UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EVALUACION DEL POTENCIAL GENOTOXICO Y CITOTOXICO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS DE 60 HZ EN CELULAS DE MAMIFERO

TESIS:

QUE EN OPCION AL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS BIOLOGICAS CON ESPECIALIDAD EN BIOLOGIA CELULAR Y GENETICA

PRESENTA:

M.C. JOSE ANTONIO HEREDIA ROJAS

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L., A
DICIEMBRE DEL 2001

EVALUACION DEL POTENCIAL GENOTOXICO Y CITOTOXICO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS DE 60 HZ EN CELULAS DE MAMIFERO

TD
QP82
.2
.E43
H4
2001
c.1

1080124464

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

INVESTIGACION DEL POTENCIAL GENOTOXICO Y CITOTOXICO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS DE 60 Hz EN CELULAS DE MAMIFERO

TESIS:

QUE EN OPCION AL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS BIOLOGICAS CON ESPECIALIDAD EN BIOLOGIA CELULAR Y GENETICA

PRESENTA:

M.C. JOSE ANTONIO HEREDIA ROJAS

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L., A

DICIEMBRE DEL 2001

TD
QP82
.2
E43
H4
2001

UANL
FONDO
TESIS DOCTORADO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EVALUACION DEL POTENCIAL GENOTOXICO Y CITOTOXICO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS DE 60 HZ EN CELULAS DE MAMIFERO.

TESIS

QUE EN OPCION AL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS BIOLOGICAS CON ESPECIALIDAD EN BIOLOGIA CELULAR Y GENETICA

PRESENTA:

M.C. JOSE ANTONIO HEREDIA ROJAS

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L. DICIEMBRE DEL 2001

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLOGICAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EVALUACION DEL POTENCIAL GENOTOXICO Y CITOTOXICO DE CAMPOS ELECTROMAGNETICOS DE 60 HZ EN CELULAS DE MAMIFERO.

TESIS

QUE EN OPCION AL GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS BIOLOGICAS CON ESPECIALIDAD EN BIOLOGIA CELULAR Y GENETICA

PRESENTA:

M.C. JOSE ANTONIO HEREDIA ROJAS

COMISION DE TESIS

PRESIDENTE: DR. MARIO RODOLFO MORALES VALLARTA

SECRETARIO: DR. BENITO DAVID MATA CARDENAS

VOCAL: DR. ROBERTO EDUARDO MENDOZA ALFARO

VOCAL: DR. ROBERTO MERCADO HERNÁNDEZ

VOCAL: DR. CESAR ELIZONDO GONZALEZ
(ASESOR EXTERNO)

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N.L. DICIEMBRE DEL 2001

Este trabajo fue realizado en el Laboratorio de Física del Departamento de Ciencias Exactas y Desarrollo Humano de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL., gracias al apoyo económico del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (**CONACYT**) No. de Registro 113515. Además, se recibió financiamiento del Programa de Apoyo a la Investigación Científica y Tecnológica de la UANL (PAICYT) con los proyectos CN031-98, CN183-99 y SA437-00. El autor patentiza su agradecimiento a estas instituciones por su invaluable ayuda.

AMOR ELECTROMAGNETICO

POEMA A LAURA

Un eléctrico suspiro
cuando recuerdo tu aspecto
cual fotón .....ya ni respiro
se me gasta el intelecto.

Si el amor es magnetismo
electrón articulado
yo preferiría por siempre
vivir electrocutado.....

Esa longitud de onda
de tu amor que me estremece
cual amplitud tan redonda
mi cuántico favorece.

No voy en pos de un magneto
pues atraído ya estoy
con un profundo respeto
por un Tesla de tu amor.

Si cual bella oscilación
más con gran romanticismo
y una dosis de pasión
admiro tu feminismo.

Si dos cargas son opuestas
y se atraen tan fuertemente
tal cual ondas sobrepuestas
tu amor siempre está en mi mente.

DEDICATORIA

Al Divino Maestro, Jesús de Nazareth, el Alfa y el Omega, Principio y Final, Hijo del Hombre, la Simiente de Abraham, Cordero de Dios, el Segundo de la Trinidad, Él el Mesías, Jehová, Príncipe de Paz, Hijo de Dios, Creador, ya destinado desde antes de la fundación del mundo.

A mis padres, José Antonio Heredia Hernández (q.e.p.d.) y Laura Carmen Rojas Treviño, quienes siempre apoyaron mi desarrollo profesional.

A Laura Ernestina, mí esposa, mujer virtuosa, mi mejor interlocutor.

A mis pequeños hijos, Omar y Laura, por el tiempo que les robé en la realización de este trabajo, pero a la vez por su interés en el mismo.

A mis hermanos; Luis Alberto, Norma y José Santos, brillantes profesionistas, ejemplo de dedicación y esfuerzo.

A mis compañeros amigos, maestros del Departamento de Ciencias Exactas y Humanidades de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL: Lic. Margarita González Gutiérrez, M.C. Esperanza Castañeda Garza, Lic. Marco Antonio González Vega, Arq. Isaías Balderas Candanosa, Biol. Mercedes González Maltos, Ing. Ciro Efrén Barrera Hinojosa, Ing. Jaime Rodríguez González, M.C. Patricia Magdalena Hernández Sifuentes, Lic. Oralia Flores de la Cruz, MES Martha Alicia Santoyo Stephano, Lic. Manuel Leos Leos, Q.B.P. Miguel Angel Zúñiga Charles.

A la Sra. Consuelo Garza Valero, Secretaria del Departamento de Ciencias Exactas y Humanidades y a Carmen Vázquez, Secretaria de postgrado.

A los maestros del Departamento de Microbiología e Inmunología de la Facultad de Ciencias Biológicas, UANL; Dra.

