

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

" RADIOESTERILIZACION DE HARINA DE AVENA  
MEDIANTE RAYOS GAMMA DE  $^{60}\text{Co}$  "

270

T E S I S

Que para obtener el Título de

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P r e s e n t a n ,

HECTOR MANUEL LOPEZ DOMINGUEZ Y

ANA MARIA MONDRAGON RUIZ.

México, D. F.

1976.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CLAS: TOSI  
ABO: 1974  
FECHA:             
PROC:           

268



QUIMICA

PRESIDENTE : NINFA GUERRERO DE CALLEJAS.

VOCAL : ENRIQUE GARCIA GALEANO.

Jurado asignado originalmente :

SECRETARIO : GUILLERMINA BURILLO DE V.

Según el tema

1er. SUPLENTE : RUBEN BERRA GARCIA Y COSS.

2o. SUPLENTE : RUBEN F. ORTEGA CARMONA.

Sitio donde se desarrolló el tema :

CENTRO DE ESTUDIOS NUCLEARES.

Nombre completo y firma del sustentante :

HECTOR MANUEL LOPEZ DOMINGUEZ.

ANA MARIA MONDRAGON RUIZ.

Nombre completo y firma del asesor del tema :

Q. ENRIQUE GARCIA GALEANO

Nombre completo y firma del supervisor Técnico :

M. en C. VICTOR MANUEL LOYOLA V.

Q. JOSE ANTONIO AZAMAR BARRIOS.

Agradecemos al M. en C. MANUEL NAVARRETE TEJERO, al CENTRO DE ESTUDIOS NUCLEARES de la Universidad Nacional Autónoma de México y al Dr. JAVIER GARFIAS AYALA., Jefe de la División de Estudios Superiores de la Facultad de Química; su colaboración para la realización de esta tesis.

Así también agradecemos, al Q. JOSE ANTONIO AZAMAR BARRIOS y al M. en C. VICTOR MANUEL LOYOLA VARGAS; por su ayuda y dirección atinadas para el logro de esta tesis.

A mis Padres:

GENARO I. LOPEZ QUINTERO

SARA DOMINGUEZ DE LOPEZ

Por esta herencia incalculable que me han dado, con todo mi cariño y admiración.

A SALOMON y ELVIA:

Por todas sus finas atenciones para conmigo. A Salomón ( más que cuñado: hermano ), por ese gesto bohemio.

A mis hermanos:

ELVIA

ALFREDO

MARY

GENARO

LUIS

SARA

ADELA

NURY

ROCIO

Para ANA: con AMOR

A mis Sobrinas:

VITA

VERO

DIANA

A todos mis familiares y amigos.

... y a todos aquéllos que en una u otra forma luchan por alcanzar un ideal, aunque a veces sean vencidos en su lucha.

HECTOR MANUEL.

Papacito:

Quisiera ser un poeta  
y tener la inspiración,  
que siempre te caracterizó;  
y fué mi secreta ilusión  
el llegar a emularte.

También hoy, quiero decirte  
que no sólo esto admiré  
sino también tu entereza,  
y sacando fuerzas de flaqueza  
lo imposible lograste;  
saliendo siempre triunfante  
y alta la cabeza.

En el camino, tal vez has dejado  
lujo, riquezas y gloria  
para no cambiar la historia  
que en mi tierno corazón, grabaste.



Mamacita:

Quisiera decirte tanto y no puedo, y no porque no lo sienta, sino porque no encuentro las palabras que describan lo grande que eres para mí. Tú representas todo, el puntal sobre el que descansa la seguridad de nuestra casa, la unión y la fuerza.

Tú llevas la gloria, la sublime tarea; de nacer a tus hijos; que si no hubieras querido, yo no estaría platicándote esto.

Tú has pasado sacrificios y desvelos y elevando siempre tus ojos al cielo rogando por tus hijos, has llorado.

Tú mejor que nadie conoces el alma y caracter de tus hijos pues siempre con ellos, el mayor tiempo has estado.

Mamacita, tu conoces mi espíritu sublevado que mi inexperta juventud, ha marcado y por los dolores que ello te ha causado perdóname, pues el presente me ha cambiado.

*Hermanitos queridos: Javier, Wilfrido, Chuchi y Pepito.*

*Un renglón especial  
quiero hoy, dedicar  
pues como hermana mayor  
tengo gran preocupación;  
por el porvenir de ustedes.*

*Sólo les puedo decir  
que para en la vida triunfar  
muy duro hay que trabajar  
para así poder lograr  
una superación total.*

*También, arrastro una pena  
y fué no estar con ustedes,  
para juntos conjugar  
pleitos, penas y deberes.*

*Pero en esta larga ausencia  
y aunque parca en cariño  
haya sido, siempre en el corazón  
estuvieron conmigo.*

A HECTOR MANUEL, con AMOR:

Porque siempre fuiste,  
en mi vida de estudiante;  
un amante compañero  
y supiste poner  
en el preciso instante  
la palabra justa  
a mi alma sollozante.

Porque, cuando yo me vencía  
tú siempre, siempre me decías  
¡ Adelante, Vida Mía ¡

Y cuando a veces, flojeaba  
entonces también me reñías  
y siempre la palabra justa  
en tus labios tenías.

Porque siempre has sido  
el niño, el joven, el hombre  
que yo en mis sueños  
he formado.

A SALOMON y ELVIA:

Por la seguridad que siempre me  
dieron, en una ciudad extraña, de contar con su  
apoyo y amistad.

A todos mis familiares, en especial mis Tías Lucha  
y Rosario.

Con cariño, a la familia Vidal Alvarez.

A Lupita Avalos, Miriam Areli y Rosaura.

ANA MARIA.

## C O N T E N I D O

Pág.

RESUMEN	
INTRODUCCION - - - - -	1
CAPITULO I. GENERALIDADES - - - - -	3
CAPITULO II. ANTECEDENTES - - - - -	20
CAPITULO III. MATERIALES Y METODOS - - - - -	28
CAPITULO IV. EXPERIMENTACION - - - - -	39
CAPITULO V. RESULTADOS Y CONCLUSIONES - - - - -	48
BIBLIOGRAFIA - - - - -	51
TABLAS - - - - -	59
GRAFICAS - - - - -	71
FOTOGRAFIAS - - - - -	79

## RESUMEN

La finalidad del presente trabajo fue encontrar la dosis de irradiación gamma adecuada, para reducir la carga total microbiana o cuando menos el 90% ( $D_{10}$ ), en harina de avena; así, como observar los cambios cuantitativos que pudieran producirse en cada uno de los componentes de la harina debido al efecto de estas radiaciones.

La harina de avena se irradió a las dosis de: 0, 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250 y 300 Krads.

En cada una de las dosis así como en el testigo, se determinaron por cuadruplicado cuentas totales de esporas de bacterias aerobias mesófilas y termófilas (productoras y no productoras de ácido), también se determinó la cuenta total de hongos y levaduras.

En el testigo y en la dosis de 175 Krads (que se eligió por los resultados obtenidos), se hicieron determinaciones del contenido de proteína, carbohidratos, humedad y grasa.

## INTRODUCCION

El hombre a través del tiempo, en su afán de subsistir, ha tenido la necesidad de preservar, conservar e higienizar sus alimentos.

Para esto ha empleado desde técnicas sencillas, tales como: secado al sol, ahumado, enchilado, etc., y conforme ha pasado el tiempo, ha perfeccionado sus técnicas para obtener métodos más elaborados de conservación de alimentos, tales como: deshidratación, refrigeración, congelación, etc., recientemente ha empleado también la radiación ionizante.

Para el presente trabajo se prefirió este último método, después de descartar los anteriores (atendiendo a la naturaleza del producto) debido a que se trata de esterilizar o cuando menos eliminar la mayor parte de la carga microbiana contenida en harina de avena, cuyas características fisicoquímicas impiden el uso de métodos tradicionales más comunes; por ejemplo el calor puede producir desnaturalización y efectos indeseables: oscurecimiento, caramelización, etc., en los principales componentes de la harina.

La opción a seguir como un procedimiento óptimo fue

el uso de radiaciones, ya que por sus varias características: no dejan residuos tóxicos (como lo harían los aditivos químicos: dióxido de azufre, bromuro de etilo, benzoatos, propionatos, etc.,) y que en grandes volúmenes su costo es relativamente bajo. Además, de que a la dosis requerida para reducir esta carga microbiana, la desnaturalización de sus componentes principales podría ser nula o mínima, este trabajo se realiza: para determinar la dosis de radioesterilización y en esta dosis verificar los efectos sobre los componentes: carbohidratos, lípidos, proteínas y enzimas.



## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.- HARINA DE AVENA

El origen del nombre avena, no está bien dilucidado, lo hacen derivar del verbo latino Avere, empleado para las saluciones, suponiendo que fue bien recibido su descubrimiento.

También, su nombre se hace derivar de la palabra latina aveo: deseo (por la avidez con que la come el ganado).

Antiguamente se daba este nombre a la flauta del Dios Pan, por ser ésta de tallos de avena.

La avena es una planta herbácea, monocotiledónea, perteneciente a la familia de las gramíneas y a la tribu aveneas.

RAIZ. Es fibrosa, de longitud variable (esto depende de la humedad del suelo) matean mucho llegando a tener hasta 2 metros de longitud.

TALLO. Es recto, estriado y hueco, bastante resistente y sin pelos, de longitud variable (según las condiciones en que se cultivó la planta), en plantas mal cultivadas llegan a tener 0.75 metros, y en plantas cultivadas en terrenos apropiados llegan a medir 1.60 metros, pero como tamaño medio se considera el de 1.00 a 1.20 metros en condiciones normales.

HOJAS. Son lineales, agudas, algo anchas, y ásperas al tacto, su lígula es corta y truncada.

