



CONVENIO DE COLABORACIÓN CIENTÍFICA UNIVERSIDAD-EMPRESA

APLICACIÓN DE DISPOSITIVOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN HORTÍCOLA

INFORME FINAL

Noviembre 2011

INDICE

	Página
 Introducción Objetivo Material y métodos Resultados y discusión Conclusiones 	1 2 3 8 11
Anejos	
1. Fotografías de los ensayos realizados	13

1. INTRODUCCIÓN

Los campos electromagnéticos son una combinación de campos invisibles de fuerza eléctrica y magnética. Estos campos están generados por fenómenos naturales, como el campo magnético terrestre, pero también son consecuencia de determinadas actividades humanas.

Diversos avances tecnológicos y del conocimiento que se han desarrollado durante el último siglo han derivado en un aumento de los campos electromagnéticos de origen artificial, nunca antes experimentados por los seres vivos.

La mayoría de los campos magnéticos provocados por el hombre invierten su dirección a intervalos regulares de tiempo, que van desde las altas frecuencias (RF radiofrecuencias, 100 kHz-300 GHz), como la telefonía móvil, hornos microondas, radares, radios y televisores; a las frecuencias intermedias (IF, 300 Hz-100KHz) como las pantallas de ordenador y lectores de tarjetas; o las frecuencias extremadamente bajas (ELF, 0-300 Hz) como las líneas eléctricas. Por otra parte, se denominan campos magnéticos estáticos (0 Hz) a los que no varían con el tiempo, entre ellos los utilizados en imagen médica.

El campo eléctrico y el campo magnético son vectores, es decir tienen magnitud y dirección. El campo eléctrico (E) ejerce fuerzas sobre una carga eléctrica y se expresa en voltios por metro (V m⁻¹). De manera similar el campo magnético puede ejercer fuerzas físicas sobre las cargas eléctricas, pero sólo cuando las cargas están en movimiento. El campo magnético puede expresarse de 2 formas: como densidad de flujo magnético (B), expresado en teslas (T), o como intensidad de campo magnético (H), expresado en amperios por metro (A m⁻¹). La relación entre B y H viene dada por la ecuación:

 $B=\mu H$,

donde μ es la permeabilidad magnética, expresada en Henrios por metro (H m $^{-1}$).

Una buena aproximación de la propagación del campo electromagnético viene dada por el modelo de onda plana, en que los frentes de onda tienen una geometría plana. De esta forma los vectores E y H y la dirección de propagación son mutuamente perpendiculares. Por otra parte, E/H es constante a lo largo del espacio, y en espacio libre E/H=377.

Para el establecimiento de los niveles de referencia adecuados, además de las variables E, B y H, se utiliza la densidad de potencia (S), es decir, la potencia (energía por unidad de tiempo) por unidad de área perpendicular a la dirección de propagación. S, se relaciona con los campos eléctrico y magnético mediante la ecuación:

S = E H

y se mide en Wm⁻².

No existe una unificación de criterios a nivel internacional en cuanto a la contaminación por radiación electromagnética. En relación con las altas frecuencias la Convención de Salzburgo (1998) estableció un nivel máximo de 1000 Wm⁻², y respecto a las bajas frecuencias la mayoría de países han adoptado límites superiores a los indicados por la Norma SBM-2008 establecida por un Instituto alemán.

La ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) - OMS estableció en 1998 y 2009 valores de referencia (Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz)^a. También en 2009, y para la banda de publicó una revisión en relación a los efectos de la radiación electromagnética en la banda de 100 kHz - 300 GHz^b.

La Unión Europea (UE) ha establecido unos límites de seguridad para proteger a la población contra los efectos de los campos magnéticos, lo que denota la preocupación sobre los posibles efectos en la salud humana y la aparición de enfermedades, referenciados por la Directiva 2004/40/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y posteriormente, en 2007 por el Comité de los Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados, CCRSER, "Posibles efectos de los Campos electromagnéticos sobre la salud humana".

Probablemente una revisión de los estudios científicos llevados a cabo hasta el momento no permitiría afirmar de forma rotunda y categórica si existe una relación de causalidad entre los campos electromagnéticos y algunos efectos adversos sobre la salud, entre otros motivos porqué depende de la dosis y tiempo de exposición (relación dosis-respuesta). Sin embargo, la creciente preocupación de los diferentes países y el aumento de la literatura científica publicada sobre la temática evidencian su importancia.

Vilardebó&Mortensen® (VM) es una empresa de desarrollo y fabricación de productos de higiene ambiental para la armonización del entorno. VM ha realizado numerosos estudios geobiológicos sobre las geopatías provocadas por la contaminación electromagnética natural y artificial y su afectación en el comportamiento humano, animal y vegetal, desde hace dos décadas.

Uno de los productos desarrollados y fabricados por Vilardebó&Mortensen® es el denominado PHA2, que según sus autores, reduce los efectos de las geopatías provocadas por la contaminación electromagnética natural y artificial, armonizando el ambiente para un mejor bienestar.

Con la finalidad de realizar una experiencia que permitiera determinar el efecto sobre el crecimiento de los cultivos de la radiación electromagnética y su inhibición mediante los dispositivos PHA2 de VM, se desarrolló el presente Convenio de colaboración Científica UdG-VM.

Commission on Non-Ionizing Radiation Protection; 2009. ISBN 978-3-934994-10-2.

^a Health Physics 74 (4): 494-522; 1998. Health Physics 97(3):257-259; 2009. ^b Review of the Scientific Evidence and Health Consequences, Munich: International

La base del funcionamiento de estos dispositivos queda fuera de los objetivos de este Convenio, de manera que únicamente se analizará el comportamiento agronómico de los cultivos sometidos a la acción de estas estructuras.

