

UNIVERSIDAD FEDERAL DE VIÇOSA
CENTRO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

**EFEECTO DEL USO DE GRAFSOLO EN LA
UNIFORMIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN
DE FERTILIZANTES**

Caetano Marciano de Souza

VIÇOSA – MG

Abril – 2008

EFFECTO DEL USO DE GRAFSOLO EN LA UNIFORMIDAD DE LA DISTRIBUCIÓN DE FERTILIZANTES

Caetano Marciano de Souza

1. INTRODUCCIÓN

Obtener elevadas productividades en el sector agrícola depende de diversos factores. Entre estos factores algunos son difíciles de controlar (o, frente a la tecnología actual de controle imposible, o frente al valor económico, un control antieconómico) entre ellos el clima y la luminosidad. Otros factores que se pueden controlar (entre ellos la cultura que será establecida, su manejo, la irrigación, la fertilización, etc.). En la medida en que el uso de la tecnología de producción es optimizada, algunos factores posibles de limitar la productividad pasan a tener importancia cuando anteriormente, en sistemas menos optimizados, ellos no tenían relevancia y no eran controlados. Así es que la uniformidad de distribución de fertilizantes empieza a tener interés agronómico en el contexto tecnológico actual porque provoca pérdidas de productividad de las culturas una vez que el nivel tecnológico usado es alto. En una agricultura mecanizada, la distribución de semillas y fertilizantes se hace con maquinaria. La distribución de semillas se hace de manera a que se eviten fallos y duplas, y hoy día esta distribución está prácticamente tan perfecta que las plantaciones se quedan casi uniformes, pero para algunas culturas (maíz y soja entre ellas), sólo se ha obtenida una distribución uniforme usándose un lubricante en las semillas, el grafito en este caso. Mientras se trabajaba mucho la distribución uniforme de semillas, se estudiaba la distribución de fertilizantes tanto bajo el punto de vista de mejorías en las unidades distribuidoras, como bajo el punto de vista de mejor adecuación de los fertilizantes para mejorar la distribución (granulación). Sin embargo, independientemente de reales avances obtenidos, las máquinas disponibles tenían problemas con la uniformidad de distribución de los fertilizantes, y esto hacía con que para las mismas distancias, diferentes cantidades cayeran, además de los problemas de obstrucción de la tubería de distribución, relacionados a la forma de los granos del fertilizante y a su higroscopicidad (capacidad de absorber humedad). Con el objetivo de remediar esta deficiencia, se ha estudiado el efecto de la adición de un lubricante sólido, el grafito, al fertilizante. Este estudio involucró el aumento de dosis de grafito y sus efectos en la

uniformidad de la distribución y disminución de obstrucciones analizándose la variación de la cantidad de fertilizante aplicada por metro.

2. OBJETIVOS

Comprobar si la adición del grafito en fertilizantes mejora la uniformidad de la distribución del fertilizante además de disminuir la obstrucción de la tubería.



Comprobar si la adición de grafito mejora la uniformidad de la distribución

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Se hizo el trabajo de campo en 2 etapas. La primera, con la adición de dosis crecientes de Grafsolo al fertilizante granulado, afrecho y fertilizante órgano-mineral, recogiénolo en bolsas plásticas en 15 repeticiones para cada dosis y para cada fertilizante, en el área experimental Diogo Alves de Melo, ubicada en el Campus Experimental del Departamento de Fitotecnia de la UFV, ubicado en las coordenadas geográficas latitud 20,45° S y longitud 42,51° W. En la segunda etapa de la siembra de maíz se utilizó la dosis de Grafsolo que había producido la más grande uniformidad de distribución del fertilizante granulado. En esta etapa, todavía en progreso, se van a evaluar las características agronómicas de la cultura. A continuación, las pruebas discriminadas.