## 2. ESTRUCTURA DE LOS GRANOS DE AVENA

ESTRUCTURA DE LAS FLORES. Los granos de avena se forman a partir de flores o flósculos, los cuáles están formados por un ovario, tres estambres y dos "glumélulas" llamadas lema y palea. La lema cubre la cara dorsal del flósculo (la parte que mira hacia el ráquis) mientras la otra cubre la ranura de la cara ventral del grano.

El ovario con el óvulo dentro de él, después de ser fecundado por el polen, forma el grano.

En la avena las glumelas envuelven al pericarpio cuando el grano está maduro, son fuertes y carnosas aunque no están soldadadas al resto del grano como en el caso de la cebada, están algo adheridas y no se separan de él durante la trilla: forman la cáscara de la avena que, al igual que la cebada y el arroz, es una cariósipide cubierta. Casi todas las variedades de avena conservan la cáscara después de la trilla.

Las flores de la avena se hayan reunidas en inflorescencia en forma de panoja.

La inflorescencia está formada por un tallo floral del que arrancan ramas pequeñas en varias direcciones; generalmente las ramas son de 3 a 5 que llevan en su extremo una espiguilla.

En la avena el número de granos por espiguilla es característico de la variedad y de las condiciones en que ha crecido. Lo más típico es dos por espiguilla pero algunas variedades (ejemplo, la avena patata) generalmente tienen una sola, mientras otras tienen tres. La diversidad del tamaño del grano y el porcentaje de albúmen aumentan con el número de granos por espiguilla, lo cual es importante en relación con el proceso de descascarado.

FRUTO. Es el ovario de la flor transformado en fruto seco; se le llama indebidamente grano, considerándolo como la semilla de la avena. Tiene forma elíptica, perteneciente a los llamados carióspsides.

Se encuentra cubierto por la cascarilla que lo encierra perfectamente, cuando se destina a la nutrición se despoja de ella y constituye el grano de avena; así tiene la forma de una lanceta, atenuada en sus extremidades, es cruzado en su cara ventral por un surco longitudinal estrecho.

La cascarilla que recubre el grano de avena, se compone de 4 envolturas superpuestas:

1) Una epidermis, formada de células tubulares, tienen paredes fuertes y gruesas, y están guarnecidas de pelos cortos y poco anchos, se presentan aislados o en pares.

2) Un tejido fibroso debajo de la epidermis, formado de 3 o 4 filas de fibras de paredes gruesas.

3) Un parénquima, atravesado por haces fibro-vasculares y formados de células poligonales que tienen paredes delgadas.

4) Un epitelio formado de una capa de células poligonales, alargadas paralelamente al eje grande del grano y a menudo cubierto de pelos tactores y de estomas.

El grano de avena tiene un color variable según la clase de avena, ya sea: variedad negra, gris o blanca. Su embrión se encuentra en la base y dispuesto en forma de cuña y formado por un sólo cotiledón.

El almidón de la avena está formado por granos compuestos y granos simples, predominando los compuestos.

Los granos compuestos forman 2 grupos globulosos y ovales; su diámetro varía de 0.18 a 0.44 mm. Dentro de estos granos se distinguen de 20 a 80 granos elementales, que tienen forma angulosa o ligeramente arredondados y miden aproximadamente de 0 - 0.44 mm, siendo su hilo poco visible.

Los granos simples, son más o menos gruesos que los elementales, son arredondados, ovales, globulosos o en forma de cuba.

### 3. ANATOMIA DE LOS GRANOS DE AVENA

TAMAÑO. Los granos de avena tienen una longitud que varía de 6 - 13 mm, y una anchura de 1 - 4.5 mm, con un peso medio de 32 g por cada 100 granos.

ESTRUCTURA ANATOMICA. Los granos de avena (cariópside cubierta) consisten en una cubierta (pericarpio) y la semilla.

La semilla comprende la envoltura de la semilla, el germen y el endospermo, contienen además, fuera de la envoltura del fruto, las glumas (lema y palea) que constituyen la cáscara. Cada una de las principales partes del grano (pericarpio, envoltura de la semilla, germen y endospermo) están a su vez divididos en varias capas, tejidos o regiones, como sigue:

Grano (cariópside)

1) Pericarpio (envoltura del fruto)

(a) Parte externa

Epidermis (epicarpio)

Hípodermo

Resto de células de paredes delgadas

(b) Parte interna

Células intermedias

Células cruzadas

Células tubulares

2) Semilla

(a) Cubierta de la semilla (testa) y zona pigmentada

(b) Capa micelar (capa hialina)

(c) Endospermo

Capa de aleurona

Albumen

(d) Germen (embrión)

Escutelo (cotiledón)

Eje embriónico

Plúmula cubierta por el coleóptilo

Raiz primaria, cubierta por la coleorriza

Raíces secundarias laterales

Epiblasto

El grano de avena (fig 1), es de forma cilíndrica, embotado en el extremo que lleva el germen y puntiagudo en el que lleva el púncel. El grano comprende el cariósido o albumen, frecuentemente llamado "groat" (moneda inglesa), envuelto por la cáscara o la vaina formadas a partir de la lema y la palea. La cáscara es un sub-producto muy barato derivado de la obtención de harina de avena.

LIPASA. La enzima lipasa está localizada casi totalmente en el pericarpio del albumen (Hutchinson, 1951).

La lipasa hidroliza las grasas separando sus componentes. La grasa de la avena está compuesta de glicerina y ácidos grasos, principalmente oléico, linoléico y palmítico. La acción de la lipasa consiste en desdoblar la grasa separando la glicerina de los ácidos grasos. La glicerina es una sustancia neutra y estable y cuando se libera por hidrólisis de la grasa de avena no produce efectos perjudiciales. La lenta liberación de ácidos grasos y sustancias relacionadas con ellos a partir de la grasa de avena, va sin embargo,

acompañada de la aparición de un cierto amargor.

En el grano de avena la grasa está distribuida, por todo el endospermo, el germen y la capa de aleurona, siendo estas dos últimas partes las más ricas. Existe muy poca o quizá nada de grasa en el pericarpio. (25 )

#### 4. COMPOSICION QUIMICA DE LOS GRANOS DE AVENA ( % )

	Máx.	Mín.	Prom.
agua	20.08	6.21	12.11
sustancias nitrogenadas	18.84	6.00	10.66
grasa	10.65	2.11	4.99
sust. extractivas no-ni trogenadas	64.63	48.69	58.37
celulosa	20.08	4.45	10.58
cenizas	8.64	1.34	3.29

En el residuo seco:

sustancias nitrogenadas	21.44	6.83	12.13
sustancias no-nitrogena das	73.53	55.40	66.41

VALOR NUTRITIVO DE LA AVENA EN 100 g de peso neto:

Porción comestible	100 %
calorías	364
proteínas	10.8 (g)

grasas	3.1 (g)
carbohidratos	73.8 (g)
calcio	61.0 (mg)
hierro	3.3 (mg)
tiamina	0.53 (mg)
riboflavina	0.11 (mg)
niacina	0.8 (mg)
ácido ascórbico	0.0 (mg)

##### 5. VENTAJAS DEL USO DE RADIACIONES

Algunas de las posibles ventajas de la preservación de alimentos y los efectos que pueden alcanzarse por el tratamiento con irradiación son:

a) La irradiación es el único tratamiento que se puede aplicar a los alimentos a través de cualquier empaque. Es to constituye una gran ventaja pues se evita la recontaminación o reinfestación del producto.

b) La temperatura aumenta sólo unos cuantos grados aún a altas dosis de esterilización; así, el alimento conserva su forma original, lo cual es benéfico ya que la experiencia ha demostrado que los consumidores aceptan más fácilmente alimentos naturales.

c) No deja residuos químicos (como lo hacen los aditivos químicos).

d) Basta una sola irradiación, a la dosis adecuada, para aumentar la vida de anaquel de los alimentos.



e) Para la irradiación se usan exclusivamente fuentes gamma de  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ , aunque también puede usarse  $^{124}\text{Sb}$ ,  $^{133}\text{Ba}$ ,  $^{226}\text{Ra}$  y  $^{228}\text{Th}$ . Se prefiere el  $^{60}\text{Co}$  porque tiene una vida media de 5.25 años, una energía de 1.17 y 1.33 Mev, se obtiene y se maneja con facilidad. (15).

## 6. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA DESTRUCCION DE MICROORGANISMOS POR RA DIACION

Un organismo es sensible a las radiaciones dependiendo de los siguien  
tes factores:

a) Presencia de oxígeno. Es marcada la influencia del oxígeno en la destrucción de microorganismos con radiaciones ionizantes. En ausencia de oxígeno hay una protección definitiva de las células vegetati  
vas, sugiriendo que la radiación induce oxidación química, con fuertes indicaciones de los efectos de peróxidos.

b) Presencia de agua. La resistencia de los microorganismos a la radiación es mayor en estado seco.

c) Esporulación. Las esporas son mucho más resistentes que las células vegetativas a las radiaciones, ya que su contenido de agua es me  
nor.

d) Especies. Este es el factor más crítico ya que hay un rango grande de resistencia a la radiación entre las diferentes especies de organismos.

e) Concentración de organismos. Número de microorganismos o esporas originalmente presentes, cuanto mayor sea su número, menor será la efectividad de una dosis dada. (12).

f) Atmósfera en la cual se irradia. Se sabe bien de la muerte de bacterias en presencia de oxígeno, a diferencia de nitrógeno y otros gases en que esporas y formas vegetativas no muestran marcados efectos. Algunos autores han encontrado que es necesario aumentar 10 ó 20 veces la dosis requerida para inactivar organismos anaeróbicos con respecto a los que no lo son.

g) Estado físico del medio. La fluidez del sustrato en el medio irradiado es importante en la destrucción de células, ya que cuando la difusión de los radicales libres se retarda, los efectos indirectos no funcionan, por lo tanto se requieren grandes dosis para matar igual número de microorganismos. Ciertos microorganismos en medio sólido son menos radiosensitivos que en estado líquido.