2. OBJETIVO

Analizar la utilización del dispositivo PHA2 desarrollado por Vilardebó&Mortensen® para la reducción del efecto electromagnético, en relación con la mejora de los rendimientos en la producción de cultivos hortícolas en invernadero (en fase de vivero) y al aire libre.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron dos cultivos hortícolas, el de cebolla (*Allium cepa L.*, variedad Bigger, F1 híbrida) y el de escarola (*Cichorium endivia L.*, variedad Tebas).

Los ensayos de campo se dividieron en dos etapas:

- 1.- La fase de vivero, realizada en la empresa Planters Casas S.L.
- 2.- La fase de campo, realizada en Mas Morrofred.

Fase de vivero

Los viveros de Planters Casas S.L. están ubicados en el término municipal de Palafolls (Alt Maresme), provincia de Barcelona. Disponen de una superficie de invernadero de 18 000 m² destinados a planta hortícola.

El proceso de cultivo constó de las siguientes etapas:

- Lavado y pre-desinfección de bandejas, mediante máquina limpiadora de agua a 60 °C y a alta presión. Las bandejas se desinfectaron con fungicida (oxicloruro de cobre) y bactericida, que protegen al cultivo hasta el momento del trasplante.
- Siembra. Se utiliza una línea de siembra neumática, que opera a una velocidad de 150 000 semillas hora. Para los ensayos se sembró en el formato de bandeja de 216 alvéolos. El substrato utilizado estaba formado por el 50% de turba rosa y el 50% de turba negra, con pH corregido a 5.5 y con un contenido en N,P,K de 800 g/m³.
- Germinación. Las bandejas ya sembradas se introdujeron en la cámara de germinación, de 150 m² y una capacidad para 5 000 bandejas. La cámara aportó a las semillas las condiciones óptimas de germinación (Temperatura de 18°C y Humedad Relativa del 70%) durante 6 días.
- Riego y fertilización. El sistema de riego localizado es del tipo "carro de riego", con 14 unidades que cubre cada una de ellas 8 m de ancho y 170 m de largo. La programación del riego y la fertilización están automatizadas, dependiendo de las necesidades hídricas y nutritivas de la plántula en cada estadio. La frecuencia de riego fue diaria. El

abonado del cultivo fue mediante fertirrigación con un equilibrio N-P-K de 2-5-12.

• Tratamientos fitosanitarios. Las plantas se trataron con cobre y mancozeb.

En fecha 03/08/11, se realizó una primera visita a los viveros, para el planteamiento inicial de los ensayo. El día 17/08, se eligieron las parcelas del ensayo (zona tratada y zona control). Se realizaron las espectrometrías en cada parcela por parte de Vilardebó&Mortensen® (ver anejo 1), y posteriormente se colocaron los dispositivos en la zona de tratamiento. La separación de las parcelas tratada y control fue lo suficientemente distante como para evitar interferencias de los dispositivos.

De las plántulas seleccionadas se evaluó en el laboratorio de la UdG:

- a.- Masa de Materia Fresca (MMF, g) de la parte aérea. Determinada en balanza de precisión ± 0.001 g.
- b.- Masa de Materia Seca (MMS, g) de la parte aérea. Secado en estufa a 65 $^{\circ}$ C hasta peso constante. Determinada en balanza de precisión ± 0.001 g.
- d.- Masa de Materia Fresca (MMF, g) de la parte radicular. Determinada en balanza de precisión \pm 0.001 g.
- e.- Masa de Materia Seca (MMS, g) de la parte radicular. Secado en estufa a 65 $^{\circ}$ C hasta peso constante. Determinada en balanza de precisión ± 0.001 g.
- f.- Color de las hojas, según la carta de colores *Munsell*® *Color Charts for Plant Tissues*

Cultivo de cebolla: diseño experimental

Se realizó la siembra el día 30/8/11. En cada zona (Control y Tratamiento), se realizaron dos repeticiones de 78 bandejas. De éstas, se escogieron 12 al azar de cada repetición, de las cuales se muestrearon 6 plántulas por bandeja (ver fig. 1 y fig 2). Se identificaron estas bandejas el día después de salir de la cámara de germinación, una vez colocadas en su posición definitiva en el invernadero.

Se desestimaron las bandejas del borde del pasillo, y las plántulas escogidas eran las de la fila central. En total se analizaron 24 bandejas de plántulas Control y 24 bandejas de plántulas Tratadas. Debido al bajo peso de cada plántula, la unidad experimental fue el peso total de las 6 plántulas de cada bandeja.

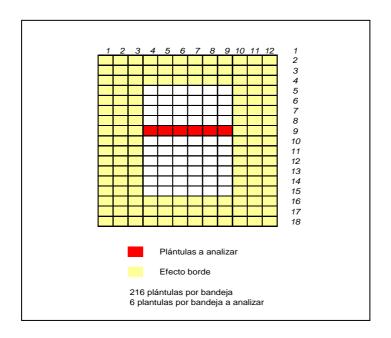


Figura1.-Plántulas a analizar en cada bandeja

Se realizaron visitas de seguimiento los días 1/9/11, 7/9/11 y 15/9/11. El día 20/9/11, se retiraron las bandejas para su análisis en el laboratorio de la UdG. Se procedió al lavado de las raíces con agua para eliminar el substrato del cultivo, y a separar con un bisturí la parte aérea de la radicular. Se pesaron en fresco, con balanza de ± 0.001 g de precisión. Se depositaron en bandejas de aluminio y se colocaron en una estufa a 65° C hasta llegar a peso constante. Una vez seco, se pesaron en la misma balanza.

