

# UNIVERSIDAD LAVAL

**Facultad de Ciencias Forestales y Geomática**

Departamento de la Madera y Ciencias Forestales

## «METODO DE APLICACIÓN Y DE EVALUACIÓN PARA EL USO DE LA MADERA RAMEAL FRAGMENTADA»

**Dr Valentin Furlan Profesor**  
Agriculture Canadá

**Gilles Lemieux**  
Universidad Laval

**ORIGINAL FRANCÉS**

versión española: Profesor José Marcano

<http://forestgeomat.for.ulaval.ca/brf>

**Publicación N° 90**

Mayo 1997

Publicado por el

**Grupo de Coordinación sobre Madera Rameal**

Departamento de la Madera y Ciencias Forestales

Ciudad Québec G1K 7P4

QUEBEC Canadá

# METODO DE APLICACIÓN Y DE EVALUACIÓN PARA EL USO DE LA MADERA RAMEAL FRAGMENTADA

Gilles Lemieux<sup>1</sup> y Valentin Furlan<sup>2</sup>

## Características pedogenéticas de la madera rameal fragmentada

La **Madera Rameal Fragmentada** o **MRF** se produce a partir de ramas que tengan un diámetro inferior a 7 cm. Estas son fragmentadas en pequeños pedazos de 1 a 10 cm de longitud los cuales se prestan bien a una invasión de hongos basidiomicetos. Estos hongos transforman la MRF transfiriendo los nutrientes hacia la biomasa microbiana y contribuyen a la despolimerización de la lignina joven. Esta vía conduce a la formación de humus, de los ácidos húmico y fúlvico, la base misma de la pedogénesis y de la constitución de las cadenas tróficas.

### ***Fuentes y propiedades de la MRF***

La MRF se produce esencialmente a partir de las ramas de las plantas leñosas utilizando partes que no tienen, o tienen poca, utilidad como leña o madera. Sin embargo, se ha comprobado que, desde el punto de vista biológico, es justamente esas partes las que contienen numerosos compuestos (ejemplos: celulosas, hemicelulosas, lignina, proteínas, glúcidos, fitohormonas) que serán transformadas en formas simples o complejas por los microorganismos del suelo. Al mismo tiempo, se vuelven disponibles los elementos minerales (ejemplos:  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$  o  $\text{HPO}_4^{2-}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , y orgánicos tales como las enzimas, etc.). Todas estas sustancias, puestas en circulación en el suelo, son indispensables para el crecimiento de los vegetales, la constitución de las cadenas tróficas lo mismo que para la estructuración del suelo por un conjunto de mecanismos propios de la pedogénesis. Idealmente, la MRF debe ser incorporada al suelo tan pronto sea producida. Es necesario evitar la fermentación por vía de la formación de "compost".

### ***Modo de evolución de la MRF en el suelo***

Para que la aplicación de la MRF sea de provecho, es necesario que esté bien contacto con el suelo, en la forma de una capa nueva, en el medio forestal, o mezclada con el suelo en medios agrícolas u hortícolas. Si esta exigencia inicial no se respeta, la eficacia de la MRF estará comprometida. Si la colonización primaria de la MRF se inicia con bacterias o actinomicetos, los basidiomicetos

---

<sup>1</sup> Profesor del Departamento de Ciencias de la Madera y del Bosque, Universidad Laval, Québec, G1K 7P4, Québec, Canada.

<sup>2</sup> Investigador en la Estación de Investigaciones de Agriculture Canada, boul. Hochelaga Sainte-Foy, G1V 2J3, Québec, Canada.

serían relegados y la despolimerización de la lignina será aleatoria o inhibida. En tales casos, la transformación de la MRF se hará en detrimento del suelo y beneficiará poco, o nada, a las plantas. Esto tendrá por consecuencia perturbar la disponibilidad de los nutrientes y de los compuestos orgánicos que naturalmente influyen en el control del agua en el suelo.

Aún cuando actualmente esas ramas sean consideradas como desechos, según el lugar donde se encuentren, realmente es todo lo contrario en el plano del potencial de la regeneración físico-química y biológica, en especial de los suelos fuertemente degradados por las prácticas culturales intensivas convencionales.