Patricia Tamez Guerra, Dr. Ricardo Alberto Gómez Flores y Dr. Juan Manuel Alcocer González, ejemplo de destacados investigadores.

Al Centro de Investigación Biomédica del Noreste del Instituto Mexicano del Seguro Social, semillero de grandes investigadores, en especial al Sr. Director Dr. Salvador Luis Said Fernández.

A la Asociación de Estudios Geobiológicos de Monterrey, A.C. en especial a David y Marycarmen Loyola.

A la Asociación Biolectromagnética Europea, en especial al Dr. Ferdinando Bersani de la Universidad de Bolonia, Italia.

Al Dr. Ben Greenebaum, de la Universidad de Wisconsin, E.E. U.U.

A la memoria de mi inolvidable maestro (ex – asesor de esta Tesis), Dr. Rigoberto García Cantú, CINVESTAV – IPN (q.e.p.d.) y del Biólogo Humberto Sifuentes Amaya, quien dedicó parte de su tiempo a este trabajo (q.e.p.d.).

De manera muy especial a quien me inició en el camino de la investigación científica, Dr. Raúl Garza Chapa y a su gentil esposa Ma. De la Luz Uribe.

A mis alumnos de licenciatura y posgrado, razón de mi quehacer profesional.

A mis discípulos, becarios del laboratorio de Física, Fac. de Ciencias Biológicas, UANL: Karla Yadira Pérez Leor, Jessica Saraidh Jacobi Elizondo, Arnulfo Díaz Trujillo, Julián Mancilla Rendón, Antonio Cayetano Tórres Flores y Miriam Martínez Chavarría.

A todos los estudiosos sobre campos magnéticos y sus efectos biológicos.

Agradecimientos

Al Dr. Reyes Tamez Guerra, Secretario de Educación Pública de México y al Dr. Luis Jesús Galán Wong, Rector de la Universidad Autónoma de Nuevo León, hombres con visión que han tenido a bien apoyar la capacitación del Magisterio en pro de una sociedad mejor.

Al M.C. Juan Manuel Adame Rodríguez, ex – Director de la Facultad de Ciencias Biológicas y al Dr. José Santos García Alvarado, Director actual de la misma, por su gran apoyo y buena disposición mostrada en la realización de la presente investigación.

A los integrantes de mi comisión de Tesis. Dr. Mario Rodolfo Morales Vallarta, Dr. Roberto Mercado Hernández, Dr. Benito David Mata Cárdenas, Dr. Roberto Mendoza Alfaro y Dr. César Elizondo González, por sus atinadas sugerencias que enriquecieron este trabajo.

A la M.C. Laura E. Rodríguez Flores, por la revisión crítica del escrito y su determinante ayuda en técnicas de laboratorio utilizadas en este trabajo.

A los Biólogos Diana E. Caballero Hernández y Gerardo Ramos Alfano, así como a los Q.B.P. Abraham Octavio Rodríguez de la Fuente y Andrés Mendiola Jiménez, por sus invaluables aportaciones a este estudio.

A la MES Martha Santoyo Stephano, por su ayuda en los análisis estadísticos de esta investigación.

A la Dra. Yolanda Gutiérrez Puente y Dr. Arturo Chávez Reyes, por su decidida ayuda en la consecución de literatura especializada.

Al M.C. Carlos H. Leal Garza, del CIBIN – IMSS por permitir el uso de su laboratorio y ayuda en registro fotográfico.

Al Dr. Jesús Ancer Rodríguez, Director de la Facultad de Medicina, UANL, por su apoyo a través del Departamento de Patología, en especial, a la Dra. Beatriz de la Fuente Cortez.

Al Ing. Samuel Eduardo Castillo Andrade, por el tecleado del escrito y sus atinadas sugerencias.

INDICE

Resumen **1**

Abstract **2**

Introducción **3**

Capítulo I. **Diseño y caracterización de los modelos físicos de exposición de sistemas biológicos a campos electromagnéticos (CEM) de frecuencia extremadamente baja (60 Hz).**

Antecedentes 7

Hipótesis y Objetivos 32

Material y Método 33

Resultados 42

Discusión 45

Conclusión 47

Literatura Citada 48

Capítulo II. **Efectos citológicos de campos electromagnéticos de 60 Hz en linfocitos humanos *in vitro***

Antecedentes 53

Hipótesis y Objetivos 64

Material y Método 65

Resultados 71

Discusión 77

Conclusiones 81

Literatura Citada 82

Capítulo III **Efecto de campos electromagnéticos (CEM) de 60 Hz sobre parámetros hemáticos de ratón (*Mus musculus*) línea BALB/c *in vivo*.**

Antecedentes 90
Hipótesis y Objetivos 100
Material y Método 101
Resultados 106
Discusión 113
Conclusiones 118
Literatura Citada 119

Capítulo IV. **Evaluación del efecto clastogénico de campos electromagnéticos de 60 Hz en células de médula ósea de ratón (*Mus Musculus*) línea BALB/c *in vivo* mediante la prueba de micronúcleos.**

Antecedentes 125
Hipótesis y Objetivos 131
Material y Método 133
Resultados 138
Discusión 142
Conclusiones 146
Literatura Citada 147

Capítulo V. **Efecto de campos electromagnéticos de 60 Hz en células espermatogénicas de ratón (*Mus musculus* línea CD-1) *in vivo***

Antecedentes 152

Hipótesis y Objetivos 166

Material y Método 167

Resultados 176

Discusión 179

Conclusiones 183

Literatura Citada 184

Apéndice V. A 190

CONCLUSIONES GENERALES 193

PUBLICACIONES DERIVADAS DE LA TESIS DOCTORAL 194