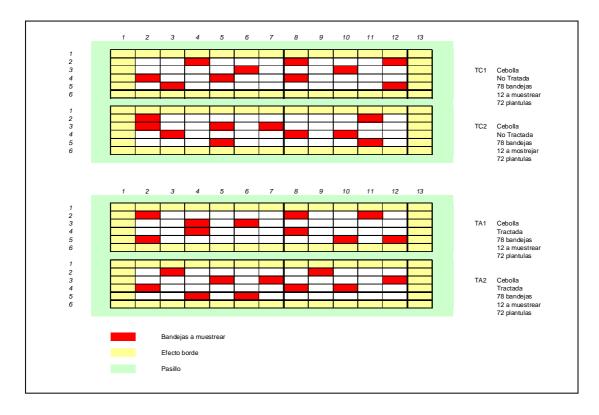


Figura 2.- Esquema del diseño experimental

Cultivo de escarola: diseño experimental

Se realizó la siembra el día 09/9/11. En cada zona (Control y Tratamiento), se escogieron 15 bandejas al azar de un grupo de 78 bandejas. De éstas, se muestrearon 6 plántulas por bandeja (ver fig. 1 y fig. 2). Se identificaron estas bandejas el día después de salir de la cámara de germinación, una vez colocadas en su posición definitiva en el invernadero.

Se desestimaron las bandejas del borde del pasillo, y las plántulas escogidas eran las de la fila central. En total se analizaron 15 bandejas de plántulas Control y 15 bandejas de plántulas Tratadas. Debido al bajo peso de cada plántula, la unidad experimental fué el peso total de las 6 plántulas de cada bandeja.

Se realizaron visitas de seguimiento los días 15/9/11 y 20/9/11. El día 27/9/11, se retiraron las bandejas para su análisis en el laboratorio de la UdG. Se procedió al lavado de las raíces con agua para eliminar el substrato del cultivo, y a separar con un bisturí la parte aérea de la radicular. Se pesaron en fresco, con balanza de 0.001 g de precisión. Se depositaron en bandejas de aluminio y se colocaron en una estufa a 65°C hasta llegar a peso constante. Una vez seco, se pesaron en la misma balanza. Se quarda muestra congelada de las partes analizadas.

Fase de campo

La fase de campo se realizó en la finca Mas Morrofred de Llambilles (La Selva), en la provincia de Girona. Se puede ver la localización de la finca en la fig. 3.

La zona de huerto dispone de un área tratada y otra control. El riego es localizado por goteo.

Las plántulas de cebolla procedentes del vivero se sembraron en campo el día 20/09/11. En cada zona (Tratada y Control), se sembraron en dos líneas. En cada línea, la mitad de las cebollas procedía de la zona tratada en vivero, y la otra mitad de la zona control, de forma alterna (ver *fig 4*).

No se recolectaron las cebollas, por un hurto en el campo.

Las plántulas de escarola procedentes del vivero se sembraron en campo el día 27/09/11. En cada zona (Tratada y Control), se sembraron en dos líneas. En cada línea, la mitad de las cebollas procedía de la zona tratada en vivero, y la otra mitad de la zona control, de forma alterna (ver $fig\ 4$)

Se recolectaron y pesaron las plantas de escarola el día 16/11/2011.

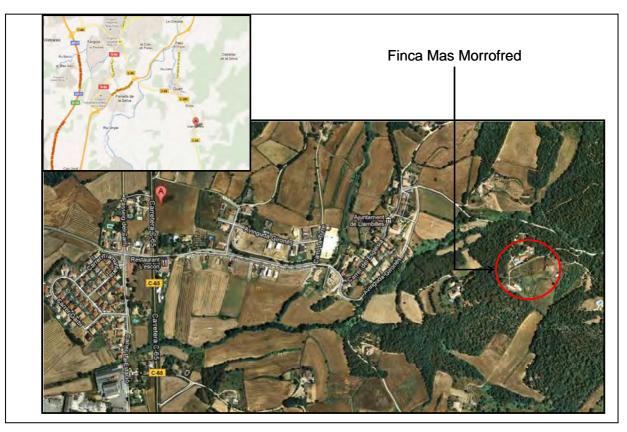


Figura 3.- Emplazamiento de la Finca Mas Morrofred.

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de la varianza de los parámetros estudiados mediante el paquete estadístico SPSS 15.0.



Figura 4.- Diseño experimental de la fase de campo en el huerto de la Finca Mas Morrofred.

Se estudió el efecto repetición y el efecto tratamiento. Se realizó el test de Tukey para la separación de medias (p-valor < 0.05).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. FASE INVERNADERO

Cultivo de cebolla

En la tabla 1 pueden observarse los valores de peso de materia seca de la parte aérea y radicular del cultivo de cebolla. Se desestimaron los valores de materia verde, pues presentaban gran variación, fruto del diferente lavado previo para eliminar el substrato de la parte radicular.

Tabla 1.- Media, desviación típica y coeficiente de variación (CV) del peso seco (g) de la parte aérea y radicular de la plántula de cebolla en invernadero.

