

ARTÍCULO TÉCNICO

DEGRADACIÓN SIMULADA DE LA MATERIA SECA DEL MATARRATÓN (*Gliricidia sepium* Jacq.) Y SU RELACIÓN CON LA LIBERACIÓN DE NITRÓGENO EN UN ARREGLO AGROFORESTAL DE CULTIVO EN CALLEJONES CON MAÍZ (*Zea mays*).

Luz Adriana García¹ - Víctor Manuel Alzate¹ - Gustavo Adolfo Dávila Páramo² - Jorge Fernando Navia Estrada³ y Argemiro Domínguez Villafañe⁴

RESUMEN

Durante el año 2000 en el Centro de Investigación Palmira de Corpoica, se determinó por períodos de 2, 4, 8 y 16 semanas la degradación simulada de materia seca de matarratón (*Gliricidia sepium* Jacq) en el suelo, mediante la técnica de la bolsa de nylon. Se utilizó, en campo, un diseño estadístico de parcelas subdivididas con dos repeticiones. La parcela principal fue el ancho del callejón sembrado con matarratón a dos niveles 10 y 15 m. La subparcela, correspondió al tipo de siembra del matarratón en surco sencillo o doble. Los tratamientos fueron: T1: surcos dobles a 15 m. T2: surcos sencillos a 10 m. T3: surcos dobles a 10 m y T4: surcos sencillos a una distancia de 15m. La distancia entre plantas en cada uno de los tratamientos fue de 1m. La biomasa del matarratón presentó una tasa promedio de mineralización o degradación de 3.72% /semana y una tasa de liberación de Nitrógeno de aproximadamente 4.32% /semana, la cual se considera adecuada para mantener la presencia del elemento en el suelo. La mayor liberación de N y de mineralización de la materia seca se encontró entre las dos y las cuatro semanas de simulación. La mayor tasa de degradación de la materia seca del matarratón se presentó en el tratamiento T3; mientras que; la mayor liberación de Nitrógeno, se presentó en el tratamiento 1.

Palabras claves: Materia seca, matarratón, degradación simulada.

ABSTRACT

SIMULATED DEGRADATION OF THE DRY MATTER OF "MATARRATÓN" (*Gliricidia sepium* Jacq) AND ITS RELATION WITH THE NITROGEN LIBERATION IN A AGROFORESTAL ARRANGEMENT OF CULTURE IN ALLEYS WITH MAIZE (*Zea mays*).

The simulated degradation of the dry matter of "matarratón" (*Gliricidia sepium* Jacq) in the soil by the nylon stock - market technique during periods of 2,4,8 and 16 weeks was meder taken and the Corpoica research center of Palmira (Valle del Cauca - Colombia) in 2000. A split plot design with two replications was used The main plot was the wide of the alley planded with "matarratón", at two levels 10 and 15 m; the subplot was the type of sowing of "matarratón" (simple or double furrow), with four treatments: T1: Double furrows to 15 m., T2: Simple furrows at 10 m., T3: Double furrows at 10 m, and T4: Simple furrows at 15m. The distance between plants in each treatment was of the 1m. The biomass of "matarratón" showed an average of mineralización or degradation of 3.72% per week and a rate of Nitrogen liberation of approximately 4.32% per week, which is considered suitable to maintain the presence of the element in the ground; besides, it showed the great N liberation and mineralización of the dry matter between the two and four weeks of simulation. The best rate of dry matter degradation of "" was found in treatment 3, while the best Nitrogen liberation in treatment 1.

Key words: Dry Matter, "Matarratón", Simulated degradatión.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la materia orgánica (M.O.) para mejorar y mantener en equilibrio el ecosistema suelo ha sido reconocida por el hombre desde hace miles de años. De ahí la preocupación por mantener y conservar esta práctica dentro de las labores agrícolas de muchas civilizaciones; sin embargo, se desconocen en forma cabal muchas de sus características, propiedades y funcionamiento en el suelo (Burbano, 1994).

El uso y aumento del contenido de M.O. en monocultivos, mejora las características del suelo, y eleva la productividad de los de mismos. Se presenta, sin embargo, una disminución acelerada del contenido de humus por no incorporar residuos en el suelo. El manejo y utilización de residuos de cosecha es decisivo en la dinámica de la M.O y en la conservación de la fertilidad del suelo.