Parece ser que los microorganismos secos están mejor protegidos contra la radiación que aquéllos secos previamente suspendidos en agua destilada; contrariamente a lo que se encuentra en algunos microorganismos, en las esporas se observan ligeros cambios si están en medio líquido o congelado.

Es importante considerar la temperatura del sustrato, ya que con temperaturas cercanas a la ebullición del agua, los organismos en especial las formas vegetativas se destruyen fácilmente sin radiación.

La exposición de esporas de bacterias a bajos niveles de radiación sensibiliza la destrucción de las células con un bajo calentamiento posterior. El almacenamiento a temperaturas bajas incrementa la supervivencia de las bacterias irradiadas. El efecto de la radiación es independiente de la temperatura a la cual la bacteria fue conservada durante la exposición, en general las bacterias quedan altamente sensibles al calor después de la irradiación.

h) Concentración de los iones hidrógeno (pH). Ya que los organismos que son perjudiciales crecen en un rango muy limitado de pH, un rango de 4.0 a 7.5 es útil para su muerte por radiaciones. Ligeras diferencias se han encontrado al irradiar microorganismos en suspensiones con pH diferentes.

i) Composición del medio. La composición del medio tiene una marcada influencia en la destrucción de las células. Algunas bacterias son más sensibles cuando están en medios específicos. Las proteínas en el medio protegen a las células, por lo que se requieren altas dosis para la destrucción de éstas, también protegen los aditivos químicos como el hidrosulfito de sodio, compuestos sulfhidrilo, alcoholes, aldehídos, glicoles, ácidos carboxílicos, cisteína, azúcares e inhibidores respiratorios como el cianuro de sodio y otros.

Algunas sales intensifican el efecto bactericida de la radiación.

j) Edad del cultivo. Las células jóvenes son más resistentes que

las células viejas; aunque el efecto no es claro con esporas. La resistencia máxima ha sido encontrada al final de la fase de crecimiento retardado, un incremento en la sensibilidad a la radiación durante la fase logarítmica, seguida por una recuperación gradual de resistencia en la fase de crecimiento estacionario.

k) Tipo de radiación. Proctor y Goldblith (1952), vieron que el efecto de los rayos x, gamma y catódicos es esencialmente el mismo al evaluarlos en términos del efecto letal de dosis iguales. Se ha demostrado que el calentamiento tiene más poder de destrucción en complejos enzimáticos que la radiación.

l) Tratamientos post-irradiación. Se ha visto que la irradiación de alimentos seguida de cualquiera de los métodos usuales: calentamiento o refrigeración son más efectivos que empleándolos por separado

(14).

## 7. EFECTOS DE LAS RADIACIONES EN ORGANISMOS VIVOS

Los efectos biológicos de las radiaciones se presume que se deben a los cambios químicos dentro del organismo, y el daño por radiación se atribuye al desarreglo de las reacciones metabólicas.

El efecto de la radiación requiere de cierto tiempo para su manifestación.

La sensibilidad de un organismo a la radiación se expresa en términos de números de rads requeridos para matar una fracción de la

población. Esto es mejor que procurar determinar la cantidad de radiación para matar 100 % de la población. La cantidad de radiación requerida es dependiente del número de organismos en la población. Por lo tanto, un procedimiento se usa para matar el 90 % de la población presente, el resultado se expresa como el valor  $D_{10}$ , o el tratamiento requerido para reducir la población por un factor de 10. El valor  $D_{10}$  es independiente de la concentración. Ver gráfica A.

Las curvas de supervivencia no son siempre líneas rectas, como se ve en la gráfica A.

La aparición de curvas convexas se ha atribuido a que las células o esporas se agrupan, o a la capacidad de las células dañadas para reparar en cierto grado el daño.

Las curvas cóncavas son el resultado de una resistencia desigual entre las células vegetativas o esporas.

Una loma al comienzo de la curva, indica una inactivación más lenta de células o esporas, o cuando el número ya se ha reducido mucho, puede haber una caída, lo que indica la existencia de algunos individuos más resistentes que los demás. (14).

En el caso de tratamiento con radiaciones ionizantes:

Si  $N_0$  = población inicial.

$N$  = población después de la dosis  $D$  (concentración final requerida)

$D$  = Rads (rad, es la cantidad de cualquier radiación ionizante que equivale a la absorción de energía de 100 ergios, por g de material irradiado)

$D_{10}$  = Rads para reducir la población por un factor de 10 (10 % sobrevivientes)

Entonces:

$$D = D_{10} (\log N_0 - \log N)$$

$$\log_{10} \frac{N}{N_0} = \frac{1}{D_{10}} D$$

$D_{10}$ , se llama comúnmente "dosis de reducción decimal" o valor " $D_{10}$ " y es el número de rads requeridos para reducir la concentración de esporas por un factor de 10. De la curva anterior construida con los resultados del experimento, se determina el valor  $D_{10}$  por lectura del número de rads para reducir la población inicial por un ciclo logarítmico:

$$D_{10} = \frac{\text{dosis en rads}}{\log a - \log b}$$

Donde:

$a$  = número inicial de bacterias (la cuenta del control)

$b$  = número de bacterias sobrevivientes a la dosis de irradiación.

Si uno de los planos del  $\log_{10}$  del número de sobrevivientes contra la dosis (plano semilog) nos dá una línea recta en la porción exponencial de la "curva de supervivencia".  $D_{10}$  es el recíproco de la inclinación de la porción de línea recta, o la dosis para la curva que atraviesa un ciclo logarítmico (el 90 % de destrucción o el 10 % de supervivencia).

Este valor se puede tomar directamente de tal curva. La curva de destrucción no pasa siempre a través del origen.

Se encuentra un retraso en el efecto letal algunas veces, especialmente a bajos niveles de dosis y es dependiente del organismo, del sustrato usado y otros factores. Cuando se desea corregir este factor de retraso, definiéndolo como "L" rads, se puede hacer con la ecuación de corrección siguiente:

$$D = D_{10} (\log N_0 - \log N) - L$$

#### 8. MICROORGANISMOS QUE CAUSAN DESTRUCCION EN ALIMENTOS

Los alimentos se clasifican en:

- a) alimentos poco ácidos (pH mayor de 4.5)
- b) alimentos ácidos (pH menor de 4.5)

En los alimentos poco ácidos se encuentra Clostridium botulinum (bacilo de suelo y agua, anaeróbico, Gram positivo, esporóforo, pro-

ductor de gas), el cual es el microorganismo más resistente a las radiaciones, causa problemas en el enlatado de alimentos ya que en condiciones anaeróbicas produce una potente exotoxina de una mortalidad en el hombre, de alrededor del 65 %.

Los principales microorganismos, que causan destrucción en los alimentos, son:

- a) bacterias esporóforas (especies de los géneros: Clostridium y Bacillus).
- b) bacterias no-esporóforas (especies de los géneros: Escherichia, Lactobacillus, Pseudomonas, Acetobacter, Xanthomonas y Aerobacter).
- c) Levaduras (especie del género: Saccharomyces).
- d) Mohos (especies de los géneros: Penicillium, Aspergillus, Rhizopus, Botrytis y Mucor).

A diferencia de las células vegetativas que sólo poseen una pared frágil y delgada en torno de ellas, algunas pocas especies de bacilos pueden producir esporas o endosporas de paredes gruesas y resistentes, que son capaces de resistir el frío, calor, sequedad, radiaciones y otras condiciones adversas que las células vegetativas no soportan.

Cada bacilo individual se transforma en una sólo espora, excepto pocas especies en las que parece que dos esporas forman una sólo célula. En condiciones favorables, la espora germina y vuelve a la



forma original de bacilo.

Es importante observar que la esporulación es un hábito regular de las bacterias esporóforas y forma parte de su ciclo normal de desarrollo, independientemente de cualquier necesidad especial para protegerse de influencias dañinas. A diferencia de los Mohos, que se multiplican formando muchas esporas.

En la esporulación se sintetiza ácido dipicolínico, el que no se encuentra en las células vegetativas.

La mayoría de los microorganismos esporóforos son saprofitos (inocuos), muy pocos son patógenos, de éstos los más importantes son: Clostridium tetani (tétanos), Clostridium perfringens (gangrena gaseosa), Bacillus anthracis (carbunco). (9).

## CAPITULO II

## ANTECEDENTES

Se ha reportado en la literatura que la irradiación en alimentos presenta diferentes cambios, a veces significativos y a veces no, en los componentes de éstos, tales como:

*Carbohidratos:* La irradiación puede causar cambios en las propiedades físicas y químicas de alimentos ricos en carbohidratos, tales como granos y vegetales, éstas no demuestran ser de una significancia nutricional.

Read (24), determinó en ratas que la digestibilidad de los carbohidratos de 8 alimentos no se afectó por una dosis de esterilización.

Lang y Bassler (24), dieron a ratas el 72 % de su dieta papas irradiadas entre 10 a 100 Krads. Y no hubo diferencias en la utilización de las calorías del almidón entre las irradiadas y las de control.

Saint-Lebe (24), irradió almidón de maíz seco con  $^{60}\text{Co}$  entre 300 a 600 Krads. Se dió el almidón crudo y cocido en el 62 % de la dieta a ratas por un año. No hubo diferencias significativas en el desarrollo o reproducción entre los grupos que recibían el almidón irradiado y los que recibían el no irradiado. En resumen, la irradiación de alimentos carbohidratados no causa daño en su valor nutritivo.