Peso Seco	-		N		-	
(g)	Trat	Rep		Media	Desv. típ.	CV
Parte aérea		Α	12	0.8199	0.1000	
	C	В	12	0.8274	0.0999	
		Total	24	0.8236	0.0978	11.9%
		Α	12	0.9107	0.1042	_
	T	В	12	0.9362	0.1192	
		Total	24	0.9234	0.1103	11.9%
		Α	12	0.1725	0.0212	-
	C	В	12	0.1733	0.0192	
Parte		Total	24	0.1729	0.0198	11.4%
radicular		А	12	0.1933	0.0230	
	T	В	12	0.2111	0.0238	
		Total	24	0.2022	0.0247	12.2%

Peso seco total de 6 plántulas

Trat: Tratamiento C (Control) y T (Tratamiento)

Rep: Repeticiones dentro de cada tratamiento (A y B)

N: nº de muestras

CV: Coeficiente de variación

No se observó en ningún caso un efecto repetición.

Se observa un incremento del tratamiento respecto al control en el peso seco de la parte aérea (+ 0.0998 g) y de la parte radicular (+ 0.0293 g) (ver tabla 1). Asimismo no se observan diferencias relevantes en el coeficiente de variación, por lo que el tratamiento no afecta a la homogeneidad del peso de las plántulas.

Las diferencias observadas en el ensayo, se mostraron estadísticamente significativas (ver *tabla 2*). Se cuantificó un incremento del peso seco de la parte aérea del 12.1 % (0.8236 vs 0.9234 g) y de la parte radicular de 16.9 % (0.1729 vs 0.2022 g).

No se observaron diferencias relevantes en el color de las hojas según el patrón de colores de *Munsell*[®] *Color Charts for Plant Tissues*.

Tabla 2.- Media de mínimos cuadrados (LSM) error típico (SE) y p-valor del peso seco (g) de la parte aérea y radicular de la plántula de cebolla en invernadero.

Peso Seco (g)	Trat	LSM	SE	p-valor
Parte aérea	С	0.8236	0.0213	0.002
Parte aerea	Т	0.9234	0.0213	0.002
Parte	С	0.1729	0.0046	> 0.000
radicular	Т	0.2022	0.0046	× 0.000

Peso seco total de 6 plántulas

Trat: Tratamiento C (Control) y T (Tratamiento)

LSM: Media de mínimos cuadrados

SE: Error típico

Cultivo de escarola

En la tabla 3 pueden observarse los valores de peso de materia seca de la parte aérea y radicular del cultivo de escarola. Se desestimaron los valores de materia verde, pues presentaban gran variación, fruto del diferente lavado previo para eliminar el substrato de la parte radicular.

Al igual que la cebolla, se observa un incremento del tratamiento respecto al control en el peso seco de la parte aérea (+ 0.0356 g) y de la parte radicular (+ 0.0165 g) (ver tabla 3). Asimismo no se observan diferencias relevantes en el coeficiente de variación, por lo que el tratamiento no afecta a la homogeneidad del peso de las plántulas. El coeficiente de variación en los dos experimentos estuvo alrededor del 11 %.

Tabla 3.- Media, desviación típica y coeficiente de variación (CV) del peso seco (g) de la parte aérea y radicular de la plántula de escarola en invernadero .

Peso Seco		N			
(g)	Trat		Media	Desv. típ.	CV
Parte aérea	С	15	0.3419	0.0430	12.6%
Parte aerea	T	15	0.3775	0.0494	13.1%
Parte	С	15	0.0962	0.0103	10.7%
radicular	T	15	0.1127	0.0123	10.9%

Peso seco total de 6 plántulas

Trat: Tratamiento C (Control) y T (Tratamiento)

N: nº de muestras

CV: Coeficiente de variación

Las diferencias observadas en el ensayo de escarola, se mostraron estadísticamente significativas (ver *tabla 4*). Se cuantificó un incremento del peso seco de la parte aérea del 10.4 % (0.3419 vs 0.3775 g) y de la parte radicular de 17.2 % (0.0962 vs 0.1127 g).

Tabla 4.- Media de mínimos cuadrados (LSM) error típico (SE) y p-valor del peso seco (g) de la parte aérea y radicular de la plántula de escarola en invernadero.

Peso Seco (g)	Trat	LSM	SE	p-valor
Parte aérea	С	0.3419	0.0119	0.045
Parte aerea	T	0.3775	0.0119	0.045
Parte	С	0.0962	0.0029	> 0.000
radicular	Т	0.1127	0.0029	× 0.000

Peso seco total de 6 plántulas

Trat: Tratamiento C (Control) y T (Tratamiento)

LSM: Media de mínimos cuadrados

SE: Error típico

4.2 FASE DE CAMPO

Solamente se analizaron los datos de escarola, ya que no se pudo realizar la recolección de las plantas de cebolla.

Las plantas de escarola estuvieron un total de 50 días en campo. Los resultados del peso fresco de las plantas, puede observarse en la *tabla 5*.

Se observa un incremento de peso fresco de las plantas tratadas en campo respecto a las no tratadas (359.6 g vs. 298.1 g). Asimismo, el tratamiento previo en invernadero de las plántulas, no mostró diferencias importantes.

También se observa una importante reducción del coeficiente de variación en las plantas tratadas en campo, con lo que los pesos de éstas, resultan mucho más homogéneos.

Tabla 5.- Media, desviación típica y coeficiente de variación (CV) del peso fresco (g) de planta de escarola en campo.

Tratamiento	Tratamiento		Madia	Door tin	CV
Campo	Invernadero	N		Desv. típ.	(%)
	No	91	298.9	180.01	60.2
NO	Si	87	297.3	183.19	61.6
	Total	178	298.1	181.06	60.7
	No	90	356.4	107.82	30.2
SI	Si	86	362.9	117.27	32.3
	Total	176	359.6	112.26	31.2

Las diferencias observadas en el ensayo de escarola en campo, se mostraron estadísticamente significativas (ver *tabla 6*). Se cuantificó un incremento del peso fresco de 61.5 g por planta tratada (un 17.1 % superior).