Los arreglos agroforestales, presentan una mejor estabilidad del recurso suelo por el reciclaje de nutrientes. La utilización de los residuos como cobertura "mulch", no sólo garantiza el reciclaje de la materia orgánica y elementos nutritivos

1. Estudiantes Ingeniería Ambiental y Recursos Naturales. Universidad Central del Valle del Cauca.
2. I.A CORPOICA Palmira. Email: gdavila@telesat.com.co y gadp@telesat.com.co
3. Profesor Asistente. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad de Nariño. Email: jomavia@udenar.edu.co
4. Economista agrario CORPOICA Palmira. Email: ardominguez@telesat.com.co

(humificación, mineralización); también causa efectos secundarios importantes, como la protección del suelo a las altas temperaturas y las lluvias, el mejoramiento de las condiciones para la vida de los microorganismos y provee la aireación y retención de agua (Fassbender, 1993).

La velocidad de degradación de un material orgánico en el suelo es, por lo general, alta en un principio; hasta que los compuestos de fácil degradación, como proteínas, almidones y azúcares han desaparecido. Las biomoléculas de celulosa, hemicelulosa y lignina que, permanecen, aunque degradadas, son las que disminuyen la velocidad de descomposición pero, a la vez, brindan una barrera de protección al suelo y facilitan el almacenamiento o acumulación de M.O.

Las formas de acumulación y las cantidades de la reserva en la biomasa-plantas-animales y microorganismos difieren notablemente entre elementos químicos, ya que cada uno juega un papel fisiológico determinado. Con la producción de residuos vegetales se trasladan cantidades notables de elementos químicos a la capa de mantillo, donde se acumulan temporalmente. En condiciones climáticas tropicales, donde hay temperaturas relativamente altas, la velocidad de mineralización de la hojarasca es rápida, así se liberan nuevamente los elementos químicos pasando, en su forma iónica, a la solución del suelo, donde nuevamente están disponibles para las plantas (Fassbender, 1993).

Las proyecciones globales de calentamiento del planeta por el incremento paulatino del C atmosférico (desde 0.29 hasta 0.36 ml de CO₂ L⁻¹ de aire; de 0.07 a 0.09 mL de C. L⁻¹, respectivamente) durante el último siglo, indican un 5% de incremento anual actual (de origen industrial y por deforestación). Esta situación obliga la búsqueda de posibles estrategias a todo nivel, con el fin de disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera, con las cuales es posible revertir el flujo de C. Algunas de las que se han planteado a nivel macro son: la detención de la deforestación y la fijación del C edáfico o COS (Carbono orgánico del suelo).

Las acciones para incrementar COS se pueden lograr mediante varios procedimientos: a) Aumentando la producción (Aplicación clásica de fertilizantes o mediante la aplicación de riego); b) Aumentando artificialmente las entradas de C al suelo, mediante la adición de compost y lodos cloacales; c) Disminuyendo la tensión de O₂ en el suelo mediante la no remoción del suelo o principio de labranza reducida o cero; d) Siembra de cultivos forestales o agroforestales que garanticen la acumulación de biomasa y por ende la fijación de C en el suelo mediante la

incorporación de residuos del árbol (hojarasca) y/o del cultivo al suelo (residuos de cosecha), como la permanencia del C en la biomasa viva del árbol por varios años (Gallardo, 2002).

El matarratón *Gliricidia sepium*, es una planta con alto potencial productivo; su cultivo intensivo para abono verde o forraje ha demostrado, mediante la fijación de nitrógeno, que la incorporación de la hojarasca y los residuos de cosecha de tallos lignificados de cultivos asociados con esta especie, mantiene la fertilidad y la producción en niveles óptimos, debido al eficiente reciclaje de nutrientes. (Navia E., J.F y Dávila P, G.A. 2000).

