre las características químicas de un suelo de vega con soya y sorgo. Finca La Pradera (Granada), Meta. 1996B y 1997A.

| Tratamiento | pH | M.O. (%) | P (ppm) |
|---------------------|-----|-------------|------------|
| Inicial (96B) | 5.8 | 2.0 | 3 |
| Convencional soya | 5.2 | 2.4 | 4 |
| Cincel rígido soya | 5.2 | 1.9 | 2 |
| Convencional sorgo | 5.2 | 1.8 | 2 |
| Cincel rígido sorgo | 5.3 | 2.0 | 3 |

Tabla 9. Efecto de la labranza convencional y con cincel rígido en la acidez y bases intercambiables de un suelo de vega con soya y sorgo. Finca La Pradera (Granada), Meta. 1996B y 1997A.

| | Al | Ca | Mg meq/100 g | K | Na |
|---------------------|-----|------|-----------------|------|------|
| Inicial (96B) | 1.0 | 1.97 | 0.82 | 0.09 | 0.20 |
| Convencional soya | 0.8 | 3.06 | 0.77 | 0.09 | 0.19 |
| Cincel rígido soya | 1.2 | 2.34 | 0.69 | 0.09 | 0.17 |
| Convencional sorgo | 1.1 | 2.17 | 0.67 | 0.11 | 0.20 |
| Cincel rígido sorgo | 1.0 | 2.83 | 0.79 | 0.11 | 0.18 |

Leguminosas como abono verde:

Diferentes autores reportan las bondades de la incorporación de los abonos verdes en las características químicas, biológicas y algo en las características físicas del suelo, pero es muy poco lo que se reporta cuando estos abonos verdes son manejados como cobertura. En este trabajo de investi-

gación se incorporó caupí de 45 días de edad con rastra y se realizaron muestreos de suelo a los 15, 30 y 120 días después de la incorporación, para observar los cambios inducidos en el suelo.

A los 30 días de incorporado el material hay más cantidad de materia orgánica (2.8%), fósforo (8 ppm), magnesio (0.73 meq/100 g) y potasio (0.21 meq/100 g), pero si no se siembra un cultivo que lo aproveche, parte de estos nutrientes se pierden. A los 120 días, al comparar el contenido de nutrientes en el suelo en el sitio donde se incorporó el caupí y donde se dejó éste como cobertura, prácticamente no hubo diferencias en el contenido de la materia orgánica y fósforo ; por el contrario, aumentó el contenido de Ca y Mg donde se dejó la leguminosa como cobertura, (Tabla 10 y 11). Con esta última información y con el sistema de manejo de utilizar una leguminosa como caupí, crotalaria y vitabosa en rotación, es mejor dejarla como una cobertura, pues habrá protección del suelo, menos pérdida de nutrientes y un menor reacomodo de las partículas del suelo.

Tabla 10. Efecto de la incorporación de caupí de 45 días de edad, a los 15, 30 y 120 días después de la incorporación en algunas características químicas de un suelo de vega. Finca La Pradera (Granada), Meta. 1997-A

| Manejo | pH | M.O. (%) | P (ppm) |
|--|-----|-------------|------------|
| Caupí Incorporado a los 15 días después | 5.0 | 2.6 | 4 |
| Caupí Incorporado a los 30 días después | 5.2 | 2.8 | 8 |
| Caupí Incorporado a los 120 días después | 5.2 | 2.0 | 2 |
| Caupí como Cobertura a los 120 días | 5.3 | 2.1 | 2 |

Tabla 11. Efecto de la incorporación de caupí de 45 días de edad, a los 15, 30 y 120 días después en la acidez y bases intercambiables de un suelo de vega. Finca La Pradera (Granada), Meta, 1997A.

| Manejo | Al | Ca | Mg | K | Na |
|--|-----------|------|------|------|------|
| | meq/100 g | | | | |
| Caupí Incorporado a los 15 días después | 1.5 | 2.56 | 0.69 | 0.18 | 0.16 |
| Caupí Incorporado a los 30 días después | 0.8 | 2.47 | 0.73 | 0.21 | 0.16 |
| Caupí Incorporado a los 120 días después | 1.1 | 2.59 | 0.54 | 0.11 | 0.18 |
| Caupí como Cobertura a los 120 días | 0.9 | 2.87 | 0.84 | 0.08 | 0.19 |

Para complementar la información de los abonos verdes se están evaluando otros materiales vegetales, teniendo en cuenta producción de biomasa y sistema radicular para tratar de trabajar con materiales que actúen como subsoladores biológicos, ya que la mejoría que se logra en las características físicas del suelo con las labranzas, es temporal, por lo cual es necesario involucrar otras especies vegetales que ayuden a la agregación del suelo a través de sistemas radiculares densos y profundos. En un suelo ácido de terraza alta en el Centro de Investigación La Libertad (Villavicencio), se evaluaron algunos materiales leguminosos muy superiores en producción de biomasa a los materiales de común uso como los caupí y la *Crotalaria juncea*, sobresaliendo la *Crotalaria spectabilis* con 7.114 kg/ha, *Cannavalia ensiformis* con 6.143 kg/ha y un sistema radicular pivotante que podría servir como subsolador biológico, *Stizolobium deeringianum* (vitabosa) con 5.504 kg/ha muy agresiva y controla eficientemente la maleza caminadora (*Rotboelia exaltata*), uno de los principales limitantes de la producción de arroz, maíz y soya en el Piedemonte y *Crotalaria ochroleuca* con 4.761 kg/ha, (Tabla 12).