### ***Justificación del momento oportuno para la aplicación de la MRF***

A fin de obtener los mejores resultados, la MRF debería incorporarse en el suelo en el otoño, y de preferencia luego de la caída de las hojas. Si todavía están presente las hojas, es importante evitar la fermentación de la MRF antes de que sea incorporada al suelo. La microflora pionera (basidiomicetos) que tiene las propiedades más ventajosas para asegurar una transformación de la MRF y de obtener el máximo de energía parece ya estar presente sobre las hojas y sobre las ramas. Ya que las transferencias energéticas suceden lentamente, por concentración de los ciclos bencénicos y la modificación de la estructura de la lignina, los nutrientes deben ser metabolizados por la biomasa microbiana, principalmente del micelio de los basidiomicetos. Es la microfauna fungívora la que asimilará los nutrientes y la energía contenida en la biomasa microbiana. Así, luego de una primera ingestión, las sustancias nutritivas son inmovilizadas en esta biomasa; de ahí, la ausencia de pérdidas por lixiviación hacia la capa freática o evitando las concentraciones tóxicas de polifenoles.

La actividad de la biomasa microbiana contribuirá a la disponibilidad gradual de los nutrientes, en la solución del suelo o por vía enzimática, para el crecimiento de las plantas. Habrá, entonces, un uso máximo de los nutrientes al mismo tiempo que se reducen las pérdidas. Esto explica los aumentos impresionantes en el rendimiento de numerosos cultivos que van desde 30% hasta 1,000%. Los efectos de la MRF aplicada al suelo pueden persistir durante un período bastante prolongado en medio templado; esto es, alrededor de 5 años para una aplicación inicial de 2 cm de MRF (200 m<sup>3</sup>/ha).

### ***Modificaciones resultantes de la aplicación de la MRF***

La aplicación de la MRF resulta inevitablemente en modificaciones sensibles diversas al nivel de las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, con una influencia sobre el crecimiento de las plantas cultivadas. He aquí las principales modificaciones que podrían ser observadas:

1. El suelo tomará un color más oscuro. Pero esto dependerá de la naturaleza de los diferentes suelos;
2. La estructura aparecerá bajo la forma de agregados estables al agua. El cemento estructural del suelo está constituido por polisacáridos exudados particularmente por los basidiomicetos. De esto resulta que una parte de los agregados contenga las sustancias nutritivas que son principalmente metabolizadas por la flora bacteriana edáfica en particular, formando así parte del ciclo energético. Es necesario, por lo tanto, proveer el aporte suplementario de materia prima a medida que es utilizada.
3. El mecanismo que acabamos de describir es el más importante en la prevención de la erosión del suelo donde a veces las pérdidas son considerables. Los agregados aseguran una mejor retención y circulación del agua en el suelo al mismo tiempo que facilitan una buena difusión de los gases (O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>).
4. En el Senegal, la aplicación de MRF a contribuido a eliminar los nemátodos del suelo que perjudican el crecimiento de plantas cultivadas. Se ha observado un control importante en medio templado. Se supone, también, que el control de la mosca blanca de los frutos podría ser reducir el exceso de nitrógeno libre en el suelo. De todas maneras, esto debe demostrarse a través de una investigación científica rigurosa.
5. Aumento del contenido en materia seca en la papa. Este es un fenómeno imprevisto y particularmente interesante que podría tener numerosas repercusiones en el plano económico. Lo mismo sería con la eliminación casi total de los esclerocios de *Scleroderma sclerotinium*.
6. En las gramíneas, la repartición de los compuestos orgánicos y de los elementos minerales en la paja y en los granos no es la misma en un campo que haya recibido MRF en relación con un campo testigo, sin MRF. Aún más, se ha registrado un aumento de 30% en el número de granos por espiga lo mismo que un aumento en la materia seca de los granos.
7. En Costa de Marfil, en un cultivo de maíz, el aumento en la masa de la materia seca ha sido del orden de 400% en presencia de MRF proveniente de dos especies vegetales (*Azadirachta indica* y *Gliricidia sepium*) aún cuando los rendimientos fueron menores con MRF de *Acacia auriculiformis*, *Senna siamea* y *Tectona grandis*.
8. En el Senegal, en los cultivos hortícolas en la zona de los Niayes, al este de Dakar, la aplicación de MRF ha permitido obtener aumentos en el rendimiento de 400% en el tomate ordinario, 300% en el tomate amargo (*Solanum aethiopicum*) y de 1,000% en la berenjena con relación a parcelas cultivadas sin MRF.