El tratamiento previo en invernadero de las plántulas, no mostró en ningún caso diferencias estadísticamente significativas.

Tabla 6.- Media de mínimos cuadrados (LSM) error típico (SE) y p-valor del peso seco (g) de la planta de escarola en campo.

Tratamiento Campo	Tratamiento Invernadero	LSM	SE	p-valor
NO	No	298.9	15.85	0.881
140	Si	297.3	16.21	0.001
SI	No	356.4	15.94	0.802
31	Si	362.9	16.31	0.002
NO	Total	298.1	11.34	0.000
SI	Total	359.6	11.40	0.000

LSM: Media de mínimos cuadrados

SE: Error típico

5. CONCLUSIONES

Para los cultivos analizados de cebolla y escarola en invernadero, se observa un efecto significativo (p < 0.05) en el crecimiento (peso seco) de la parte aérea y de la parte radicular entre la zona control y la zona tratamiento con el dispositivo PHA2 de Vilardebó&Mortensen $^{\text{®}}$. Se estiman unos incrementos promedio de cerca del 11 $^{\text{$\%}}$ en el peso de la parte aérea y del 17 $^{\text{$\%}}$ en el sistema radicular.

El cultivo de escarola en campo, continuó mostrando un incremento significativo del peso fresco cuando se trató con el dispositivo PHA2, con un incremento de peso del 17 %. Sin embargo, el tratamiento previo en invernadero no mostró ningún efecto en campo.

Girona a 24 de noviembre de 2011

Universitat de Girona Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agro-alimentària

Francesc Ramírez de Cartagena

Escola Politècnica Superior Universitat de Girona Xavier Puigvert

Escola Politècnica Superior Universitat de Girona

ANEJO 1. Fotografías de los ensayos realizados



- 1.- Vista general del vivero.
- 2.- Realizando las espectometrías.
- 3.- Colocación de las bandejas post-germinación.
- 4.- Plántulas de cebollas al final de la etapa de vivero.
- 5.- Plántulas de escarola al final de la etapa de vivero.
- 6.- Diferencias de enraizamiento entre la plántula de cebolla tratada (izquierda) y la control (derecha).
- 7.- Cebollas seleccionadas para su posterior análisis de laboratorio.







CONVENIO DE COLABORACIÓN CIENTÍFICA UNIVERSIDAD-EMPRESA

APLICACIÓN DE DISPOSITIVOS PARA LA REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN PORCINA:

FASE DE TRANSICIÓN (6 A 20 KG)

INFORME FINAL

INDICE

1. INTRODUCCION GENERAL	1
1.1. Problemática de la fase de destete de los lechones	1
1.2 PHA2 como producto de higiene ambiental para la armonización del entorno	2
2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO	2
3. MATERIAL Y METODOS	2
3.1. Lugar del estudio e instalaciones	2
3.2 Alimentación.	
3.3 Controles	4
3.4 Análisis estadístico.	4
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5

Anejos

1. Fotografías de los ensayos realizados

1. INTRODUCCION GENERAL

1.1. Problemática de la fase de destete de los lechones

El lechón, en la fase del destete (donde debe adaptarse rápidamente al cambio de leche a una dieta sólida) está sujeto a gran variedad de cambios ambientales, sociales y nutricionales que afectan su desarrollo físico y fisiológico, su inmunidad y su nivel de bienestar. Las condiciones que dificultan la adaptación del animal a su ambiente se traducen en una situación de estrés y por consiguiente en una falta de bienestar. El destete abarca desafíos a los diferentes tipos de estrés: inmunológico, sociales, nutricionales y de manejo. En la realidad todos estos tipos de estrés están interrelacionados unos con otros.

Estrés inmunológico: En el proceso de destete, quitando al lechón de madre y por lo tanto de la leche, provocamos variaciones en la inmunidad pasiva, disminuyendo el desarrollo inmune del cerdo y alterando la flora del intestino. El estrés inmunológico afecta directamente al rendimiento animal.

Estrés social (Interacción animal-animal): Entre estos estresores se encuentra la separación de la madre y el establecimiento de la jerarquía en los cerdos: la jerarquía en lactación, se establece durante las dos primeras horas post-nacimiento y al destete en las primeras 48 horas y se establece mediante peleas entre ellos. El establecimiento de dicha jerarquia afecta la endocrinología, fisiología y metabolismo del lechón, dando como resultado cambios en la homeostasis del animal.

Estrés de manejo (Interacción animal-hombre): Se refiere al trato del humano hacia el animal (manejo), sometiendo a los cerdos jóvenes a los procedimientos rutinarios de la granja. Dentro de estos manejos zootécnicos se pueden encontrar: resección de dientes, castración, tatuado de orejas o muesqueo, corte de cola (previniendo la caudofagia), edad y peso del destete, transporte, la recolocación y reagrupación (homogeneización, mezcla), tamaño del lote, manipulaciones... . El resultado productivo se une estrechamente a las capacidades humanas, el manejo incorrecto puede llevar a un aumento de los síntomas de estrés junto con una reducción de los parámetros productivos.