Los carbohidratos sufren alteraciones moleculares principalmente una degradación a unidades más pequeñas, que a veces son más disponibles en el metabolismo y no han sido encontrados productos tóxicos. Se ha encontrado que entre los efectos típicos de la radiación en carbohidratos, aparece un incremento a la susceptibilidad de oscurecimiento y polimerización. La despolimerización también puede ocurrir bajo condiciones específicas.

Bothner y Balazs (1957), encontraron que la irradiación de glucosa produce al romperse, algunos compuestos aún no identificados.

Phillips (1954), investigó los efectos de la radiación sobre soluciones acuosas de azúcar y soluciones alcohólicas. Él controló que los correspondientes productos no se producidos por radiación. Este tipo pueden ofrecer posibilidades en la síntesis de varios compuestos químicos.

**Lípidos:** Los componentes grasos de los alimentos pueden sufrir formación de peróxidos, ya que las grasas sometidas a radiaciones dan lugar a: descarboxilación, separación de hidrógeno, adición de hidroxilo e hidrógeno a las dobles ligaduras, polimerización, isomerización e hidrólisis. Algunas de estas reacciones dan lugar a peróxidos.

A veces estos compuestos pueden ser propicios para la eliminación de sabores, o bajo ciertas condiciones pueden ser tóxicos si se hayan presentes en cantidades suficientes.

Este último aspecto ha sido investigado ampliamente por Andrews (1956).

Hannan y Boag (1952), fueron los primeros que estudiaron los efectos de la radiación sobre las grasas. Encontraron que la can tidad de peróxido producida en la irradiación era inversamente proporcional a la temperatura utilizada.

Esto es lo contrario a lo que se podría esperar normalmente.

Lang y Proctor (1956), demuestran que se producen compuestos carbonilo, por la irradiación.

Groninger y Tappel (1957), han estudiado el efecto de las radiaciones sobre las grasas de la carne y en productos a base de car ne y encontraron una notable producción de compuestos carbonilo, después de la irradiación de los lípidos obtenidos en carne de res y de cerdo. Se encontró también que la irradiación en atmósfera de nitrógeno disminuía en forma notable la producción de carbonilo.

Proteínas: Datos acumulados en las dos décadas pasadas (con pocas excepciones) indican que el valor biológico de las proteínas no se altera por radapertización.

Análisis de aminoácidos de las proteínas de la carne de res ra dapertizada, bajo ciertas condiciones, comparada con carne de res preservada por refrigeración o esterilización con calor, no muestra bajas significativas, en su calidad nutritiva.

Brooke (28), reportó que la radurización y radacidación no al teran significativamente la calidad nutritiva de las proteínas en moluscos y filetes de bacalao.

Funes, no encontró efectos destructivos en los aminoácidos de manzanas y jugo de uva expuestos a 0.8 Mrads de radiación gamma de  $^{60}\text{Co}$ .

Obara, no observó cambios significativos en aminoácidos en jugo de naranjas expuestas a 1 Mrad de radiación.

Vakil, no encontró cambios en la eficiencia de las proteínas del trigo irradiado a 20 y 200 Krads.

El total de proteínas y el contenido disponible de lisina del trigo, no revelaron cambios, pero sí un incremento del 8 % en aminoácidos libres a un mismo nivel en irradiaciones arriba de 1 Mrad.

Se concluyó que los cambios en las propiedades físicoquímicas de las proteínas en el trigo no tiene significancia, nutricionalmente.. (29).

Enzimas: Baker y Goldblith (1961), descubrieron que la peroxidasa de guisantes muestra que no hay efecto complementario de de energía ionizante y térmica para enzimas como en el caso de bacterias. Por lo que la dosis de irradiación para esterilización no reduce en forma notoria los requerimientos de energía térmica para la inactivación de enzimas.

Proctor y Goldblith (1951), encontraron que la dosis necesaria para esterilizar leche cruda fue insuficiente para destruir completamente el contenido de fosfatasa de ésta.

Sanner y Pihl (1969), reportan que la inactivación de enzimática parece deberse a la destrucción del sitio activo, a una desnaturalización general, o a una combinación de estos factores. Se ha estudiado la destrucción del sitio activo de enzimas sulfhidrúlicas donde la destrucción de grupos sulfhidrilo es el principal mecanismo de inactivación.

Se conoce poco acerca de los cambios químicos responsables de los daños en la actividad después de la irradiación en estado seco. Pero se cree que se debe a una acción indirecta en el sentido que los átomos de hidrógeno, electrones y pequeños fragmentos moleculares formados por la absorción de energía de una molécula, pueden interaccionar con moléculas vecinas y así causar daño.

La resistencia a la radiación de enzimas en estado seco está en el rango de 100 veces mayor que en soluciones acuosas.

Se ha visto que la resistencia de las enzimas a la radiación depende de:

- a) temperatura de irradiación
- b) concentración de enzima
- c) pH del sustrato
- d) presencia de humedad
- e) aceptor de radicales libres

Microorganismos: Lo primero que se nota en la estructura de los

microorganismos después de exponerlos a varios cientos de miles de rads es variación en el protoplasma, como movimientos de contracción, incrementos en la actividad del aparato vacuolar y distinta condensación de los cariosomas en el núcleo. El núcleo, así como toda la célula, pierde su habilidad para dividirse, pero al mismo tiempo continúa creciendo, llegando a formar núcleos gigantes que algunas veces son cientos de veces más grandes que el núcleo de la célula normal.

Células de Levaduras, después de haber sido expuestas a ciertas dosis no mueren inmediatamente, a veces alcanzan a dividirse, pero las células hijas, por lo general, no se dividen, muriendo eventualmente.

Bruynoghe y Mund (1925), Smith (1936), Grainger (1947), reportaron que otros microorganismos son inhibidos en su habilidad de reproducción, conservando otras actividades vitales.

También algunas bacterias después de ser expuestas a la radiación conservan aún su movilidad, aunque ni se reproducen, ni crecen; otras, en cambio, a pesar de ser altamente sensitivas a la radiación en lo que respecta a mortalidad, sobreviven y no muestran ningún cambio. Otro tipo de bacterias expuestas a dosis regulares producen solamente cambios temporales.

Pearson (1948), reportó casos de bacterias patógenas y no-patógenas que sobreviven a altas dosis de radiación.

Meissel (1955), en estudios de las alteraciones metabólicas de los microorganismos expuestos a la radiación, se observa que la estructura protoplásmica presenta fuertes cambios patológicos en el metabolismo. Conjuntos de lípidos, proteínas y ácidos nucleicos aparecen en las vacuolas de los microorganismos irradiados y un aumento anormal de grasas, lípidos y esteroides se acumulan en las células, pocas horas después de la irradiación; apareciendo además bloques de cromatina en el protoplasma, lo cual probablemente son restos de la desintegración del núcleo.

También se observa un incremento de la actividad fosfática, y análisis hechos muestran disturbios en carbohidratos, grasas y ácidos nucleicos en su metabolismo. El metabolismo del fósforo es altamente afectado y el de los esteroides es uno de los más sensibles fisiológicamente a la radiación ionizante.

Inmediatamente después de la exposición se ve un notable aumento del contenido de ergosterol en las levaduras al aumentar la dosis.

La formación de enzimas en la célula es inhibida en algunos casos, aún a dosis subletales y fuertes cambios son notados en el metabolismo de las vitaminas,

La síntesis y acumulación de ácidos de las células irradiadas se encuentran considerablemente disminuidos,

Lea (1955), observó que en microorganismos irradiados se nota una gran reducción de la asimilación de aminoácidos y en



algunos casos una total inhibición.

También que a bajas temperaturas la dosis de radiación es aproximadamente el doble para matar una suspensión de S. cerevisiae en ausencia de oxígeno que si fuera en su presencia.

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. EQUIPO UTILIZADO

3.1.1. Fuente de radiación.- Gammacell 200 (figura 2), el cual consta de tres partes: cámara, fuente y blindaje; diseñado para usarse en cuarto sin blindaje.

La fuente de radiación ( $^{60}\text{Co}$ ) está formado de una serie de "lápices" distribuidos anularmente, con una protección de plomo alrededor de la fuente, y un tubo cilíndrico que se mueve verticalmente al centro de la fuente.

El tubo tiene en la parte inferior la cámara de irradiación en cuyo interior se coloca la muestra (material para irradiar), puede ser manipulado automáticamente y manualmente, cuando se quiere emplear en posición de cargar e irradiar.

La cavidad donde se irradia la muestra es de 8.89 centímetros de diámetro y 13.9 centímetros de altura con un volumen de 864.6 cc.

Puede operarse sin riesgo personal, e introducirse en la cámara de muestra directamente, líquidos, gases y conexiones eléctricas a través de la entrada del tubo, por la parte superior de la cámara de irradiación.

La dosis de esta fuente el 16 de enero de 1976, era de 54.54 rads por segundo. (20).

### 3.1.2. Espectrofotómetro. Marca UNICAM Sp-500, Serie 2

#### Características:

Límites de longitud de onda : 186 a 1000 nm

Lámparas: deuterio enfriado con aire. Lámpara con filamento de tungsteno y deuterio. Arco enfriado con aire.

La selección de la lámpara se hace automáticamente al seleccionar la longitud de onda.

Exactitud en la selección de la longitud de onda:

$\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$  0.2 nm a 200 nm

$\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$  1.0 nm a 400 nm

$\begin{matrix} + \\ - \end{matrix}$  2.5 nm a 600 nm

Exactitud en la lectura:  $T \pm 0.3 \% T$  (  $T =$  transmisión )

Abertura: aberturas bilaterales curvadas continuamente variables arriba de 2 mm .