## ***Aprovisionamiento de MRF***

En la práctica, es preferible que los productores agrícolas y hortícolas tengan una fuente de aprovisionamiento de MRF próxima a sus lugares de cultivo. De todas formas, si este material falta en la región inmediata, podría importarse de otra región. Se recomienda de usar únicamente especies latifoliadas.

La producción de MRF puede hacerse con una cosechadora de maíz si son difíciles de encontrar las fragmentadoras forestales. En los primeros ensayos, es recomendable usar la MRF de especies vegetales bien identificadas y separadas unas de otras. Esto es para determinar los efectos de cada una de las especies sobre el mejoramiento de las propiedades físico-químicas y biológicas del suelo, lo mismo que sobre el rendimiento de los cultivos y otros. Luego, será posible hacer mezclas calibradas de MRF de diferentes especies arbustivas y/o arborescentes de latifoliadas.

## ***Diseño experimental***

Como es difícil de prever las condiciones en las cuales se harían las primeras experiencias, hay que proceder por etapas. Al inicio, para cada cultivo vegetal, hay que establecer un diseño experimental formado de **4** bloques, cada uno conteniendo las parcelas distribuidas completamente al azar e incluyendo todos los tratamientos (con y sin MRF, una o dos aplicaciones). Este diseño experimental nos permitirá de hacer los análisis estadísticos indispensables para confirmar la validez de los resultados que se obtengan.

## ***Establecimiento de las parcelas***

La disposición y la dimensión de las parcelas será función de los cultivos contemplados. Se sugiere utilizar las especies vegetales normalmente cultivados en la región (ejemplo: trigo, maíz, girasol, papa, tomate). Los tratamientos incluirán parcelas con y sin MRF las que serán comparadas a parcelas testigos fertilizadas con abonos minerales.

## ***Preparación del suelo***

El suelo será arado y rastrillado previamente para obtener una superficie relativamente homogénea. Luego, la MRF se esparce uniformemente en una capa de 2 cm de espesor ( $20 \text{ L/m}^2$ ) y se mezclará bien con los primeros 10 a 12 cm de suelo con la ayuda de un utensilio mecánico disponible y apropiado.

## **Período de esparcimiento de la MRF**

El período del primer esparcimiento de la MRF será función de la estación en la región escogida. Se podría situar hacia el fin del otoño o a inicios del invierno, estando las ramas sin hojas. La segunda aplicación será efectuada con MRF con hojas y durante el período de cultivo de las plantas. En este último caso, habrá que hacer una fertilización nitrogenada de apoyo. Así, se aplicará 1 Kg. de nitrato de amonio por tonelada de MRF fresca. La presencia de hojas fermentables ocasiona siempre dificultades con relación a la colonización primaria por los basidiomicetos. Así, la MRF con hojas debe ser incorporada de manera la más homogénea posible para evitar la fermentación.<sup>3</sup>

## **Toma de datos**

De cada parcela, se tomarán datos a fin de evaluar el impacto de la MRF sobre el suelo, el rendimiento de los cultivos, las enfermedades y otros aspectos.

### **A) Vegetación**

#### **· Principales variables medidas**

1. Medida cronológica de la altura de las plantas, número de frutos, etc.;
2. Materia fresca de frutos, granos, tubérculos, etc.;
3. Materia fresca de tallos, hojas;
4. Materia seca de las partes aéreas;
5. Materia seca del sistema radicular;
6. Análisis mineral completo (N, P, K, MG, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Se) de las hojas, raíces, frutos, granos, etc.;
7. Análisis del contenido en proteínas, azúcares libres, fibras, relación C/N, aminoácidos, etc.<sup>4</sup>

#### **Inventario ecológico de las adventicias**

Luego de observaciones hechas en los lugares de aplicación de la MRF, parece que ésta ejerce un efecto represivo con relación a numerosas especies

---

<sup>3</sup> Se sobreentiende de que haya parcelas diferentes donde se haga una sola aplicación de MRF y otras donde se hagan dos aplicaciones, tal como se ha descrito precedentemente. Esto permitirá comparar las dos fórmulas y de ver cual es la más ventajosa.

