

Contenido

	Introducción	2
La fisiología de la semilla y su respuesta a los campos magnéticos	Capítulo 1	3
	Capítulo 2	5
	¿Qué es TM?	
Campos magnéticos aplicados a la agricultura	Capítulo 3	6
Condiciones necesarias validadas por GFA (Grupo de Física Aplicada) de UNICA en otros países y zonas productivas que se deben validar en las condiciones de producción en Colombia por cada material reproductivo	Capítulo 4	8
Experiencias y resultados de aplicaciones de TM en diferentes cultivos	Capítulo 5	9
Países que aplican TM como tecnología de producción limpia	Capítulo 6	12
Condiciones necesarias validadas por GFA (Grupo de Física Aplicada) de UNICA en otros países y zonas productivas que se deben validar en las condiciones de producción en Colombia por cada material reproductivo	Capítulo 7	13
	Ejercicios Participativos	14

Presentación

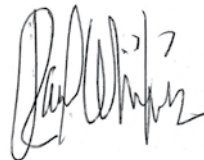
La Sociedad de Agricultores de Colombia, SAC y el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, a través del Convenio SENA-SAC 0019/09 contribuye al Desarrollo Tecnológico, la Innovación y el emprendimiento de los agricultores llevando el conocimiento a las zonas de producción de importancia económica.

Actualmente la producción de alimentos y materias primas de origen agrícola mantienen una alta demanda y exigencias por parte de los consumidores que requieren que desde la finca del agricultor se implementen tecnologías de Producción Limpia no contaminantes y que estimulen el crecimiento y rendimiento de las plantas.

En este empeño, el Convenio SENA-SAC con la participación académica del Grupo de Física Aplicada de la Universidad de Ciego de Ávila de la República de Cuba pone a disposición de productores de

arroz, flores, diferentes especies de pastos, semillas hortícolas y frutícolas así como cereales y leguminosas el tratamiento magnético (**TM**) a material reproductivo de plantas entre las alternativas de Producción Limpia que puede utilizar el productor para recuperar vigor germinativo, dormancia y aumentar rendimientos en diferentes materiales de siembras adaptados a las condiciones agroclimáticas de las zonas agro productivas.

La Capacitación que acompaña este material didáctico abre las puertas al conocimiento del **TM** y su futura adopción.



RAFAEL MEJÍA LÓPEZ
Presidente

Capítulo 1

La fisiología de semilla, vitroplantas y yemas florales y su respuesta a los campos magnéticos



La semilla o el material de siembra de cualquier cultivo es el reflejo desde el punto de vista sanitario, fisiológico y productivo de las condiciones de producción a las cuales fueron sometidas y las condiciones de almacenamiento. Por ello la semilla tiene un pasado, un presente y un futuro.

La formación, dispersión y germinación de cualquier semilla son estados cruciales en el ciclo de vida de las plantas.

Los seres humanos dependemos de alimentos cuya obtención parte de la semilla

o el material de siembra vegetativo, tal es el caso de cereales, legumbres y otros.

La semilla no puede ser en su fundamento conceptual y productivo el material vegetal que no se puede comercializar, sino que por el contrario es en su esencia el punto de partida de éxitos productivos en la agricultura.

Para que la semilla pueda germinar se requieren unas condiciones mínimas tanto en lo que se refiere a la parte interna de la misma (condiciones extrínsecas), presentes en el vivero o campo de cultivo.

La semilla, para iniciar la germinación requiere haber alcanzado su madurez, es decir tener completamente desarrollado el embrión y materiales de reserva (cotiledones



o endospermo); que conserve su vitalidad interna, que no esté atacada por insectos u hongos patógenos y sobre todo, no sufrir transformaciones químicas (oxidaciones), principalmente de las sustancias que alimentarán el embrión recién emergido.

Las condiciones del ambiente tales como la humedad, la temperatura, la luz y el oxígeno, en proporciones adecuadas, facilitan e inducen cambios físicos y fisiológicos de la semilla; transformando la vida latente del embrión en una nueva planta, con todos sus procesos vitales de asimilación, transporte y transformación de alimentos, respiración, crecimiento y reproducción que caracterizan la vida.

La exposición de “semillas latentes” a una baja frecuencia de campos electromagnéticos mostraron un sustancial efecto en la fisiología de

la semilla en términos de su germinación.

Tales cambios son específicos de acuerdo a la especie y dependen de la frecuencia del campo y de la energía.



Un análisis bioquímico de los estímulos electromagnéticos en semilla estimulada revela la elevada actividad bioquímica en su interior. La respuesta de la semilla a los campos magnéticos demuestra la posibilidad básica del control biofísico sobre los procesos de crecimiento y por ende una mejora en los procesos productivos en la agricultura.

Es por ello que la agricultura puede disponer de una “herramienta” en la solución de los problemas de germinación o dormancia de la semilla o el material de siembra disponible, sin que cambien sus propiedades genéticas y productivas.