Unidad de detección: Consiste de un compartimiento libre de humedad conteniendo las dos fotoceldas, la azul (contenida en una envoltura de sílica) se utiliza para el intervalo de 186-625 nm, y la roja se emplea en el de 625-1000 nm. (19).

### 3.1.3. Balanza Analítica "Metler" H-20

Con sensibilidad de  $\pm 0.00001$  g

#### 3.1.4. Estufa eléctrica.

Para incubación con control automático de temperatura y sensibilidad de 1°C.

#### 3.1.5. Autoclave.

#### 3.1.6. Reactivos.

Todos los usados fueron de grado analítico.

### 3.2. METODOS.

#### 3.2.1. DETERMINACION DE HUMEDAD POR DESTILACION.

- 1) Pesar exactamente 10 g de muestra.
- 2) Colocarla en un matraz redondo de 250 ml (24-40).
- 3) Agregar inmediatamente 100 ml de xileno o tolueno.
- 4) Poner en la superficie del solvente, fibra de vidrio (para evitar proyecciones de la muestra).
- 5) Conectar el matraz a un refrigerante con trampa de humedad.
- 6) Destilar a reflujo a 120°C, durante 2 horas, hasta que el volumen permanezca constante en la trampa.
- 7) Lavar el refrigerante con etanol absoluto (para arrastrar gotas de humedad).
- 8) Leer el volumen de agua en la trampa, directamente. (33).

### 3.2.2. DETERMINACION DE HUMEDAD POR METODO GRAVIMETRICO.

- 1) Pesar exactamente 2 g de muestra.
- 2) Ponerla en un pesafiltros, previamente tarado.
- 3) Secar en la estufa de 2 a 3 horas, a 130 °C.
- 4) Enfriar en desecador.
- 5) Pesar a la temperatura del laboratorio.
- 6) Repetir la operación hasta peso constante.
- 7) Pesar y por diferencia encontrar la humedad presente. (34).

### 3.2.3. DETERMINACION DE EXTRACTO ETereo POR EL METODO DE SOXHLET.

- 1) Pesar 5 g de muestra e introducirla en un cartucho previamente tarado, y pesarlo ya con la muestra.
- 2) Poner el cartucho, dentro del extractor de Soxhlet, colocando fibra de vidrio sobre la muestra.
- 3) Por otro lado se pesa un matraz redondo de 250 ml se conecta al extractor de Soxhlet y éste a un refrigerante.
- 4) Agregar 200 ml de éter a través del refrigerante.
- 5) Calentar con una mantilla durante 6 horas, hasta que sea extraída toda la grasa de la muestra, esto se comprueba dejando caer una gota del extractor en un papel delgado, por transparencia. Se quita el extractor después de esto.
- 6) Se evapora el éter que haya quedado en el matraz tarado, en un baño de vapor.
- 7) El matraz se pone en la estufa a 100°C.

- 8) Se pesa y por diferencia se sabe la cantidad de extracto etéreo contenido en la muestra.
- 9) Se pone a enfriar en desecador.
- 10) Se calcula la grasa en % . (3).

#### 3.2.4. DETERMINACION DE NITROGENO TOTAL POR EL METODO DE KJELDHAL.

- 1) Pesar exactamente 1 g de muestra en papel glaccine.
- 2) Introducir con todo y papel al matraz de Kjeldhal.
- 3) Agregar 5 g de la mezcla reactiva de selenio.
- 4) Agregar 25 ml de ácido sulfúrico concentrado y unas perlas de vidrio para controlar la ebullición.
- 5) En la campana, se coloca el matraz en posición inclinada ( $45^\circ$ ) sobre un soporte.
- 6) Colocar en la boca del matraz un embudo de cola corta que hace el papel de refrigerante.
- 7) Calentar lentamente hasta que cese el humo blanco.
- 8) Continuar hirviendo la solución fuertemente con agitación constante, hasta que el líquido no muestre partículas de carbón y su aspecto sea transparente, mostrando un color verde claro. El tiempo de digestión no debe exceder de 45 minutos.
- 9) Retirar el matraz y dejarlo enfriar ( $25^\circ\text{C}$ ).
- 10) Diluir con 200-400 ml de agua destilada y fría.
- 11) Colocar 50 ml de solución de ácido bórico (4 % no es crítico) en un matraz de 400 ml.

- 12) Sumergir el extremo del condensador en la solución de ácido bórico.
- 13) Añadir resbalando por un lado del matraz y sin agitar 75 ml de NaOH frío al 50 %.
- 14) Inmediatamente, conectar el matraz a la alargadera de Kjeldhal, previamente unida al refrigerante. Cuidar que no haya fugas.
- 15) Agitar fuertemente con movimiento rotatorio, para mezclar. Calentar moderadamente de inmediato y destilar 200-300 ml.
- 16) Para suspender la destilación, se retira primero el matraz donde se recibió el destilado y después suspender el calentamiento, para evitar que se sifonee.
- 17) Lavar el extremo del condensador con agua destilada por dentro y por fuera, esta agua se le agrega al destilado.
- 18) Titular el destilado con solución de ácido sulfúrico 0.1 N usando la solución indicadora, hasta la primera aparición del color violeta.
- 19) Corregir mediante una determinación en blanco de los reactivos usando 1 g de sacarosa en lugar de la muestra problema.

NOTA: Solución Indicadora: Mezclar 2 partes de una solución alcohólica de rojo de metilo al 0.2 % con 1 parte de solución alcohólica de azul de metileno al 0.2 %. (38).

### 3.2.5. DETERMINACION DE NITROGENO TOTAL POR EL METODO DE BIURET.

- 1) Pesar  $1.00 \pm 0.01$  g bien mezclado de la muestra en un matraz erlenmeyer de 250 ml.
- 2) Añadir 2 ml de alcohol isopropílico, y agitar.
- 3) Añadir  $1.00 \pm 0.1$  g de carbonato cúprico en polvo.
- 4) Pipetear 50 ml de solución alcohol-alcalina en el matraz y tapar.
- 5) Agitar vigorosamente en el agitador por 15 minutos.
- 6) Dejar reposar 15 minutos, para dejar desarrollar el color biuret.
- 7) Prepare un crisol de gooch para filtración por colocación de 2 filtros de fibra de vidrio, en el crisol.
- 8) Agite con la mano para mezclar el contenido del frasco, aplicar vacío, filtre alrededor de 20 ml y colecte el filtrado claro, ( si no es claro refiltre). Cerrar el vacío tan pronto como la muestra sea colectada, puede convenir concentrar el filtrado por evaporación.
- 9) Leer la absorbancia del filtrado a 550 nm y referir a una curva estándar para todos los granos excepto para trigo y harina, los cuáles requieren una celda de 5 X 10 mm, en tales casos los valores duplicados son sumados juntamente. (23).

### 3.2.6. DETERMINACION DE ACIDEZ POR EL METODO DE EXTRACTO ACUOSO.



- 1) Pesar 10 g de muestra, en un erlenmeyer de 300 ml.
- 2) Agregar 200 ml de agua libre de  $\text{CO}_2$ .
- 3) Poner en un baño de agua a  $40^\circ\text{C}$  durante 60 minutos.
- 4) Filtrar.
- 5) Titular 100 ml de filtrado claro, con solución de  $\text{NaOH}$  0.05 N, con fenoltaleína como indicador.
- 6) No existe ninguna norma para expresar la acidez, por lo que se puede expresar como ácido láctico, oleico o sulfúrico. (33).

### 3.2.7. DETERMINACION DE CARBOHIDRATOS POR EL METODO DE MUNSON Y WALKER.

Hidrólisis de la muestra:

- 1) Pesar 3 g (exactamente) de la muestra, ponerlos en un matraz erlenmeyer de 500 ml.
- 2) Agregar 200 ml de agua.
- 3) Agregar 14 ml de ácido clorhídrico concentrado.
- 4) Conectar el matraz a un refrigerante de reflujo y refluja durante 2 1/2 horas.
- 5) Después de esto se deja enfriar.
- 6) Se agrega un poco de crema de alúmina (hidróxido de aluminio).
- 7) Se alcaliniza débilmente con solución de sosa ( $\text{pH} = 8-9$ ).
- 8) Se completan 500 ml con agua destilada y se filtra.
- 9) Para la determinación, se colocan en un vaso de precipitados, 25 ml de solución acuosa de sulfato cúprico.

- 10) Agregar 25 ml de solución acuosa de tartrato de sodio y potasio.
- 11) Añadir 50 ml del filtrado de la hidrólisis.
- 12) Se cubre el vaso con un vidrio de reloj y se calienta en una parrilla, de manera que la ebullición empiece exactamente a los 4 minutos de iniciado el calentamiento.
- 13) Se continúa el calentamiento por exactamente 2 minutos más.
- 14) Se filtra la solución caliente a través de un crisol filtrante (Jena IG4) aplicando succión moderada.
- 15) Se lava el precipitado con agua caliente destilada (60°C).
- 16) Se lava el precipitado con 10 ml de etanol absoluto.
- 17) Se lava el precipitado con 10 ml de éter etílico.
- 18) Se seca el crisol en estufa a 100-105 °C, durante 30 minutos.
- 19) Se enfría en desecador.
- 20) Se pesa como óxido cuproso.
- 21) Se determina la cantidad de glúcido por lectura en la tabla No. III de Munson y Walker. (38).