3.1. PRUEBA 1

Como mencionado anteriormente, esta prueba fue una tentativa de identificar si la adición de Grafsolo a los fertilizantes mejora la uniformidad de su distribución. Se siguió la siguiente metodología:

- 1) Se pesó el Grafsolo en cantidades de 50 g en una balanza Filizola BP15 (foto 1), con precisión +- 5g, en bolsas plásticas (foto 2);
- 2) La máquina de siembra utilizada fue la Semeato SHM 11/13 para siembra directa (foto 3) tirada por un tractor John Deere 5.600, tracción 4 ruedas (foto 4);
- 3) Se preparó la máquina de siembra distribuyéndose el fertilizante granulado (foto 5), afrecho (foto 6) y órgano-mineral (foto 7). La máquina de siembra tiene un total de 13 líneas para distribución de fertilizante, de las cuales se tomó 4 en las posiciones (3^a, 6^a, 8^a y 11^a) (foto 8), elegidas al azar. Se reguló la máquina de siembra para aplicación de 22,5 g m⁻¹ de fertilizantes, lo que implicaba la colecta de 900 gramas de fertilizante en las cuatro líneas en los diez metros viajados;
- 4) El responsable por coleccionar las muestras se posicionó detrás de la distribución del fertilizante (foto 9). Se ligaron las líneas 2 a 2 (3^a y 6^a, y 8^a y 11^a);
- 5) Se hincó pilotes en el área experimental a cada 10 metros, totalizando 15 repeticiones (foto 10). Se movió el tractor en una velocidad normal de trabajo (4 a 5 km/h) y el fertilizante fue coleccionado a cada espacio de 10m (foto 11). Se separaron e pesaron las muestras.
- 6) Se analizaron los datos estadísticamente y se los interpretaron.

3.2. PRUEBA 2

Esta investigación fue realizada en la Estación Experimental de Coímbra e incluyó la siembra de maíz utilizándose fertilizante mineral sin grafito, con una dosis de 5 g kg^{-1} de fertilizante (la mejor dosis como determinado en la prueba 1) y de 10 g kg^{-1} (dos veces la mejor dosis encontrada). Se instaló la prueba en un área de una prueba permanente (instalada en 1985) y se mantiene hasta hoy. Esta área experimental tiene 4 bloques elegidos al azar y seis tratamientos de labranza del suelo, siendo tres sistemas considerados convencionales (arado del suelo con arado de vertedera y dos rejas tomadoras de terrones y niveladoras, arada con arado de discos y dos rejas tomadoras de terrones y niveladoras y reja pesada seguida de dos rejas tomadoras de terrones y niveladoras), dos sistemas considerados súper-preparo (reja pesada seguida de arada con arado de vertedera y dos rejas niveladoras/tomadoras de terrones y reja pesada seguida de arada con arado de discos y dos rejas tomadoras de terrones/niveladoras) y un sistema de cultivo mínimo, la siembra directa. La prueba para verificación del efecto del grafito fue realizada en etapas. Las fotos 12 a 18 muestran el procedimiento de la siembra de maíz. Se instaló la prueba en 26/04/2008.

Se colectarán resultados relativos al desarrollo de la cultura de maíz y, al final, serán sujetos a análisis de variancia y los promedios serán comparados por medio de la prueba de Tukey con 5% de probabilidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Prueba 1

La Tabla 1 presenta los resultados de campo obtenidos para la distribución de fertilizante granulado, empezándose sin adición de Grafsolo y aumentándose la cantidad aplicada hasta 10 g kg⁻¹. Esta Tabla presenta incluso el promedio, la desviación estándar del promedio y el coeficiente de variación para cada dosis testada.

Tabla 1. Resultados de la adición de Grafsolo al fertilizante granulado formulación 8-28-16.