Capítulo 2

¿Qué es **TM**?

El Tratamiento Magnético (**TM**) de semillas consiste en someterlas a un campo magnético estacionario de entre 1 y 10 mT (10 y 100 Gauss), durante un tiempo de exposición que puede oscilar entre 2 y 15 minutos antes de sembrarlas, en dependencia de la especie y la variedad de las plantas.



Aunque todavía se investiga mucho en la temática, ya sí se tiene claro que este tratamiento magnético presiembrado estimula los mecanis-

mos de absorción de agua en las semillas y material de siembra, mediante la alteración de la conductividad eléctrica de las membranas celulares del embrión, lo cual provoca a su vez cambios en la concentración de iones a ambos lados de la membrana y, por ende, en la presión osmótica.

Los trabajos realizados en el GFA de la UNICA demuestran que las semillas tratadas en este tipo de campo absorben más agua y más rápidamente que las no tratadas, provocando un aumento en la velocidad de germinación, en el porcentaje de germinación y en el vigor de las plantas.

Capítulo 3

Campos magnéticos aplicados a la agricultura

El primer trabajo que se publicó acerca del efecto del campo magnético fue por el alemán Savostin en 1930, quien encontró que las raíces de las plántulas crecen más rápido en un campo magnético. En 1942 Murphy presenta un trabajo en la reunión anual de la Botanical Society of America, donde reporta sus experimentos con semillas en imanes permanentes y electroimanes.

Encontró que:

1. las semillas tratadas germinan más rápidamente,
2. las plantas provenientes de semillas tratadas son más fuertes,
3. se mantiene el efecto del **TM** a lo largo del ciclo vegetativo y las plantas maduran primero.

En 1964 Pittman en Canadá reportó los efectos sobre la germinación y el crecimiento de las plántulas, ya en experimentos de campo. En la década de los 90 se reportan los primeros resultados prácticos de aplicación del magnetismo al aumento del rendimiento de los cultivos y a la recuperación de semillas.

En 1996 la revista Seed Science and Technology publica un editorial, donde recomienda el tratamiento magnético de semillas, como método eficaz y limpio de aumentar el rendimiento de las cosechas. Ya en los 2000 se han reportados decenas de trabajos sobre la aplicación práctica del **TM** de semillas, fundamentalmente en las revistas ISHS Acta Horticulturae y Seed Science and Technology.



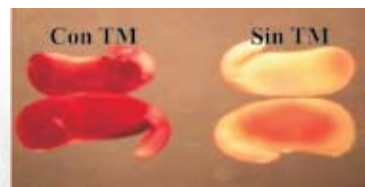
En la actualidad las aplicaciones tecnológicas del campo magnético en la Agricultura son:

- o Tratamiento magnético del agua de regadío, mejora la absorción de agua por las raíces.
- o Biotecnología de las plantas, mejora el crecimiento de las vitroplantas, el crecimiento de los callos y la regeneración de tallos y raíces.
- o Agricultura espacial, ya que en ausencia de gravedad las raíces y tallos crecen en cualquier dirección y sólo con campos magnéticos se ha logrado redirigirlos en la dirección deseada.
- o Mejora de semillas y conservación de bancos de germoplasma
- o La dormancia en semillas comerciales.

Capítulo 4

Sabía usted...

- o ¿Que el **TM** se aplica a semillas, esquejes, yemas, estacas y vitroplantas?
- o ¿Qué **TM** muestra resultados satisfactorios en recuperación de Bancos de Semillas de Gramíneas y Leguminosas?
- o ¿Qué Semillas que han perdido poder de germinación por envejecimiento o dormancia secundarias recuperan su poder germinativo?
- o ¿Que **TM** a yemas de rosas para injerto aumentan el porcentaje de yemas prendidas?
- o ¿Qué vitroplantas con con **TM** (el caso del cultivo de la piña) aumentan el numero de hijos en un 80 % y de raíces en 85 %?



Maní Forrajero

Capítulo 5

Experiencias y resultados de aplicaciones de TM en diferentes cultivos

Cultivo	Aumento de Rendimiento en %	Cultivo	Aumento de Rendimiento en %
Lechuga	40	Pimiento	30
Remolacha	30	Habichuela	45
Cebolla	40	Ajo	50
Tomate	40	Cebollino	50
Perejil	40	Pepino	50
Papaya	40	Arroz	45
Tabaco Negro	50	Tabaco Rubio	40
Alfalfa	50	Pasto Estrella (estolones)	50
Pangola	40	Yerba de Guinea	50
Frijol Negro	35	Frijol Rojo	35
Maíz	50	Cebada	50
Avena	50	Zanahoria	35