### 3.2.8. CUENTA TOTAL DE ESPORAS DE BACTERIAS AEROBIAS MESOFILICAS.

Medio: Triptona o Tripticasa	10 g
dextrosa	5 g
agar	15 g
púrpura de bromocresol	0.04 g
agua destilada	1 litro

Calentar a ebullición para disolver los ingredientes, llenar botellas de dilución con 100 ml y esterilizar en autoclave a 121 °C (15 lb de presión) durante 15 minutos. El pH es aproximadamente 6.8

- 1) Transferir asépticamente 11 g de muestra a una botella que contiene 99 ml de agua estéril para dilución.
- 2) Pipetear 20 ml con agitación constante y mezclarlos con 100 ml de medio estéril.
- 3) Precalentar 3 minutos en agua hirviendo con agitación constante.
- 4) Calentar en esterilizador de Arnold a vapor fluyente, por 30 minutos con agitación ocasional.
- 5) Enfriar a 45 - 50°C.
- 6) Distribuir proporcionalmente en 5 cajas de Petri.
- 7) Incubar a 32°C X 72 horas.
- 8) Leer las cajas en cuentacolónias.
- 9) Si el crecimiento es muy abundante (más de 300 colonias por caja). Hacer diluciones mayores de la muestra.
- 10) Sumar las colonias de las 5 cajas; lo que da número de esporas por 2 g de muestra. Se multiplica por 5 para reportar esporas totales por 10 g de muestra.
- 11) Las colonias con centros oscuros (opacos) y halo amarillo son productoras de ácidos (decoloran el BCP).

Reportar las cuentas de éstas por separado. (39).

### 3.2.9. CUENTA TOTAL DE ESPORAS DE BACTERIAS AEROBIAS TERMÓFILICAS.

- 1) Para esta cuenta se hace lo mismo que en el apartado 3.2.8.
- 2) Con excepción del paso 7) en que se incuba a 55°C X 48 horas.

### 3.2.10. CUENTA TOTAL DE HONGOS Y LEVADURAS.

Medio:	1) extracto de malta	20 g
	en polvo	
	agar	20 g
	agua destilada	750 ml
	2) NaCl	74 g
	agua destilada	300 ml

Esterilizar cada solución por separado en autoclave a 121 °C (15 lb de presión) por 15 minutos, y antes de vaciar en las cajas de Petri, mezcle las dos soluciones. El pH final es aproximadamente 5.0

- 1) Para esta cuenta se hacen los pasos 1 a 10 del apartado 3.2.8. con excepción del paso 7) en que se incuba a 32 °C X 3 a 5 días. (33).

## CAPITULO IV

### EXPERIMENTACION

#### 4.1. PREPARACION DE LA MUESTRA.

La harina de avena perfectamente homogeneizada, se subdividió en 4 lotes, constanding cada lote de 11 muestras, las cuales se guardaron en frascos de vidrio, conteniendo cada uno 30 g para proceder a irradiar.

#### 4.2. DOSIMETRIA.

Constituye la determinación de la cantidad de energía absorbida por los sistemas expuestos a la radiación ionizante.

Para la dosimetría química se usó el dosímetro de Fricke, el cual trabaja entre 4,000 y 50,000 rads, ya que aproximadamente a 50,000 el oxígeno presente en el sistema se agota y a menos de 4,000 rads no se produce suficiente oxidación para tener resultados reproducibles. Este dosímetro involucra la oxidación de iones ferrosos inducida por radiación en una solución de ácido sulfúrico 0.8 N saturada de aire, a iones férricos . (27).

Los resultados de la dosimetría efectuada, se ilustran en la tabla I.

#### 4.3. DOSIS DE IRRADIACION.

cimiento en la primera. Estas aguas de dilución se esterilizaron en autoclave a 121 °C (15 lb de presión) durante 20 minutos, en botellas de dilución "pyrex", con tapón de rosca.

Las diluciones así como el vaciado en las cajas de Petri, se hicieron procurando tener la máxima esterilidad posible con la ayuda de 3 mecheros puestos en forma de triángulo.

Todo el material de vidrio (pipetas y cajas de Petri) se envolvieron por separado en papel aluminio, en la forma tradicional, y se esterilizó a 180 °C X 1 1/2 horas.

Una vez listo el material, procedimos a vaciar los medios inoculados en las cajas de Petri (estériles); dejamos que solidificaran y las metimos en las estufas en posición invertida a incubar a sus respectivas temperaturas.

Al terminar los tiempos de incubación, las bacterias se contaron por separado; acidófilas y no-acidófilas, diferenciándose en que las primeras decoloran el BCP formándose un halo amarillo y tienen un punto central opaco.

Para la determinación de hongos y levaduras, preferimos usar el medio de Malta-Sal-Agar, pues el contenido de sal es suficiente para inhibir el crecimiento de bacterias comúnmente presentes en harinas, además que pruebas comparativas indican que mientras los mohos comunes crecen lentamente en este medio, los comunes de la harina crecen muy rápidamente. (39).

Para la selección y cuenta de colonias se tomaron en cuenta los criterios siguientes:

1) La enumeración de bacterias, levaduras y hongos se basa en el supuesto de que cada microorganismo dará origen a 1 colonia después de la incubación en los medios adecuados.

2) El conteo se hacía inmediatamente después de la incubación. Se contaban todas las colonias, inclusive las que eran simplemente un punto. El número de colonias debía ser aproximadamente de 30 a 300 por caja, las que no estuvieran dentro de este límite se desechaban.

3) En diluciones consecutivas, multiplicamos el número de bacterias por la dilución, luego sacamos el promedio aritmético, pero si alguna de ellas era mayor que el doble del menor, reportamos sólo el menor.

4) Las colonias extendidas se contaron sólo cuando:

- Estaban bien distribuidas en la zona sin extenderse.
- Cuando el extendimiento, no abarcaba más de la mitad de la caja.

5) Cuando tuvimos cajas con menos de 30 colonias, contamos la ca

ja con la menor dilución y reportamos como menos que 30 por la dilución.

6) Cuando teníamos 2 o más cajas con la misma dilución se contaban ambas y se sacaba el promedio aritmético. (36).

Los resultados se reportan en las tablas IV, V, VI, VII y VIII; y en las gráficas: "B", "C", "D", "E" y "F".

#### 4.5. DETERMINACIONES QUIMICAS.

Estas determinaciones se hicieron siguiendo los métodos de los incisos: 3.2.1. a 3.2.7.

La humedad, se calculó con la siguiente fórmula:

$$H (\%) = \frac{V \times 0.998}{W} \times 100$$

Donde: V = volumen de agua en ml

W = peso de la muestra en g

extracto etéreo: se calculó por diferencia de pesos en el matraz usado y se refirió a 100 %.



proteínas: se calcularon para el método de Kjeldhal, con la siguiente fórmula:

$$\%N = \frac{(\text{ml de } H_2SO_4(M) - \text{ml de } H_2SO_4(B)) \times N \times 0.014 \times 100}{\text{g de muestra}}$$

Donde: M = ml de ácido sulfúrico gastado en titular la muestra

B = ml de ácido sulfúrico gastado en titular el blanco

N = normalidad del ácido sulfúrico usado para la titulación

$$\% \text{ Proteínas} = \%N \times 6.25$$

proteínas: para el método de Biuret, se preparó una solución alcohol-alcalina: se pesaron 5.61 g de lentejas de KOH y se pusieron en un matraz volumétrico de 1000 ml, se agregaron 600 ml de alcohol isopropílico y se aforó con agua destilada.

DETERMINACION DE LA REJILLA Y LA LONGITUD DE ONDA OPTIMA PARA EL METODO DE BIURET.

Para esto se preparó un problema y un blanco (todos los reactivos del método, excepto la muestra) siguiendo los pasos

del inciso 3.2.5.

El blanco se llevó a 100% de transmitancia con la perilla que controla la rejilla.

Después se leyó el problema a diferente longitud de onda, desde 400 hasta 700 nm (de 10 en 10 nm) anotándose el valor de la rejilla para cada longitud de onda, obteniéndose los datos de la tabla IX y la gráfica "G", donde los valores óptimos fueron de 0.036 para la rejilla y 550 nm para la longitud de onda.

#### DETERMINACION DE LA CURVA ESTANDARD.

Se efectuó con proteína de seroalbúmina de borrego, la que se secó en una estufa de vacío durante 18 horas a 60°C, para evitar la desnaturalización de la proteína a temperaturas superiores. Se conservó en un desecador al vacío. Se tomaron diferentes pesos de la proteína como se indica en la tabla X y se les determinó la prueba de Biuret.

Con los resultados obtenidos, se hizo un análisis de mínimos cuadrados, ver tabla XI.

Se emplearon las ecuaciones siguientes:

$$a_0 = \frac{(\sum y) (\sum x^2) - (\sum x) (\sum xy)}{N (\sum x^2) - (\sum x)^2} \quad N = 9$$

$$a_1 = \frac{N (\sum xy) - (\sum x) (\sum y)}{N(\sum x^2) - (\sum x)^2}$$

Donde:

$a_0$  = punto de intersección con el eje  $y = 0.0539$

$a_1$  = pendiente = 0.2226

$a_0 + a_1$  = ordenada de un punto que pasa por la recta

$a_0 + a_1 = 0.2765$

Con los datos de la tabla XI se obtuvo la gráfica "H" cuya ecuación de regresión es:

$$y = (0.2226)x - 0.0539$$

Donde:

$y$  = contenido de proteína en la muestra

$x$  = densidad óptica

carbohidratos: para su determinación se preparó lo siguiente:

solución de tartrato de sodio y potasio: con 173 g de tartrato de sodio y potasio más 50 g de hidróxido de sodio, en 500 ml de agua destilada.

solución de sulfato de cobre: se pusieron 34.639 g de sulfato de cobre en 500 ml de agua destilada.

Se siguió el método 3.2.7 para la determinación y se reportó en %.

acidez: se determinó por el método 3.2.6. y se reportó en miliequivalentes gramos (meg).

Además, se determinó visualmente con papel pH.

Los resultados de todas las determinaciones químicas se reportan en la tabla XII.