Tabla 12. Producción de biomasa (materia seca, kg/ha) de 10 materiales leguminosos a 50% de floración. C.I. La Libertad, Villavicencio. 1997B.

| Material | Biomasa (kg/ha) |
|----------------------------------|------------------------|
| <i>Crotalaria spectabilis</i> | 7.114 a |
| <i>Cannavalia ensiformis</i> | 6.143 ab |
| <i>Crotalaria striata</i> | 6.044 ab |
| <i>Stizolobium deeringianunn</i> | 5.504 abc |
| <i>Crotalaria ochroleuca</i> | 4.761 bcd |
| Caupí calamary | 3.727 cde |
| Caupí llanura | 3.138 de |
| Caupí L-590 | 3.103 de |
| <i>Crotalaria juncea</i> | 3.059 de |
| Caupí L 520 | 2.333 e |

Promedios con la misma letra no difieren significativamente entre sí (Tukey 0.05)

Entre las bondades de éstas leguminosas están los aportes de nutrientes al suelo. Por ejemplo, la *Cannavalia ensiformis* aportó 150 kg de N, que equivale a 3 bultos de urea; 106 kg de K, que equivale a 1.5 bultos de KCl, 36 kg de Ca y algo de P y Mg, (Tabla 13). Estos mismos materiales se han sembrado en las vegas (suelos de mejor fertilidad) para observar su comportamiento y actualmente se está multiplicando semilla de gramíneas (milleto, millo, sorgos y maíces forrajeros) para incluirlos en los sistemas de manejo de suelos.

Tabla 13. Aporte de nutrientes (kg/ha) al suelo por cinco leguminosas a 50% de floración. C.I. La Libertad, Villavicencio. 1997B.

| Especie | N | P | Kg/ha | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | K | Ca | Mg |
| Cannavalia | 150 a | 13 a | 106 a | 36 a | 12 b |
| Caupi calamary | 114 b | 12 ab | 69 b | 33 ab | 16 a |
| Caupi llanura | 91 bc | 10 bc | 50 bc | 25 bc | 11 b |
| Caupi L-590 | 85 c | 10 bc | 65 bc | 22 cd | 10 bc |
| Caupi L-520 | 54 d | 7 c | 35 c | 14 d | 7 c |

Promedios con la misma letra no difieren significativamente entre sí (Tukey 0.05)

CONCLUSIONES

Este trabajo está en su segundo año de evaluación, por lo cual las siguientes conclusiones son muy preliminares:

- En este suelo, con la presencia de una capa compacta, hay efecto benéfico por el uso del cincel rígido y vibratorio en el cultivo de maíz.
- La soya como cultivo de rotación de segundo semestre favoreció la producción con aumentos de 702 kg/ha más de arroz y 723 kg/ha más de maíz.
- La leguminosa caupí sembrada en el segundo semestre, es mejor como cobertura que incorporada al suelo.
- La *Cannavalia ensiformis* y *Stizolobium deeringianunn* son leguminosas con gran potencial para ser incluidos como coberturas en los sistemas de producción con arroz y maíz.

RECOMENDACIONES

- Para manejar un suelo es necesario determinar antes la problemática de éste

- Si hay problemas físicos, la labranza con cincel rígido o vibratorio ayuda a mejorar las características del suelo.
- Es necesario incluir una leguminosa como cobertura o en rotación con los cultivos anuales para hacer más sostenibles los sistemas de producción.
- La labranza y los abonos verdes deben ir unidos para habilitar agrícolamente los suelos degradados.

BIBLIOGRAFIA

- ANGEL S., D.I.; PRAGER, M.M. 1990. Evaluación de abonos verdes en sistemas de producción maíz-leguminosa. Suelos Ecuatoriales. Vol. XII. No. 2. p.13-27.
- CASTRO F., H.E.; AMÉZQUITA, C.E. 1991. Sistemas de labranza y producción de cultivos en suelos con limitantes físicos. Suelos Ecuatoriales. Vol. XXI. No. 1. p.51-54.
- DÍAZ, C.P.; NORTCHLIFF, S. 1985. Effects of tractor passes on the physical properties of an oxisol in the Brassilian Amazon. Tropical Agriculture. 62(3): 328-335.
- GUTIÉRREZ, P.D. 1992. Producción del sorgo de grano (*Sorghum bicolor* M.) bajo rotación de cultivos y uso de abonos verdes. Suelos Ecuatoriales. Vol. XXII. No. 1. p.106-111.
- HERRERA, P.; AMÉZQUITA, E.; GUERRERO, L.; RESTREPO, L.A. 1991. Efecto de la labranza en algunas propiedades físicas de un suelo andino. Suelos Ecuatoriales. Vol. XXI. No. 1. p.68-75.
- IGAC, 1978. Capacidad de uso actual y futuro de las tierras de la Orinoquia Colombiana.
- MILA, P.A. 1990. Estudio preliminar de la producción de biomasa del frijol terciopelo o vitabosa (*Stizolobium deeringianunn*) y su efecto como abono verde en la fertilidad de un suelo. C. I. Tulenapa, Urabá Antioqueño. Suelos Ecuatoriales. Vol. XX. No. 2. p.74-77.
- SOANE, B.D.; PIDGEON, J.D. 1975. Tillage requirements in relation to soil physical properties. Soil Science 199(5): 376-384.
- OBANDO, M.F. 1992. Informe Anual I.C.A. Sección de Recursos Naturales. Centro de Investigación La Libertad, Villavicencio, Meta.
- TAYLOR, H.M.; BURNETT, E. 1994. Influence of soil strength on the rootgrowth habits of plants. Soil Science. 98:147-180.
- VILLAR, S.H. 1990. Rotaciones y abono verde en el cultivo del algodónero(*Gossypium hirsutum*) en el Valle del César. Suelos Ecuatoriales. Vol. XX. No. 2:50-55.