El objetivo del trabajo fue evaluar algunas características de la descomposición de la biomasa del matarratón (*Gliricidia sepium*. Jacq) en condiciones simuladas de campo, para conocer su importancia como abono orgánico para el suelo y su potencial de permanencia y uso como mejorador de la calidad del mismo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó en el año 2000 en el Centro de Investigaciones de Corpoica Palmira, caracterizado por presentar un clima de Bosque seco tropical (bs-t), con promedio de precipitación de 1008 mm, altitud de 980 m.s.n.m., y temperatura de 24°C. La degradación simulada de la materia seca del matarratón (*Gliricidia sepium* jacq), en el suelo, se determinó mediante la técnica de la bolsa de nylon (Palm and Sanchez, 1990; Thomas y Asakawa, 1993) en periodos de 2, 4, 8 y 16 semanas.

El diseño estadístico en campo correspondió a parcelas subdivididas con dos repeticiones, donde la parcela principal fue el ancho del callejón sembrado con matarratón, a dos distancias (10 y 15 m); la subparcela, el tipo de siembra del matarratón (surco sencillo o doble). Los tratamientos fueron: T1: Surcos dobles a 15 m y a 1 m., T2: Surcos sencillos a 10 m., T3: Surcos dobles a 10 m. y T4: Surcos sencillos a una distancia de 15m. La distancia entre plantas fue de 1m para cada uno de los tratamientos.

Luego de 9 semanas de poda de nivelación y estabilización, el follaje obtenido en la producción de los arbustos de matarratón, en cada tratamiento, se llevó al horno de convección a 50°C hasta peso constante de 15g del follaje seco por cada tratamiento, se colocaron en bolsas de nylon de 20 x 20 cm y enmallado de 1mm, para un equivalente de 3.3 t.ha⁻¹ (Cobo, 1998, citado por Parra, F, 1999).

Dentro de cada parcela y junto a un arbusto o planta marcada, se ubicaron en 4 bolsas correspondientes a cada uno de los periodos de degradación preestablecidos. Cumplidos los periodos, las muestras se recolectaron, se limpiaron y se colocaron en bolsas plásticas para su posterior análisis en el laboratorio. Para cada uno de los periodos, se evaluaron las características de la biomasa, realizando el seguimiento de la pérdida de peso y la liberación del Nitrógeno, con el fin de conocer su

importancia como abono orgánico, su potencial de uso y permanencia en el mejoramiento de la calidad del suelo.

La descomposición del material evaluado mediante la pérdida de peso correspondiente a cada tiempo de degradación generó un porcentaje de peso seco remanente (%PSR), calculado mediante el cociente del peso seco al horno del material remanente, por tiempo, sobre el peso seco al horno del material inicial (Miah et al, 1993, citado por Parra, 1999). Los cálculos son expresados de la siguiente forma.

$$\%PSR = (\text{Peso seco al horno. tiempo} / \text{peso seco inicial al horno}) \times 100$$

La evaluación de la liberación del contenido del nitrógeno se determinó sobre las muestras de matarratón, depositadas en las bolsas de nylon, a las que se les determinó el porcentaje de nitrógeno remanente (NR). El contenido inicial de nitrógeno (N) de los materiales (%NR) a cada tiempo de evaluación, fue calculado por el cociente entre porcentaje de nitrógeno remanente al tiempo y el porcentaje de N inicial y multiplicado por el porcentaje de peso seco remanente (%PSR). El porcentaje de N liberado (NL) fue la diferencia entre el 100% y el %NR (Miah et al, 1993, citado en Parra, 1999). Si el NL es negativo, existe inmovilización; mientras que si es positivo, hay mineralización de los residuos en descomposición. Los cálculos se expresaron así:

$$\%NR = (\%N \text{ remanente al tiempo, T} / \%N \text{ inicial}) \times \%PSR$$

$$\text{y NL} = 100 - \%NR$$

Tabla 1. Caracterización físico - química de los suelos por cada uno de los tratamientos al momento inicial del ensayo. Centro de Investigación Palmira. CORPOICA 2000.