## CAPITULO V

## RESULTADOS Y CONCLUSIONES

De todos los análisis determinados en la dosis de 175 Krads, se realizó un promedio aritmético de los resultados obtenidos para notar cualquier diferencia significativa y éstos se compararon con los obtenidos en el testigo (harina sin irradiar).

En la determinación de proteína por el método de Kjeldhal, no se observó ninguna diferencia entre el testigo y la dosis de 175 Krads.

En la determinación por el método de Biuret, se observó un ligero incremento en la dosis de 175 Krads.

En el contenido de extracto etereo, no se observó ninguna diferencia entre el testigo y la dosis de 175 Krads.

En el contenido de carbohidratos hubo un ligero aumento en la dosis de 175 Krads en relación al testigo.

Observamos una pequeña disminución en la dosis de 175 Krads, en el contenido de acidez.

Para las bacterias acidófilas mesófilas, entre 0 y 50 Krads, se observa una curva cóncava la que nos indica una desigual resistencia entre las esporas, lo que nos da una inactivación más lenta de esporas.

En la dosis de 100 y 150 Krads, la curva es convexa, por lo que se atribuye al agrupamiento o capacidad de las células dañadas para reparar en cierto grado el daño. En dosis superiores la mortalidad es lineal.

Para bacterias no-acidófilas mesófilas, se observa el mismo efecto; sólo que su mortalidad a igual dosis es mayor.

En la gráfica "C" se observa el efecto total que comprueba lo antes dicho.

Las bacterias termófilas no-acidófilas (gráfica "D"), presentan una loma al comienzo de la curva; lo que indica una inactivación más lenta de esporas debido tal vez a agrupamientos de ellas o a su capacidad para reparar en cierto grado el daño. De 150 a 200 Krads, la curva es cóncava, debida tal vez a una resistencia desigual entre las esporas. En dosis superiores la mortalidad es lineal.

Las bacterias termófilas acidófilas, muestran de 0 a 100 Krads una resistencia desigual de las esporas a la radiación. En la dosis de 100 a 200 Krads se observa una caída en la grá

fica, lo que indica la existencia de algunas esporas más resistentes que las demás. En dosis superiores la mortalidad es lineal.

Los hongos y levaduras (gráfica "F"), muestran una inactivación lenta de esporas de 0 a 100 Krads, de esta dosis hasta la de 300 Krads la inactivación es lineal.

El principal objetivo del trabajo quedó comprobado al encontrar que la dosis de 175 Krads, disminuye aproximadamente el 98% de la población de microorganismos.

Y que la variación en el análisis del testigo y de la dosis de 175 Krads, no fue significativa.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- A. MATZ, SAMUEL.  
"Cereal Science"  
The Avi Publishing Co, Inc.  
Westport, Connecticut. 1969.
- 2.- ADEM CHAHIM, ESBAIDE.  
"Preservación de alimentos por radiación: Efectos de  
electrones de 1 Mev sobre jugo de naranja".  
Fac. de Ciencias. UNAM. Tesis profesional. 1968.
- 3.- A.O.A.C.  
"Official Agricultural Chemist Association".  
Editorial Board. 9th Edition.  
Washington 4, D.C.
- 4.- ASTM.  
"American Society for Testing and Materials".  
Tomo 22. 1972.
- 5.- ATOMIC ENERGY IN FOOD AND AGRICULTURE.  
"Training Manual on Food Irradiation".  
Vienna, 1970.



- 6.- AZAMAR BARRIOS, JOSE ANTONIO.  
"Preservación de mango manila por irradiación gamma".  
Esc. de C.Q. UAP. Tesis profesional.  
Puebla, Pue. 1972.
- 7.- "BERGEY'S Manual of Determinative Bacteriology"  
Williams and Wilkins, 6th Edition.  
Baltimore, M.D. 1948.
- 8.- BERNAL YARAHUAN, MARCO POLO.  
"Efecto de las radiaciones gamma sobre las proteínas  
de la harina de soya".  
E.N.C.B. IPN. Tesis profesional. 1974.
- 9.- BURDON, L. K. Y WILLIAMS, P.R.  
"Microbiología".  
Publicaciones Culturales, S.A. 1<sup>a</sup> Edición.  
México, D.F. 1971.
- 10.- DE LA LLATA GOMEZ, MA. DEL ROSARIO. et al.  
"Uso de la radiación gamma para la preservación de  
naranja".  
Esc. de C.Q. UAQ. Tesis profesional.  
Querétaro, Qro. 1971.

- 11.- DESROSIER, W. NORMAN.  
"The technology of food preservation"  
The Avi Publishing Co, Inc.  
Westport, Connecticut. 1970.
- 12.- DESROSIER, W. NORMAN. AND ROSENSTOCK, M. HENRY.  
"Radiation technology in food, agriculture and biology".  
The Avi Publishing Co, Inc.  
Westport, Connecticut, 1960.
- 13.- DESROSIER, W. NORMAN.  
"Conservación de alimentos".  
Compañía Editorial Continental, S.A. 1<sup>a</sup> Edición.  
México, D.F. 1964.
- 14.- FRAZIER, W. C.  
"Microbiología de alimentos".  
Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1972.
- 15.- GUERRERO DE C. NINFA.  
"Conferencia sobre irradiación de alimentos".  
Fac. de Química. UNAM. 1975.
- 16.- HARRIS, S. ROBERT AND VON LOESCKE HARRY.  
"Nutritional Evaluation of Food Processing".  
The Avi Publishing Co, Inc.  
Westport, Connecticut. 1971.

- 17.- HEID AND MAYNARD.  
"Fundamentals of Food Processing Operations"  
The Avi Publishing Co, Inc.  
Westport, Connecticut. 1967.
- 18.- HERSOM, A.C. Y HULLAND, E.D.  
"Conservas Alimenticias".  
Fundamentos físico-microbiológicos (BAUMGARTNERT).  
Zaragoza, España. 1974.
- 19.- INSTRUCTIVO ESPECTROFOTOMETRO. SR 500 Serie 2.  
Unicam Instruments Ltd. York Street.  
Cambridge, England. 1968.
- 20.- INSTRUCTIVO GAMMACELL 200.  
Atomic Energy of Canada, Ltd.
- 21.- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY.  
"Enzymological Aspects of food Irradiation"  
Vienna, 1969.
- 22.- INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY.  
"Food Irradiation".  
Vienna, 1966.
- 23.- JOHNSON, R.M. AND CRANEY CAROLEE E.  
"Rapid Biuret Method for Protein Content in Grains".  
American Association of Cereal Chemists. 1971.

- 24.- JOSEPHSON, E.S., THOMAS, M.H., AND CALHOUN, W.K.  
"Effects of ionizing radiation upon food nutrients".  
IV Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de  
Alimentos.  
Madrid, España. 1974.
- 25.- KENT, N.L.  
"Tecnología de los Cereales".  
Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1972.
- 26.- KRAMER A. AND TWIGG B.  
"Quality Control for the Food Industry".  
The Avi Publishing Co, Inc. 3<sup>th</sup> Edition. Vol. I y II  
Westport, Connecticut, 1973.
- 27.- LOYOLA VARGAS, VICTOR MANUEL.  
"Apuntes sobre Química Nuclear y Radioquímica".  
México, D.F. 1974.
- 28.- LOYOLA VARGAS, VICTOR MANUEL.  
"Cambios inducidos por dosis variables de radiación  
gamma en mango manila para su preservación".  
Fac. de C.Q. UNAM. Tesis de Maestría. 1973.
- 29.- LOPERENA CONTRERAS, L.E.  
"Preservación de melones mediante radiaciones ionizan  
tes".

- Esc. de Q.F.B. Univ. Michoacana de Sn Nicolás de Hidalgo. Tesis profesional.  
Morelia, Mich. 1975.
- 30.- LUNA VILCHIS, PATRICIA.  
"Irradiación de ácido ascórbico con rayos gamma de  $^{60}\text{Co}$ .  
Efecto de la intensidad de dosis".  
Fac. de C.Q. UAQ. Tesis profesional.  
Querétaro, Qro. 1976.
- 31.- ORGANIZATION INTERNATIONAL ENERGY AGENCY.  
"Especificaciones y Métodos de Ensayo Microbiológicos  
para los Alimentos Irradiados".  
Vienna, 1970.
- 32.- PANTOJA VIEVRA, JORGE.  
"Efecto de la radiación gamma en proteínas de harina  
de trigo".  
Fac. de C.Q. UAQ. Tesis profesional.  
Querétaro, Qro. 1976.
- 33.- POMERANZ AND MELOAN.  
"Food Analysis".  
The Avi Publishing Co, Inc.  
Westport, Connecticut, 1971.

- 34.- PEARSON DAVID.  
"The Chemical Analysis of Foods".  
Chemical Publishing Co, Inc.  
6th Edition. New York. 1971.
- 35.- POTTER, NORMAN N.  
"La Ciencia de los Alimentos".  
Centro Regional de Ayuda Técnica. AID.  
México/Buenos Aires/ 1973.
- 36.- REVILLA, R.A.  
"Tecnología de la Leche".  
Herrero Hnos, Sucesores, S.A.  
México, D.F. 1971.
- 37.- RHODES ALAN Y DEREK L. FLETCHER.  
"Principios de Microbiología Industrial".  
Editorial Acribia. Zaragoza, España. 1969.
- 38.- SCHMIDT HEBBEL H.  
"Química y Tecnología de los Alimentos".  
Editorial Salesiana.  
Santiago de Chile, 1966.
- 39.- SHARF, J.M.  
"Recommended Methods for the Microbiological Examination  
of Foods".

American Public Health Association, Inc.

2th Edition. New York . 1969.

40.- VELAZQUEZ DORANTES MARIO.

"Efecto de las distintas dosis de irradiación sobre el contenido de grasas totales en maíz".