<sup>4</sup> Según el cultivo escogido para el experimento y los objetivos establecidos, otras variables muy interesantes podrían igualmente ser medidas para demostrar aún más la extensión del impacto de la MRF en cuanto a cada una de las especies vegetales cultivadas (ejemplo: medición cronológica de la concentración en fitohormonas de crecimiento, de aminoácidos libres, del CO<sub>2</sub>, de la concentración en clorofila a y b, etc.).

adventicias. Un inventario ecológico de las especies de malas hierbas presentes en cada una de las parcelas durante el período de cultivo permitirá un mejor conocimiento de la importancia de estos efectos. Un impacto significativo de la MRF sobre las malas hierbas podría tener consecuencias positivas en el plano de reducción del uso de herbicidas y de la protección del ambiente. Evidentemente, sin olvidar un aumento potencial del rendimiento de los cultivos.

### **Evaluación fitosanitaria**

Deben hacer observaciones periódicas para detectar la presencia o ausencia de síntomas fitopatogénicos frecuentemente encontrados en los cultivos convencionales y que resultan de diversos microorganismos (bacterias, hongos, virus). Estas observaciones permitirán verificar si la MRF ejerce una acción profiláctica sobre diferentes cultivos. Además, la enumeración de los nemátodos, presentes en el suelo y, con frecuencia, responsables de lesiones radiculares que perturban la fisiología de las plantas, debería ser el objeto de un análisis particular.

#### **B) Suelo**

##### **Principales variables medidas**

1. Comparación del color del suelo entre los diferentes tratamientos;
2. Análisis mineral del suelo (N, P disponible y total, K, Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, Mo, Se, Al) antes de establecer las parcelas y al final del experimento;
3. Medición del pH, de la C.E.C., y de C/N antes de establecer las parcelas y al final del experimento;
4. Medición cronológica del porcentaje de la materia orgánica desde el inicio hasta el final del experimento;
5. Medición de la estabilidad estructural del suelo antes de establecer las parcelas y al final del experimento;
6. Medición cronológica de la fosfatasa alcalina y ácida;
7. Medición cronológica<sup>5</sup> de la temperatura del suelo a 15 cm de profundidad en cada una de las parcelas desde el inicio hasta el final del experimento;
8. Enumeración cronológica de la microflora edáfica (bacterias, hongos, actinomicetos);
9. Evaluación e identificación de las principales especies de la microfauna;

---

<sup>5</sup> Idealmente, las mediciones cronológicas mencionadas deberían hacerse rigurosamente cada 4 semanas. Además, otras variables pueden añadirse en función de las especies vegetales cultivadas, del tipo de suelo, de las condiciones ambientales, etc.

10. Captura en alcohol y enumeración de lombrices.

ISBN: 2-921728-38-9

Dépôt légal: Bibliothèque nationale du Québec; mai 1998

**NOTA:** Esta es traducción del “**Méthode d'application et d'évaluation pour l'utilisation des bois reméaux fragmentés**” del Prof. Gilles Lemieux y Dr Valentin Furlan. No es una traducción oficial ya que no se ha hecho las revisiones cuidadosas debidas; su única función es para que sirva como información adicional a estudiantes.

**José E. Marcano M.**  
Departamento de Recursos Naturales  
Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña  
Santo Domingo, R. D.  
Enero 1998

Mayo1998  
Editario por  
**Grupo de Coordinación sobre Madera Rameal**  
Departamento de la Madera y Ciencias Forestales  
Facultad de Ciencias Forestales y Geomática  
**Universidad Laval**  
Québec G1K 7P4  
QUÉBEC  
Canada  
e. mail  
gilles.lemieux@sbf.ulaval.ca  
<http://forestgeomat.for.ulaval.ca/brf>  
FAX 418-656-3177  
tel. 418-656-2131 poste 2837  
**ISBN: 2-921728-38-9**