Tratamiento	pH (1:2,5)	N-Total %	M.O %	P ppm	S ppm	Ca ppm	Mg ppm	K ppm	Na ppm	ClCreal ppm	C.E. dS/m	Textura
T1R1	7.00	0.14	2.63	18.00	6.40	14.98	12.60	0.50	0.26	22.12	0.51	Ar
T1R2	7.00	0.16	3.14	23.80	8.40	16.92	14.37	0.61	0.25	26.24	0.47	Ar
T2R1	6.80	0.20	3.45	10.30	7.40	12.89	12.10	0.49	0.23	23.22	0.51	F.Ar
T2R2	7.10	0.11	3.45	9.30	15.10	15.52	14.75	0.68	0.28	25.76	0.72	F.Ar
T3R1	7.30	0.18	3.45	43.30	8.30	14.50	11.45	0.57	0.22	22.96	0.85	F.Ar
T3R2	7.10	0.08	3.45	18.80	6.90	10.66	9.92	0.39	0.22	23.60	0.29	F.Ar
T4R1	7.30	0.08	4.37	23.90	7.40	12.80	10.10	0.40	0.23	21.60	0.54	F.Ar
T4R2	7.20	0.06	2.52	17.30	8.00	10.87	9.66	0.47	0.25	21.10	0.90	F.Ar

Luego de 2 semanas de evaluación, el promedio de los tratamientos reportó un peso residual de 8,91g (Tabla 2). La pérdida promedio en esa etapa correspondió a un 40.6% del peso inicial (15g), siendo mayor en el

El análisis de otros elementos como P, Ca, Mg, K, Na, Fe, Cu, Zn y Mn en los tejidos, se realizó por digestión vía húmeda $H_2SO_4 + HClO_4$ en presencia de metanol ácido en plancha caliente y valoraciones por colorimetría y AA. El N-Total se determinó por el método del Indofenol azul ($C_{12}H_9NO_2$) y lectura calorimétrica a 630nm. El C.O se determinó por el método de Walkley&Black. Los polifenoles solubles se determinaron por el método adaptado por King and Heath (1967) y Allen et al (1947), citados por Parra (1999) para analizar polifenoles extractables. Las ligninas se determinaron por medio del método del ácido detergente de Van Soest (1963).

RESULTADOS

Sobre un vertisol típico (*Typic Epiaquert*), los suelos exhibieron inicialmente una reacción desde ligeramente ácida hasta neutra; los contenidos de M.O variaron desde "adecuados" a "altos"; el N-Total se presentó en valores adecuados; el P desde "deficiente hasta "alto; el S disponible desde contenidos medios hasta altos; las bases intercambiables fueron altas en contenido de Ca, Mg y K y bajas en sodio, no manifestaron problemas de concentración de sales y la textura varió desde Arcillosa a Franco Arcillosa, tal como se aprecia en la Tabla 1.



tratamiento T1 (7.34g). Sobre las 4 semanas, el promedio de peso residual fue de 6,18g equivalente a la pérdida de un 58,8% del peso inicial, siendo mayor la degradación en el tratamiento T3 (4.54g). En las 8 y 16 semanas finales, el

porcentaje de degradación fue de 67,5 y 71,4% respectivamente, para el conjunto de los tratamientos investigados; encontrándose que, el promedio de peso residual de los tratamientos de la biomasa del matarratón, fue 6,06g durante las 16 semanas del ensayo, lo cual corresponde a una tasa de degradación de 3.72%/semana. La mayor degradabilidad de la biomasa del matarratón, al final del ensayo, se obtuvo en el tratamiento T3 (10x1

surcos dobles) con 3.26 y 3.01g de peso remanente en la semana 8 y 16 respectivamente y un promedio de 4,58g durante las 16 semanas del ensayo. La menor degradabilidad correspondió al tratamiento 2 (10 x 1 sencillo) con un promedio de 7,93g de peso remanente al final de las 16 semanas que duró el ensayo.