Repetición	Dosis Grafsolo g kg ⁻¹										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	890	850	860	875	850	875	820	775	720	680	650
2	655	855	855	895	700	840	835	745	730	630	595
3	810	840	855	855	500	880	845	755	760	655	655
4	840	855	855	865	850	825	850	785	740	675	705
5	935	850	830	850	865	855	850	780	750	690	630
6	875	575	865	865	840	855	835	725	740	645	645
7	630	840	845	850	855	880	850	705	740	690	670
8	740	825	880	860	875	855	850	790	725	660	690
9	650	850	870	875	880	875	835	715	730	670	645
10	875	875	870	855	810	855	845	715	715	665	585
11	870	870	840	895	870	860	835	745	725	670	680
12	680	855	825	865	850	890	845	725	735	685	690
13	645	850	850	835	875	870	835	745	720	670	660
14	645	850	845	880	685	885	850	805	735	675	610
15	645	870	870	840	895	860	835	795	690	700	680
Suma	11.385	12.510	12.815	12.960	12.200	12.960	12.615	11.305	10.955	10.060	9.790
Promedio	759	834	854	864	813	864	841	754	730	671	653
σ	110	70,3	15	17,1	102,8	17	8,6	31,7	15,8	17,6	34,4
DE %	14,49	8,43	1,73	1,98	12,70	1,97	1,02	4,20	2,16	2,62	5,27

Observándose la Tabla 1 se verifica que ocurrió efecto de la adición de Grafsolo sobre la uniformidad de distribución del fertilizante granulado, verificándose que la mezcla de 5 g kg⁻¹ resultó en la aplicación de 864 gramas del fertilizante, esto siendo el valor más cerca de la regulación que se hizo para la aplicación de 900 g en 40 metros. La adición de dosis crecientes de Grafsolo resultó en mejor uniformidad de distribución del fertilizante, lo que se comprobó considerándose la disminución del coeficiente de variación. Se observa incluso que dosis más grandes que 6 g kg⁻¹ de Grafsolo

resultaron en la disminución de la cantidad aplicada, e incluso un aumento en el coeficiente de variación, o sea, la no uniformidad de la aplicación aumentó. Los resultados presentados arriba muestran que la mejor dosis de Grafsolo que se debe mezclar al fertilizante granulado es 5 g kg^{-1} , una vez que resultó en mejor proximidad del valor aplicado al valor regulado en la máquina, y esto con un coeficiente de variación bajo, o sea, con buena uniformidad de distribución.

La Tabla 2 presenta los resultados de campo obtenidos para la distribución del fertilizante afrecho partiéndose de la no adición de Grafsolo y aumentándose la cantidad aplicada hasta 5 g kg^{-1} . Se hizo incluso una adición de 25 g kg^{-1} una vez que la adición de 5 g kg^{-1} no había presentado ningún efecto en la cantidad aplicada y tampoco en su uniformidad. Esta Tabla presenta incluso el promedio, la desviación estándar del promedio y el coeficiente de variación para cada dosis probada.

Tabla 2. Resultados de la adición de Grafsolo al fertilizante afrecho simple superfosfato simple.

Repetición	Dosis Grafsolo g kg^{-1}						
	0	1	2	3	4	5	6
1	70	40	45	25	20	20	20
2	65	25	50	25	40	15	20
3	55	65	40	20	35	25	25
4	50	40	35	15	55	15	25
5	70	90	50	30	35	70	85
6	45	30	25	15	20	30	30
7	45	25	35	20	25	30	15
8	55	40	85	45	170	20	10
9	90	20	40	20	40	75	20
10	45	55	125	30	30	65	70
11	40	25	45	15	20	15	25
12	70	25	30	70	25	20	15
13	35	15	35	45	40	15	60
14	150	40	65	90	20	20	20
15	60	20	80	15	20	15	40
Suma	945	555	785	480	595	450	480
Promedio	118,125	69,375	98,125	60	74,375	56,25	60

Observándose la Tabla 2 se observa que no hubo efecto de la adición de Grafsolo en la cantidad de fertilizante aplicada, y no hubo efecto tampoco en la uniformidad de la aplicación. Estos resultados eran esperados una vez que el sistema de distribución de la máquina utilizada era adecuado a la aplicación de fertilizante granulado, no afrecho,

un tipo de fertilizante que exige un sistema de distribución diferente y que está en proceso de desuso. Consecuentemente, no se analizaron estos resultados.