Estrés nutricional: Se trata de una alteración en el funcionamiento del organismo ante el consumo falto de algunos nutrientes (por la pérdida de la leche materna y el paso a una alimentación sólida). La consecuencia más importante del destete en el lechón es la aparición de anorexia durante 24-72 horas, produciendo en el lechón una caída brusca de la ingestión de alimento. El patrón de ingestión se torna inadecuado, ya que el animal tarda en descubrir el pienso, pero cuando lo hace comerá en exceso saturando su poco desarrollado tracto digestivo. Además el animal presenta problemas para distinguir entre hambre y sed, ya que para él eran una sola necesidad hasta ese momento. Esto implica una inflamación local del tracto intestinal, que puede provocar problemas de mantenimiento de la barrera epitelial del intestino y la inmunidad asociada (estrés inmunológico), provocando retraso de crecimiento y alta incidencia de patologías, especialmente diarreas. Es de vital importancia minimizar el daño en el epitelio gastrointestinal y favorecer su rápida regeneración, ya que sino dificultamos la

absorción de nutrientes y favorecemos la entrada de patógenos a través de dicho epitelio.

Así pues, la reducción del estrés del ganado tiene la doble ventaja de reducir las enfermedades y aumentar la productividad animal. En consecuencia, resulta fundamental controlar y reducir todos aquellos factores estresantes que inciden en el destete, para mejorar tanto el bienestar como la productividad.

1.2. PHA2 como producto de higiene ambiental para la armonización del entorno

Vilardebó&Mortensen® (VM) es una empresa de desarrollo y fabricación de productos de higiene ambiental para la armonización del entorno. VM ha realizado numerosos estudios geobiológicos sobre las geopatías provocadas por la contaminación electromagnética natural y artificial y su afectación en el comportamiento humano, animal y vegetal, desde hace dos décadas.

Uno de los productos desarrollados y fabricados por Vilardebó&Mortensen® es el denominado PHA2, que según sus autores, reduce los efectos de las geopatías provocadas por la contaminación electromagnética natural y artificial, armonizando el ambiente para un mejor bienestar.

Con la finalidad de realizar una experiencia que permitiera determinar el efecto sobre los lechones de la radiación electromagnética y su armonización mediante los dispositivos PHA2 de VM, se desarrolló el presente Convenio de colaboración Científica UdG-VM.

La base del funcionamiento de estos dispositivos queda fuera de los objetivos de este Convenio, de manera que únicamente se analizarán los posibles cambios en los parámetros productivos causados por la acción de estas estructuras.

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo de dicho ensayo es analizar la utilización del dispositivo PHA2 desarrollado por Vilardebó&Mortensen® para la reducción del efecto de las radiaciones electromagnéticas, en relación con la mejora de los rendimientos productivos y del bienestar animal de los lechones durante la fase de transición.

3. MATERIAL Y METODOS

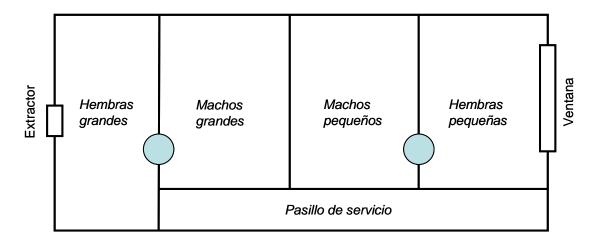
3.1. Lugar del estudio e instalaciones

Se realizaron dos ensayos en la granja Serra-Llobet, de Cabanes (Alt Empordà).

Ensayo 1

Se realizó en marzo de 2012. Se seleccionaron 271 lechones nacidos en la misma semana, y destetados a los 21 días. Los animales se distribuyeron en dos salas; en la sala nº 5 (tratamiento) se alojaron 136 lechones y en la nº 9 (control) 135. Dentro de cada

sala los lechones fueron distribuidos por tamaño y sexo en 4 corrales de 30-35 animales cada uno; dos corrales para machos y dos para hembras. Cada dos corrales comparten el sistema de alimentación, con una tolva de pienso y agua (ver esquema 1).



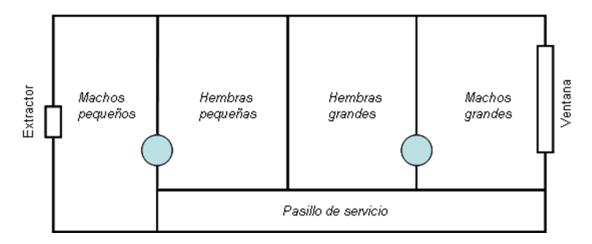
Esquema 1.- Distribución de los animales y los comederos en cada sala en el ensayo 1

Las salas, con suelo completo de slat, disponen de un sistema de ventilación por depresión y calefacción por placas con tubos de agua caliente en el suelo. Cada sala disponía de una sonda de temperatura. La temperatura inicial a la entrada de los lechones fue de 30 °C.

Los corrales tienen un tamaño aproximado de 6.8 m², por lo que la densidad máxima por lechón fue aproximadamente de 0.21 m². Se mantuvieron los lechones durante 5 semanas en las salas. El pienso y el agua fueron ofrecidos *ad libitum*.

Ensayo 2

Se realizó en mayo de 2012. Se seleccionaron 276 lechones nacidos en la misma semana, y destetados a los 21 días. Los animales se distribuyeron en dos salas; en la sala nº 3 (tratamiento) se alojaron 138 lechones y en la nº 9 (control) 138. Dentro de cada sala los lechones fueron distribuidos por tamaño y sexo en 4 corrales de 33-35 animales cada uno; dos corrales para machos y dos para hembras. Cada dos corrales comparten el sistema de alimentación, con una tolva de pienso y agua (ver esquema 2).Las salas eran de las mismas características que el ensayo 1.



Esquema 2.- Distribución de los animales y los comederos en cada sala en el ensayo 2.