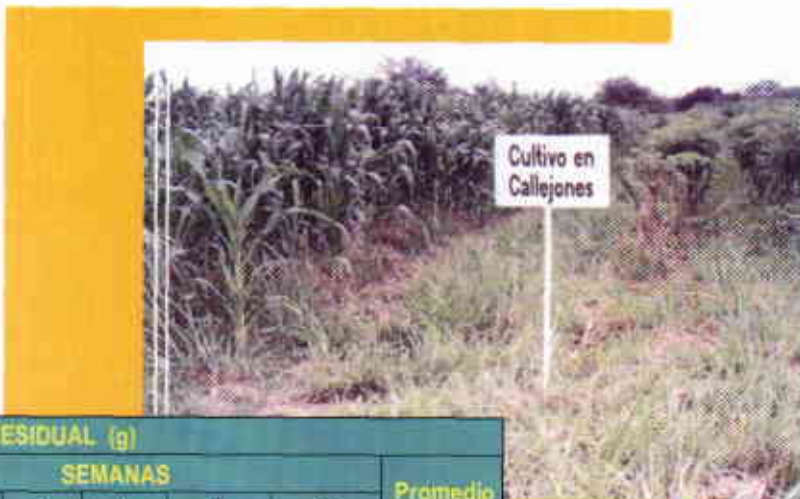


Tabla 2. Peso seco residual de la biomasa del matarratón durante el tiempo de evaluación (16 semanas). Centro de Investigación Palmira. CORPOICA 2000.

Tratamiento	PESO SECO RESIDUAL (g)					Promedio
	Peso Inicial	SEMANAS				
T1SD(15x1)	15	7.34	4.69	3.37	3.02	4.6
T2SS(10x1)	15	10.38	7.85	7.02	6.46	7.93
T3SD(10x1)	15	7.53	4.54	3.26	3.01	4.58
T4SS(15x1)	15	10.4	7.67	5.85	4.64	7.14
Promedio	15	8.91	6.18	4.87	4.28	6.06
% degradabilidad	100	40.6	58.8	67.53	71.46	59.6
Tasa de degradación (g/semana)		20.3	14.7	8.44	4.46	3.72

Mediante una ecuación de regresión logarítmica, ajustada a un modelo de la forma $Y = -6.78 \ln(X) + 14.34$ donde la X representa el tiempo transcurrido en semanas, el coeficiente de determinación fue del 97% indicando que este modelo se considera apropiado para explicar la degradación de la biomasa del matarratón en el suelo a través del tiempo. La velocidad de degradación de la biomasa promedio fue de 6.78 gr. por semana, como se muestra en la figura 1.

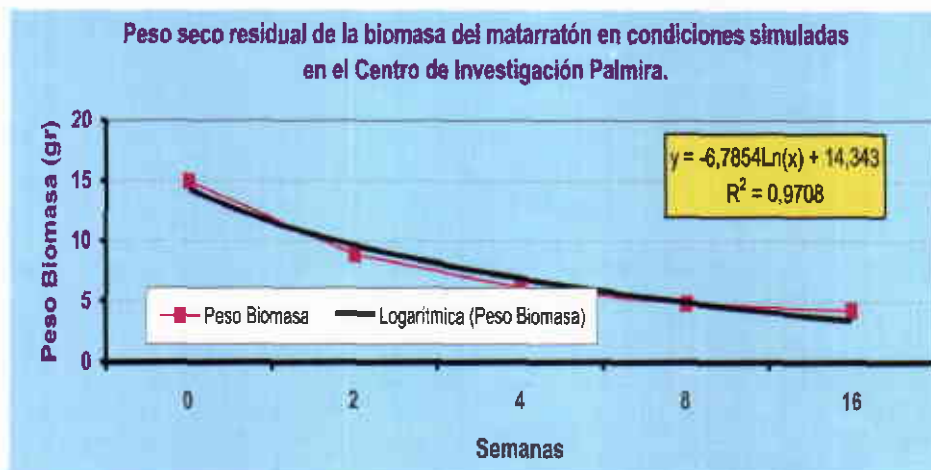


Figura 1. Peso residual de la biomasa del matarratón a través del tiempo (16 semanas) y ecuación de regresión logarítmica ajustada.

Luego de dos semanas de evaluación, a nivel del promedio de los tratamientos, se encontró un 46,8% de Nitrógeno libre. Al cabo de la cuarta semana, los tratamientos en promedio alcanzaron un 65% de Nitrógeno libre, indicando una mayor tasa de mineralización de la materia seca del matarratón en ese periodo. Sobre el final del experimento (semana 16) la liberación del Nitrógeno aumentó hasta un 88.2%, presentando un promedio de liberación de 5,5% de Nitrógeno libre/semana de acuerdo con el

modelo ajustado de la recta.