La Tabla 3 presenta los resultados de campo obtenidos para la distribución de fertilizante órgano-mineral partiéndose de la no adición de Grafsolo y aumentándose la cantidad aplicada hasta 10 g kg⁻¹. Esta Tabla presenta incluso el promedio, la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada dosis probada.

Tabla 3. Resultados de la adición de Grafsolo al fertilizante órgano-mineral.

Repetición	Dosis Grafsolo g 60kg ⁻¹					
	0	100	200	300	400	500
1	480	475	495	510	490	480
2	490	485	505	485	495	490
3	460	490	490	495	485	460
4	520	490	490	495	460	520
5	500	490	495	500	485	500
6	450	500	490	500	490	450
7	490	490	490	490	505	490
8	500	490	485	500	480	500
9	480	470	480	490	495	480
10	495	495	485	485	495	495
11	450	495	480	485	470	450
12	495	475	485	505	485	495
13	495	470	480	490	505	495
14	450	490	485	505	500	450
15	495	490	485	490	490	495
Suma	7250	7295	7320	7425	7330	7250
Promedio	483	486	488	495	489	483
σ	20,71	9,03	6,53	7,75	11,76	10,78
DE %	4,29	1,86	1,34	1,6	2,40	2,15

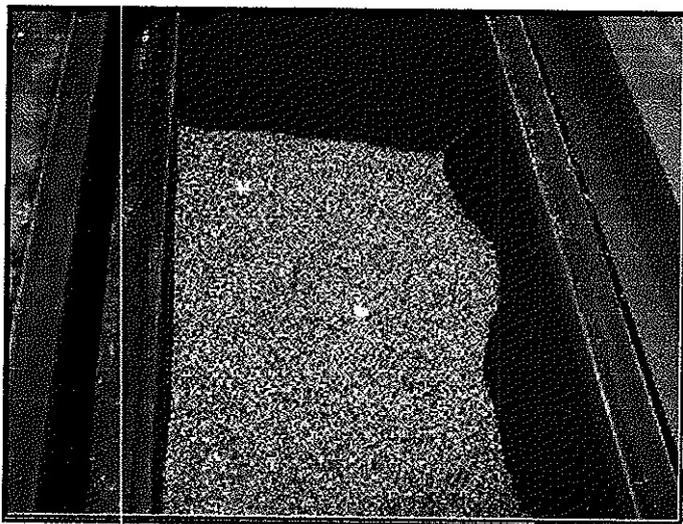
Observándose la Tabla 3 verificase que hubo un pequeño efecto de la adición de Grafsolo en la cantidad y en la uniformidad de distribución del fertilizante órgano-mineral, verificándose que la mezcla de 5g kg⁻¹ (300g 60kg⁻¹) resultó en la aplicación de 495 gramas de fertilizante, este valor estando más cerca de la regulación que se hizo para la aplicación de 500 g en 40 metros. La adición de dosis crecentes de Grafsolo hasta el valor de 5 g kg⁻¹ resultó en mejor uniformidad de distribución del fertilizante, lo que se comprobó a través de la disminución del coeficiente de variación. Observase

incluso que dosis más largas que 6 g kg^{-1} de Grafsolo resultaron en disminución de la cantidad aplicada, e incluso el coeficiente de variación aumentó, o sea, la no uniformidad de la aplicación aumentó. Los resultados presentados arriba muestran que la mejor dosis de Grafsolo que se debe mezclar al fertilizante órgano-mineral es 5 g kg^{-1} porque resultó en una mejor proximidad del valor aplicado al valor regulado en la máquina, y esto con un coeficiente de variación bajo, o sea, con buena uniformidad de distribución.