3.2. Alimentación.

Todos los lechones fueron alimentados con la misma dieta separada en 2 fases, prestarter y starter. El pienso prestarter o lactoiniciador se administró durante las 2 primeras semanas del ensayo y el starter durante las semanas siguientes. Se utilizaron piensos medicados (Colistina, óxido de zinc y amoxicilina), presentados en forma de harina. Todos los corrales tenían libre acceso al pienso y al agua de bebida.

3.3. Controles

Se pesaron todos los animales al inicio de la prueba (01/03/2012 para ensayo 1 y 24/05/2012 para ensayo 2) y una vez finalizada, el día 10/04/2012 en el ensayo 1 (40 días de control) y el día 26/06/2012 (33 días de control) en el ensayo. Los pesos fueron realizados con una báscula certificada (*Mettler Toledo*®, modelo Kern) la cuál fue calibrada con un peso de 5 Kg cada vez que se ponía en marcha la báscula.

Durante toda la prueba, se anotaran las bajas producidas así como todas las posibles incidencias de patologías.

La diferencia en los días de control de las dos pruebas (40 y 33 días), se debe a problemas de logística y manejo de la granja, que obligó a acortar una semana el ensayo 2.

3.4. Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico de las diferencias entre las salas, se realizó un análisis de la varianza (ANOVA) con el paquete estadístico SPSS 13.0. Para poder determinar si había diferencias significativas en el peso final se realizó el test de Tukey para la separación de medias (p < 0.05).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Ensayo 1

En la *tabla 1*, pueden observarse el nº de animales que iniciaron la prueba y las bajas que se produjeron a lo largo de ella. Se pueden considerar normales valores de 3.5 % de mortalidad en la transición, valor muy cercano al encontrado en la sala control.

Por lo contrario, en la sala tratamiento, la mortalidad se reduce más del 50 %, hasta llegar a valores de 1.5 %. El impacto económico de la reducción de un 2% del porcentaje de mortalidad puede llegar a reducir en cerca de 1€el coste de producción de los lechones.

Tabla 1.- Bajas y porcentaje de mortalidad a lo largo de la prueba.

Tratamiento	Lechones inicio	Lechones final	Bajas	% Mortalidad
Control	135	130	5	3.70%
Tratamiento	136	134	2	1.47%
Total	271	264	7	2.58%

Inicio: 01/03/2012; final: 10/04/2012; total prueba: 40 días

El peso de los lechones a los 21 días fue de 5.73 kg (ver *tabla* 2). La distribución de los animales en las dos salas fue bastante equilibrada, con una diferencia no significativa de 90 g. Si que se observó una mejor homogeneidad en la sala control.

Tabla 2.- Número de individuos (N), Media, desviación típica y coeficiente de variación (CV) del peso inicial (kg), peso final (kg), incremento de peso (kg) y ganancia de peso diaria (g/día)de los lechones.

	Tratamiento	N	Media	Desviación típica	CV
Peso Inicial	Control	130	5.68	1.064	18.7%
	Tratamiento	134	5.77	1.304	22.6%
(kg)	Total	264	5.73	1.191	20.8%
Peso Final	Control	130	17.20	3.732	21.7%
	Tratamiento	134	18.08	3.281	18.1%
(kg)	Total	264	17.65	3.532	20.0%
To one out o	Control	130	11.52	3.304	28.7%
Incremento	Tratamiento	134	12.31	2.522	20.5%
de Peso (kg)	Total	264	11.92	2.954	24.8%
	Control	130	288.1	82.61	28.7%
GPD (g/día)	Tratamiento	134	307.7	63.04	20.5%
	Total	264	298.0	73.85	24.8%

Al cabo de 40 días, los lechones alcanzaron un peso promedio de 17.65 kg, que representa una ganancia de peso diaria de 298 g/día. Se observa además, que la homogeneidad de la sala tratamiento es mayor que la sala control, produciéndose así un

cambio de tendencia. Así en la sala control el coeficiente de variación (CV) del peso pasa del 18.7% al 21.7%, mientras que en la tratamiento pasa del 22.6% al 18.1%.

Así pues observamos (ver *tabla 3*) que el peso final es significativamente mayor (p<0.05) en los animales sometidos a tratamiento (18.08 vs. 17.20 kg), con un incremento de peso vivo de 790 g más, que al final representa un incremento de la ganancia de peso diaria (GPD) de unos 20 g/día.

Tabla 3.- Media de mínimos cuadrados (LSM) error típico (SE) y p-valor del peso seco (g) peso inicial (kg), peso final (kg), incremento de peso (kg) y ganancia de peso diaria (g/día) de los lechones.

	Tratamiento	LSM	Error típ.	p-valor	
Pogo Inicial (lzg)	Control	5.68	.105	0.502	
Peso Inicial (kg)	Tratamiento	5.77	.103	0.503	
Peso Final (kg)	Control	17.20	.308	0.042	
reso rmai (kg)	Tratamiento	18.08	.303	0.042	
In anomanta da Daga (kg)	Control	11.52	.257	0.031	
Incremento de Peso (kg)	Tratamiento	12.31	.253	0.031	
CDD (a/día)	Control	288.1	6.432	0.021	
GPD (g/día)	Tratamiento	307.7	6.335	0.031	

Así pues, podemos concluir que la utilización del dispositivo PHA2 para la reducción del efecto de las radiaciones electromagnéticas produce una mejora de los rendimientos productivos de los lechones durante la fase de transición, con una reducción de las bajas de más de la mitad (del 3.7% al 1.5%) y un incremento del crecimiento cercano a los 20 g/día.