El promedio de liberación de Nitrógeno por semana durante de las 16 semanas utilizadas para el ensayo fue de 4.32%. El tratamiento T1 (15 x 1) mostró la mayor tasa de liberación de nitrógeno promedia (80.85%); mientras que el T3 (10 x 1) la menor (61.85%) luego de las 16 semanas planificadas para el ensayo. Los resultados promedios de la liberación del Nitrógeno libre por la biomasa del matarratón se presentan en la Tabla 3.



Tabla 3. Porcentaje de Nitrógeno libre determinado en bolsa de nylon luego de 16 semanas

PORCENTAJE DE NITROGENO LIBRE DETERMINADO EN BOLSA DE NYLON					
Tratamiento	SEMANAS				Promedio
	2	4	8	16	
T1SD(15x1)	63.53	76.58	90.36	92.96	80.85
T2SS(10x1)	35.55	57.89	70.87	88.75	63.26
T3SD(10x1)	29.81	56.07	70.29	91.24	61.85
T4SS(15x1)	58.34	69.77	71.22	79.87	70.55
Promedio	46.80	65.00	76.43	88.20	69.13
%N Liberado/semana	23.40	16.25	9.55	5.51	4.32

.La liberación del nitrógeno ocurre paralelamente con la descomposición o degradación de la materia seca del matarratón. La velocidad a la que libera el nitrógeno de la materia seca del matarratón fue superior a la velocidad de mineralizaron de la materia seca del matarratón colocada en el suelo, sobre todo en las primeras semanas.

como indicadores de la degradación de la materia orgánica y liberación del Nitrógeno de residuos de follaje en el suelo: N, Lignina (L), Polifenoles (P) y sus relaciones proporcionales L/N, L+P/N y C/N. Los coeficientes de correlación encontrados, para esas relaciones en este estudio, se muestran en la Tabla 4; observándose correlaciones altamente significativas en las relaciones N y PPMS, C y L+P/N; las demás, presentaron correlaciones bajas.

Thomas y Asakawa (1993) citados por Parra (1999) reportan

Tabla 4. Coeficientes de correlación de Pearson entre el N-libre y las determinaciones de perdida de peso de materia seca (PPMS), Carbono (C), Relación C/N, L/N y L+P/N.

Indicador	PPMS	C	L/N	C/N	L+P/N
N	0.907	0.992	0.104	0.042	0.890
Pr>F	0.0001	0.0001	0.699	0.8754	0.001

El % de C.O al igual que el N-libre presentó los mayores valores de correlación y de liberación entre las 2 y las 4 semanas del estudio corroborando que, durante este

periodo, se presentó la mayor mineralización, después de esto, decreció hasta un valor aproximado del 27,52% sobre las 16 semanas, tal como se aprecia en la Figura 2.