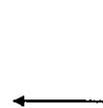
Para los fertilizantes granulados y órgano-minerales, principalmente para el primer, la adición de grafito disminuyó problemas de obstrucción de la tubería que llevan los fertilizantes, disminuyendo la necesidad de interrupciones para limpiar el equipo. Para el fertilizante órgano-mineral este efecto fue poco visible, mientras el afrecho, a pesar de la adición de Grafsolo, no ocurrió obstrucción de la tubería, la cantidad aplicada fue muy diferente de la calibrada, no recomendándose la aplicación de este tipo de fertilizante por el sistema de la máquina utilizada en el test. Se necesita testar la máquina adecuada a la aplicación de fertilizante afrecho para investigar el efecto de la adición de Grafsolo a este tipo de fertilizante.

5. CONCLUSIONES

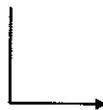
La adición de Graftsolo a fertilizantes granulados y órgano-minerales resultó en más precisión en la cantidad aplicada y en mejor uniformidad de distribución. La mejor dosis para ambos los fertilizantes fue 5 g kg^{-1} de Graftsolo, recomendándose para aplicación en el campo. La adición de Graftsolo resultó incluso en disminución de obstrucciones en la tubería, y, por lo tanto, no eran necesarias paradas para limpiarlas, lo que fortalece la recomendación de adición de Graftsolo a los fertilizantes.



Fertilizante Granulado



Fertilizante Órgano-Mineral



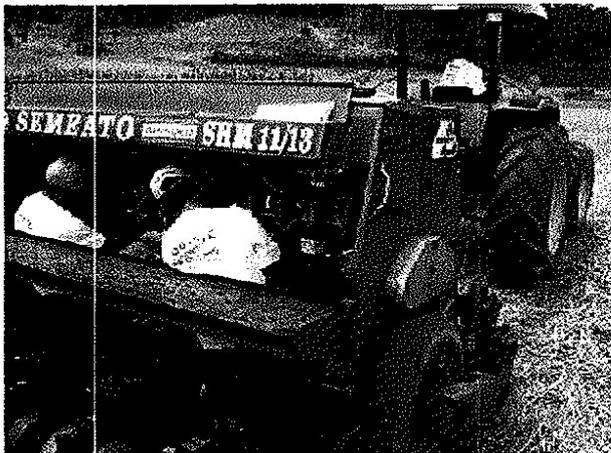
6. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Balanza Filizola BP15 con precisión +5g (Foto 1)



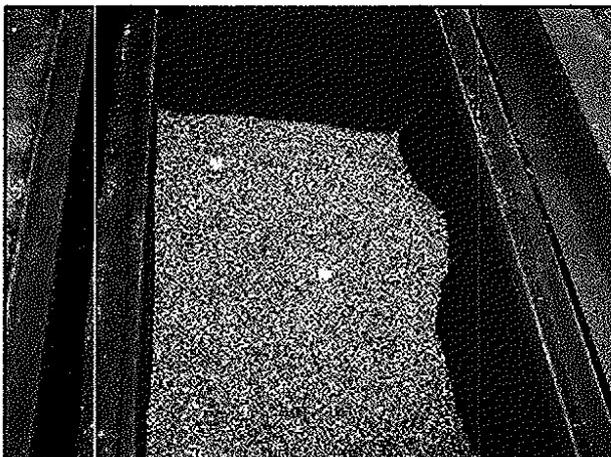
Bolsas plásticas (Foto 2)



Máquina de siembra utilizada – Semeato SHM 11/13
para siembra directa (Foto 3)