Ensayo 2

En la *tabla 4*, pueden observarse el nº de animales que iniciaron la prueba y las bajas que se produjeron a lo largo de ella. Se produjeron 9 bajas entre los 276 animales que empezaron la prueba, lo que comporta un % de mortalidad medio del 3.26%.

A los 12 días post-destete, se detectó un problema de *E. coli* enterotoxigénico que afectó simultáneamente a las dos salas (se sospecha que fue debido a un problema en las vacunación administrada a las madres). Se aplicó tratamiento antibiótico inmediato. En los tres días posteriores, en la sala control se produjeron 7 bajas, mientras que no hubo ninguna en la sala tratamiento .

Tabla 4.- Bajas y porcentaje de mortalidad a lo largo de la prueba.

Tratamiento	Lechones inicio	Lechones final	Bajas	% Mortalidad
Control	138	129	9	6.52%
Tratamiento	138	138	0	0.00%
Total	276	267	9	3.26%

Inicio: 24/05/2012; final: 26/06/2012; total prueba: 33 días

El peso de los lechones al destete fue de 5.61 kg (ver tabla 5). La distribución de los animales en las dos salas fue muy equilibrada, con una diferencia no significativa de 70 g. Los pesos de entrada fueron muy parecidos a los del ensayo 1 (5.73 kg).

Tabla 5.- Número de individuos (N), Media, desviación típica y coeficiente de variación (CV) del peso inicial (kg), peso final (kg), incremento de peso (kg) y ganancia de peso diaria (g/día)de los lechones (ensayo 2).

	Tratamiento	N	Media	Desviación típica	CV
Peso Inicial (kg)	Control	138	5.58	1.248	22.4%
	Tratamiento	138	5.65	1.261	22.3%
	Total	276	5.61	1.253	22.3%
Peso Final (kg)	Control	129	13.65	3.062	22.4%
	Tratamiento	138	14.37	3.043	21.2%
	Total	267	14.02	3.068	21.9%
Incremento de Peso (kg)	Control	129	8.08	2.310	28.6%
	Tratamiento	138	8.71	2.189	25.1%
	Total	267	8.41	2.266	26.9%
GPD (g/día)	Control	129	244.8	70.00	28.6%
	Tratamiento	138	264.0	66.32	25.1%
	Total	267	254.7	68.67	27.0%

A los 33 días, los lechones alcanzaron un peso promedio de 14.02 kg, que representa una ganancia de peso diaria de 255 g/día. Los pesos son cerca de 3.5 kg inferiores al ensayo 1, debido al recorte en 7 días de la prueba. Por lo que se refiere a la homogeneidad de los pesos, en este ensayo, la mejora del tratamiento control es mucho más reducida. El hecho de que el tratamiento no haya tenido ninguna baja, por 9 del control, puede tener cierta influencia en dichos resultados.

Tabla 6.- Media de mínimos cuadrados (LSM) error típico (SE) y p-valor del peso seco (g) peso inicial (kg), peso final (kg), incremento de peso (kg) y ganancia de peso diaria (g/día) de los lechones(ensayo 2).

Tratamiento	LSM	Error típ.	p-valor	
Control	5.57	.110	0.596	
Tratamiento	5.65	.107	0.390	
Control	13.65	.269	0.057	
Tratamiento	14.37	.260	0.057	
Control	8.08	.198	0.022	
Tratamiento	8.71	.191	0.022	
Control	244.8	5.998	0.022	
Tratamiento	264.0	5.799	0.022	
	Control Tratamiento Control Tratamiento Control Tratamiento Control	Control 5.57 Tratamiento 5.65 Control 13.65 Tratamiento 14.37 Control 8.08 Tratamiento 8.71 Control 244.8	Control 5.57 .110 Tratamiento 5.65 .107 Control 13.65 .269 Tratamiento 14.37 .260 Control 8.08 .198 Tratamiento 8.71 .191 Control 244.8 5.998	

En la tabla 6, podemos observar los resultados finales del segundo ensayo. El peso final es significativamente mayor en los animales osmetidos a tratamiento (14.37 vs. 13.65 kg), con un incremento de peso vivo de 630 g más, que al final representa un incremento de la ganancia de peso diaria (GPD) de unos 18 g/día. Los resultados son

casi idénticos que en el primer ensayo, peo conseguidos en una semana menos. Por lo tanto seria de esperar que en igualdad de tiempo en control, los resultados hubieran sido netamente superiores en este segundo ensayo.

Se reafirman pues las conclusiones del ensayo anterior, donde la utilización del dispositivo PHA2 para la reducción del efecto de las radiaciones electromagnéticas produce una mejora de los rendimiento productivos de los lechones durante la fase de transición, con un incremento del crecimiento cercano a los 20 g/día y una importante reducción de las bajas durante dicho periodo.

Girona a 03 de octubre de 2012

Departament d'Enginyeria Química, Agrària i Tecnologia Agro-alimentària

ersitat de Girona

Francesc Ramírez de Cartagena Escola Politècnica Superior Universitat de Girona Xavier Puigvert Escola Politècnica Superior Universitat de Girona

ANEJO 1. Fotografías de los ensayos realizados



1.- Vista general de la Sala.



2.- Detalle del comedero-bebedero.



3.- Colocación del dispositivo VM1 del PHA2.



4.- Colocación del dispositivo VM2 del PHA2.



5.- Sala con los animales recién entrados.



6.- Pesaje de los lechones.



7.- Identificación de los lechones con crótalos.



8.- Corral con todos los animales identificados con crótalos.



9.- Detalle de las moscas atrapadas en las tiras adhesivas.