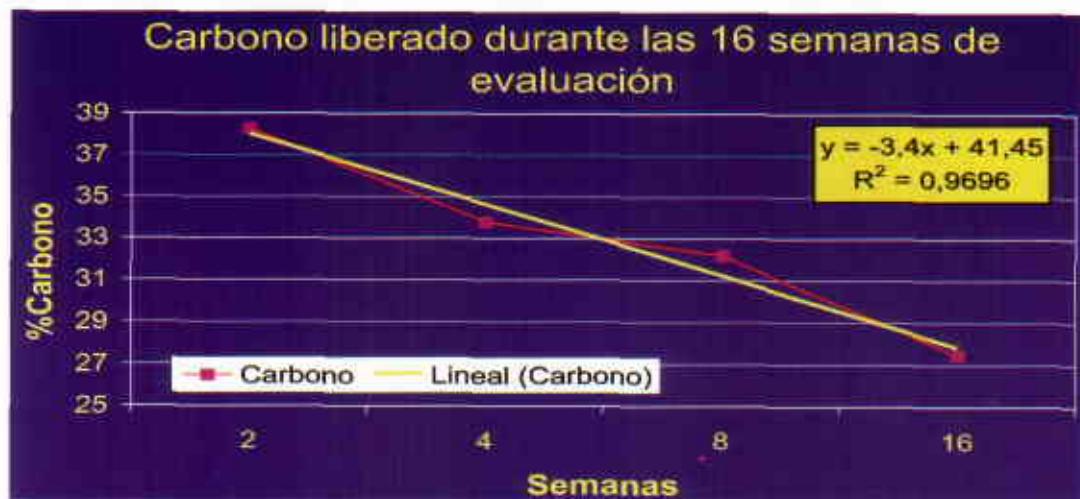


Figura 2. Carbono Orgánico liberado por la biomasa del matarratón durante las 16 semanas de evaluación en campo.

CONCLUSIONES

1. Para las condiciones del estudio, la biomasa del matarratón presentó una tasa de mineralización simulada o degradación promedia de la materia seca inicial de 3,72%/semana, con máximo promedio de degradación de 71,4% sobre las 16 semanas de estudio, especialmente en los tratamientos T3 (10 x 1m) y T1(15 x 1m) a surco doble, respectivamente, por lo cual los residuos foliares del matarratón colocados superficialmente sobre el suelo garantizan una alta permanencia y cobertura sin alcanzar su degradación total, lo cual es particularmente positivo si el objetivo de la especie es mejorar las características físico químicas del suelo en ambientes de poca precipitación (Formar suelo).

2. Entre la 2ª y 4ª semanas de estudio, los tratamientos en promedio alcanzaron un 65% de Nitrógeno libre, indicando que la mayor tasa de mineralización de la materia seca del matarratón ocurre durante este periodo a razón de un promedio de liberación de 4,32% de Nitrógeno libre/semana; siendo relativamente más alta la tasa de liberación de N que la de mineralización de la materia seca del abono aplicado al suelo. Lo anterior permite mantener la presencia adecuada del N en el suelo en un periodo relativamente largo, suficiente para satisfacer las necesidades de cultivos de alta exigencia al suelo tipo Maíz.

BIBLIOGRAFÍA

- BURBANO, O. H. 1994. La materia orgánica del suelo en el contexto de una agricultura sostenible. En Fertilidad de suelos diagnóstico y control. S.C.C.S., Sta. fe de Bogotá D.C.
- FASSBENDER, H. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Segunda edición, CATIE, Turrialba, Costa Rica. 530 p.
- GALLARDO, L. J.F. 2002. Agotamiento de la materia

orgánica del suelo: El papel de la reserva edáfica y el secuestro del C atmosférico. En Memorias XI Congreso de la Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Simposios. Cali, Colombia. CD-Room.

- NAVIA J. F. Y DÁVILA P. G.A. 2000. Producción de Maíz en un cultivo en callejones con matarratón (*Cliciridia sepium. Jacq*). En: Suelos Ecuatoriales. IX Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo. Paipa (Boyacá). Vol: 30, Nº 2. Diciembre 2000. ISSN 0562-5351. P: 111-116.
- PALM, C.A.; SANCHEZ, P.A. 1990. Descomposition and nutrient release of the leaves of three tropical legumes. 2(4):330-338
- PARRA, F. 1999. Introducción y evaluación de especies herbáceas y arbustivas forrajeras en laderas de los departamentos del Cauca y Valle del Cauca, Colombia, Palmira, 77p. Tesis (postgrado en ciencias agrarias con énfasis en producción animal) Universidad Nacional de Colombia.
- THOMAS R; ASAKAWA N.M. 1993. Descomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. In soil Biol. Biochem. Vol.25, Nº. 10, pp 1351-1361.
- VAN SOEST, P.J. 1963. Use of detergents in the análisis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determinación of fiber and lignin. J. Assoc. Official Agr. Chem. 46(5):829

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar sus más sinceros agradecimientos a los auxiliares de técnico y del laboratorio de Suelos, Aguas y Tejidos Foliares CORPOICA: Gregorio Girón, Octavio Gómez, Antony Rueda, Aurelia Roa, Édison Castillo, Farly Lucumí, Róbinson Rojas, Aydelber Herrera y Luis Alberto López por su inmensa colaboración.