**Rendimiento en el cultivo de arroz en cuatro cosechas.
Empresa Arrocería de Punta Alegre**

Año	Rendimiento en Ton/ha	
	No Tratadas	Tratadas
1999	4.1	6.3
2000	3.9	6.0
2001	4.3	6.8
2002	4.1	6.5

Semillas de pastos en Costa Rica y Ecuador

Especie/variedad	Germ. % Control	Germ. % TM	Ren. Ton/ ha Control	Ren. Ton/ ha TM
Brach./Toledo	25	90	10-12	35
Brach./Marandú	40	85	15	25
Brach./Brisantha	45	80	12	28
Panicum/Mombaza	15	85	12	25
Panicum/Tanzania	20	85	18	30

Plantación de Bracchiaria var. Toledo



29 días

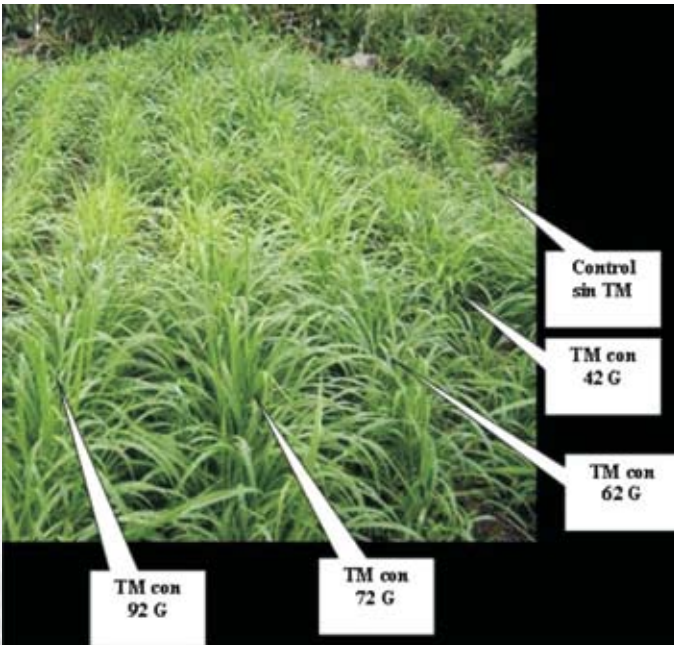


47 días



Plantación a los 47 días de sembradas las semillas **TM**.

Campo de Bracchiaria var. Toledo, a los 45 días de sembrada en surcos, con diferentes **TM**



Capítulo 6

Países que aplican **TM**
como tecnología de producción limpia



Brasil



Ecuador



Rusia



Canadá



España



USA



Costa Rica



India



Cuba



Israel



Colombia

¿Aplicará **TM**...?

Capítulo 7

Condiciones necesarias validadas por GFA (Grupo de Física Aplicada) de UNICA en otros países y zonas productivas que se deben validar en las condiciones de producción en Colombia por cada material reproductivo

1. Intensidad de Campo Magnético: oscila entre 1 y 10 mT (10-100 Gauss), varía en dependencia de la variedad, tipo de potencial reproductivo y de las causas de la baja germinación, el tratamiento no es el mismo para semillas frescas en estado de dormancia, que para semillas envejecidas. En el caso de las yemas y las estacas normalmente los mejores resultados se alcanzan con las mayores intensidades de campo disponibles, y en el caso de las yemas conservar en un ambiente húmedo.
2. Tiempo de Exposición: oscila entre 1 y 15 minutos, en dependencia del tipo de material reproductivo y el volumen a tratar. En el caso de las yemas y las estacas normalmente los mejores resultados se alcanzan con tratamientos de 2-3 minutos y siembra o injerto de inmediato.
3. Periodo de tiempo entre t_m y siembra: el periodo en días entre aplicación de **TM** y siembra en campo del material reproductivo variará en un amplio margen, se recomienda sembrar lo antes posible una vez tratada. El mayor tiempo registrado entre el tratamiento y la siembra fue con la variedad Mombasa (*Panicum Maximum*) y fue de 3 meses y medio (100 días). La vitroplantas deben ser tratadas en el mismo régimen de fotoperíodo.
4. Condiciones ambientales para t_m y en siembra: aunque el **TM** puede ayudar a resistir la baja disponibilidad de agua en la germinación, los mejores resultados se obtiene con abundante agua en la germinación y los primeros estadios de crecimiento de la planta.

Ejercicios participativos

7 Razones para aplicar **TM** en su zona y en que cultivos aplicaría esta tecnología.

Razones:

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____
6. _____
7. _____

Cultivos de interés

AUTORES

Francisco García Reina
Doctor en Ciencias Físicas Matemáticas

Luis Lago Castro
Doctor en Ciencias Biológicas y Agrícolas

Delsa Moreno Cepero
Coordinadora y Capacitadora
Convenio SENA – SAC

DISEÑO E IMPRESIÓN



produmédios

Editorial para el Sector Agropecuario

Julio de 2009
Bogotá D.C., Colombia