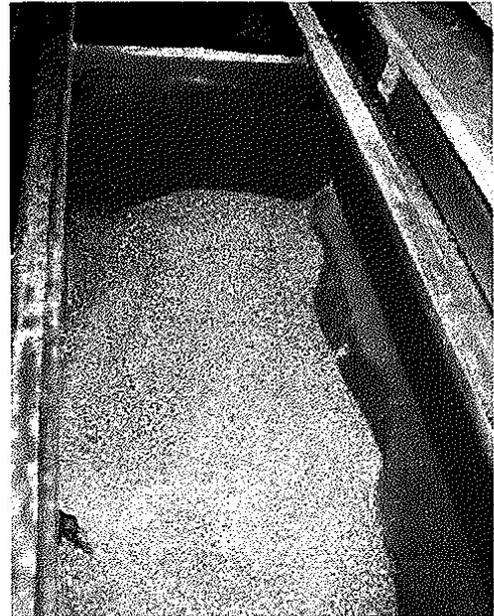
Tractor John Deere 5.600
tracción 4 ruedas (Foto 4)



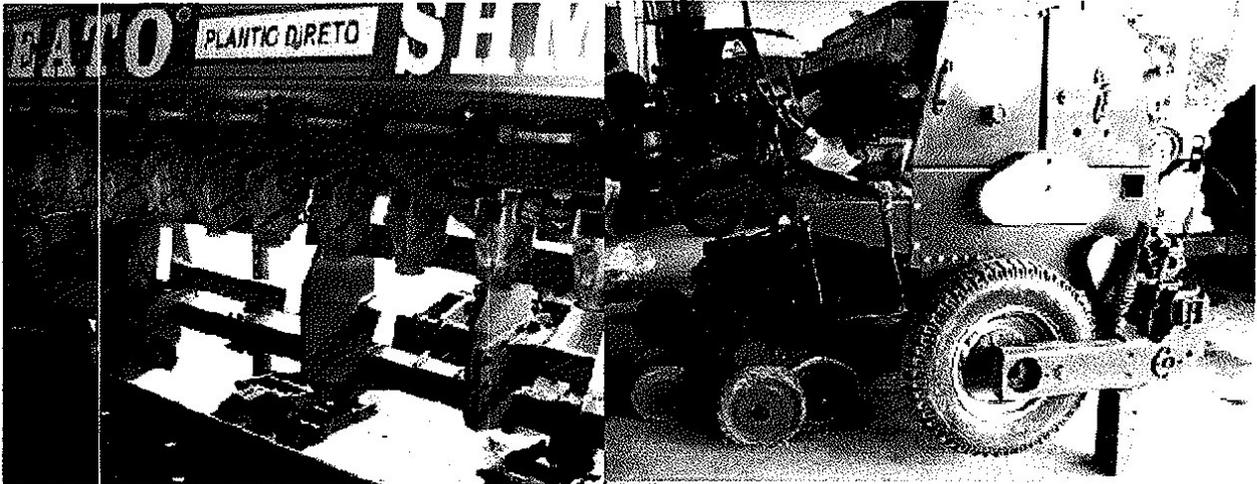
Fertilizante granulado (Foto 5)



Fertilizante afrecho (Foto 6)



Fertilizante órgano-mineral (Foto 7)



La máquina de siembra tiene un total de 13 líneas para distribución de fertilizante; cuatro de ellas fueron usadas en las posiciones (3ª, 6ª, 8ª y 11ª), elegidas al azar. (Foto 8)



Las personas responsables por coleccionar las muestras se posicionaron detrás de la distribución del fertilizante (Foto 9). Se ataron las líneas 2 a 2 (3ª y 6ª, y 8ª y 11ª).



Se hincaron pilotes en el área experimental a cada 10m, totalizando 15 repeticiones **(Foto 10)**



Se movió el tractor en velocidad normal de trabajo (4 a 5 km/h) y se colectó el fertilizante en cada espacio de 10 m **(Foto 11)**

Firmas



Cláudio Antônio Ramos
Nacional de Grafite LTDA



Caetano Marciano de Souza

Profesor Asociado II, Doctor

Asignatura: Manejo y Conservación del Suelo y del Agua

Universidad Federal de Viçosa - MG