Esc. de C.Q. Tesis profesional.

Querétaro, Qro. 1974.

41.- W.AURAND LEONARD AND OITAS TRIEBOLD HOWARD.

"Food Composition and Analysis".

D. van Nostrand Company Inc.

Princeton, New Jersey, 1963.

T A B L A I

DOSIMETRIA PARA EL GAMMACELL, HECHA EL 16 DE ENERO DE 1976.

Mu- es- tra	Tiempo de irra- diación (min.)	% de trans- mitan- cia.	Densidad óptica.	Dosis (rads)	Intensidad de dosis, rads/seg
1	2	61.3	0.213	$0.5956 \times 10^4$	49.63
2	3	46.0	0.337	$0.9425 \times 10^4$	52.35
3	4	34.5	0.462	$1.2920 \times 10^4$	53.81
4	5	26.0	0.585	$1.6360 \times 10^4$	54.53
5	6	19.0	0.721	$2.0163 \times 10^4$	56.009
6	7	14.5	0.839	$2.3463 \times 10^4$	55.865
7	8	11.5	0.939	$2.6269 \times 10^4$	54.72
8	9	8.0	1.097	$3.0678 \times 10^4$	56.812

INTENSIDAD DE DOSIS PROMEDIO = 54.54 rads/seg



## TABLA II

## TIEMPOS DE IRRADIACION

---

<i>Dosis requerida (Krad)</i>	<i>Tiempo de irradiación (minutos)</i>
0	0.00
25	7.67
50	15.35
75	23.02
100	30.70
125	38.38
150	46.05
175	53.73
200	61.40
250	76.76
300	92.11

---

DE MUNSON Y WALKER EN mg

Oxido cuproso (Cu <sub>2</sub> O)	Glucosa	Azucar invertido	Oxido cuproso (Cu <sub>2</sub> O)	Glucosa	Azucar invertido
400	188.4	193.7	442	210.9	216.6
402	189.4	194.8	444	212.0	217.8
404	190.5	195.9	446	213.1	218.9
406	191.5	197.0	448	214.1	220.0
408	192.6	198.1	450	215.2	221.1
410	193.7	199.1	452	216.3	222.2
412	194.7	200.2	454	217.4	223.3
414	195.8	201.3	456	218.5	224.4
416	196.8	202.4	458	219.6	225.5
418	197.9	203.5	460	220.7	226.7
420	199.0	204.6	462	221.8	227.8
422	200.1	205.7	464	222.9	228.9
424	201.1	206.7	466	224.0	230.0
426	202.2	207.8	468	225.1	231.2
428	203.3	208.9	470	226.2	232.3
430	204.4	210.0	472	227.4	233.4
432	205.5	211.1	474	228.3	234.5
434	206.5	212.2	476	229.6	235.7
436	207.6	213.3	478	230.7	236.8
438	208.7	214.4	480	231.8	237.9
440	209.8	215.5	482	232.9	239.1

## CUENTA TOTAL DE ESPORAS DE BACTERIAS AEROBIAS MESOFILICAS (A y NA)

Dosis (Krads)	No. de esporas por 10 g de harina de avena.		Log. de la con- centración de esporas.		% de su pervi- vencia.		% de mor- talidad.	
0	115,000	200,000	5.0670	5.3010	100	100	0	0
25	95,000	150,000	4.9777	5.1761	82.6	75.0	17.4	25.4
50	45,000	95,000	4.6532	4.9777	39.1	47.5	60.8	52.5
75	17,000	35,000	4.2304	4.5441	14.7	17.5	85.1	82.5
100	8,000	12,000	3.9031	4.0792	6.9	6.0	92.0	94.0
125	4,500	5,000	3.6532	3.6990	3.9	2.5	96.0	97.5
150	3,000	1,800	3.4771	3.2553	2.6	0.9	97.4	99.1
175	2,200	800	3.3422	2.9031	1.9	0.4	98.0	99.6
200	1,400	450	3.1461	2.6532	1.2	0.2	98.7	99.7
250	700	150	2.8461	2.1761	0.6	0.07	99.4	99.9
300	350	50	2.5441	1.6990	0.3	0.02	99.7	99.9

Nota: A = Acidófilas y NA = No-acidófilas

## T A B L A V

## CUENTA TOTAL DE ESPORAS DE BACTERIAS AERÓBIAS MESOFILICAS (A + NA)

Dosis (Krad/s)	Suma de esporas A + NA por 10 g de harina de avena.	Log de la concentra- ción de es- poras.	% de su pervi- vencia.	% de mor- talidad.
0	315,000	5.4983	100	0
25	245,000	5.3892	77.7	22.3
50	140,000	5.1461	44.4	55.6
75	52,000	4.7160	16.50	83.5
100	20,000	4.3010	6.34	93.66
125	9,500	3.9777	3.01	96.99
150	4,800	3.6812	1.52	98.48
175	3,000	3.4771	0.95	99.05
200	1,850	3.2672	0.58	99.42
250	850	2.9294	0.27	99.73
300	400	2.6021	0.13	99.87

Nota: A = Acidófilas ; NA = No-acidófilas

T A B L A V I

CUENTA TOTAL DE ESPORAS DE BACTERIAS AEROBIAS TERMOFILICAS (A y NA)<sup>64</sup>

Dosis (Krad)	No. de esporas por 10 g de harina de avena.		Log. de la con- centración de esporas.		% de super- vivencia.		% de morta- lidad.	
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
0	140,000	205,000	5.1461	5.3118	100	100	0	0
25	80,000	170,000	4.9031	5.2304	57.1	82.9	42.9	17.1
50	50,000	120,000	4.6990	5.0792	35.7	58.5	64.3	41.5
75	35,000	95,000	4.5441	4.9777	25.0	46.3	75.0	53.7
100	25,000	55,000	4.3979	4.7404	17.9	26.8	82.1	73.2
125	13,000	17,000	4.1139	4.2304	9.3	8.3	90.7	91.7
150	5,000	9,000	3.6990	3.9542	3.6	4.4	96.4	95.6
175	1,500	4,000	3.1761	3.6021	1.1	2.0	98.9	98.0
200	500	2,500	2.6990	3.3979	0.36	1.2	99.6	98.8
250	250	1,050	2.3979	3.0212	0.18	0.51	99.8	99.4
300	150	450	2.1761	2.6532	0.11	0.22	99.9	99.7

Nota : A = Acidófilas y NA = No-acidófilas

T A B L A V I I

65

CUENTA TOTAL DE ESPORAS DE BACTERIAS AEROBIAS TERMOFILICAS (A + NA)

Dosis (Krad)	Suma de esporas A + NA por 10 g de harina de avena.	Log. de la concentración de esporas.	% de supervivencia.	% de mortalidad.
0	345,000	5.5378	100	0.00
25	250,000	5.3979	72.40	27.60
50	170,000	5.2304	49.20	50.80
75	130,000	5.1139	37.60	62.40
100	80,000	4.9031	23.18	76.82
125	30,000	4.4771	8.69	91.31
150	14,000	4.1461	4.05	95.95
175	5,500	3.7404	1.59	98.41
200	3,000	3.4771	0.87	99.13
250	1,300	3.1139	0.37	99.63
300	600	2.7782	0.17	99.83

Nota : A = Acidófilas y NA = No-acidófilas

## T A B L A V I I I

## CUENTA TOTAL DE ESPORAS DE HONGOS Y LEVADURAS

Dosis (Krad)	Suma de esporas A + NA por 10 g de harina de a- vena.	Log. de la concentra- ción de es- poras.	% de super- vivencia.	% de morta- lidad.
0	550,000	5.7404	100	0.00
25	410,000	5.6128	74.54	25.46
50	285,000	5.4558	51.81	48.18
75	210,000	5.3222	38.18	61.82
100	140,000	5.1461	25.45	74.55
125	65,000	4.8129	11.81	88.19
150	29,000	4.4624	5.27	94.73
175	13,500	4.1303	2.45	97.55
200	6,000	3.7782	1.09	98.91
250	1,200	3.0792	0.21	99.79
300	250	2.3979	0.04	99.96

Nota : A = Acidófilas y NA = No-acidófilas

## T A B L A I X

DATOS PARA OBTENER LA LONGITUD DE ONDA Y LA REJILLA OPTIMA PARA EL  
METODO DE BIURET.

<i>Longitud de onda</i>	<i>Rejilla</i>	<i>% de T.</i>
700	0.205	64.2
690	0.174	59.9
680	0.150	56.5
670	0.130	51.5
660	0.112	47.0
650	0.100	42.8
640	0.089	36.7
630	0.080	32.0
620	0.071	27.8
610	0.060	22.1
600	0.051	19.0
590	0.043	15.1
580	0.039	12.6
570	0.038	11.4
560	0.037	10.8
550	0.036	9.9
540	0.036	10.0
530	0.036	10.8
520	0.037	12.5
510	0.038	15.0
500	0.039	18.0
490	0.041	24.0
480	0.044	30.8
470	0.048	38.0
460	0.053	67.0
450	0.059	51.4
440	0.067	53.6
430	0.075	46.0
420	0.081	32.5
410	0.082	15.7
400	0.083	9.9



T A B L A X  
DATOS PARA LA GRAFICA ESTANDARD

No. de muestra	g de seroalbúmina	% de T.	D.O.
1	0.080	73.1	0.136
2	0.095	65.9	0.181
3	0.110	55.0	0.260
4	0.125	42.5	0.372
5	0.140	44.2	0.355
6	0.155	41.5	0.382
7	0.170	28.0	0.553
8	0.185	26.0	0.585
9	0.200	22.1	0.656

T A B L A X I  
DATOS PARA EL ANALISIS DE MINIMOS CUADRADOS

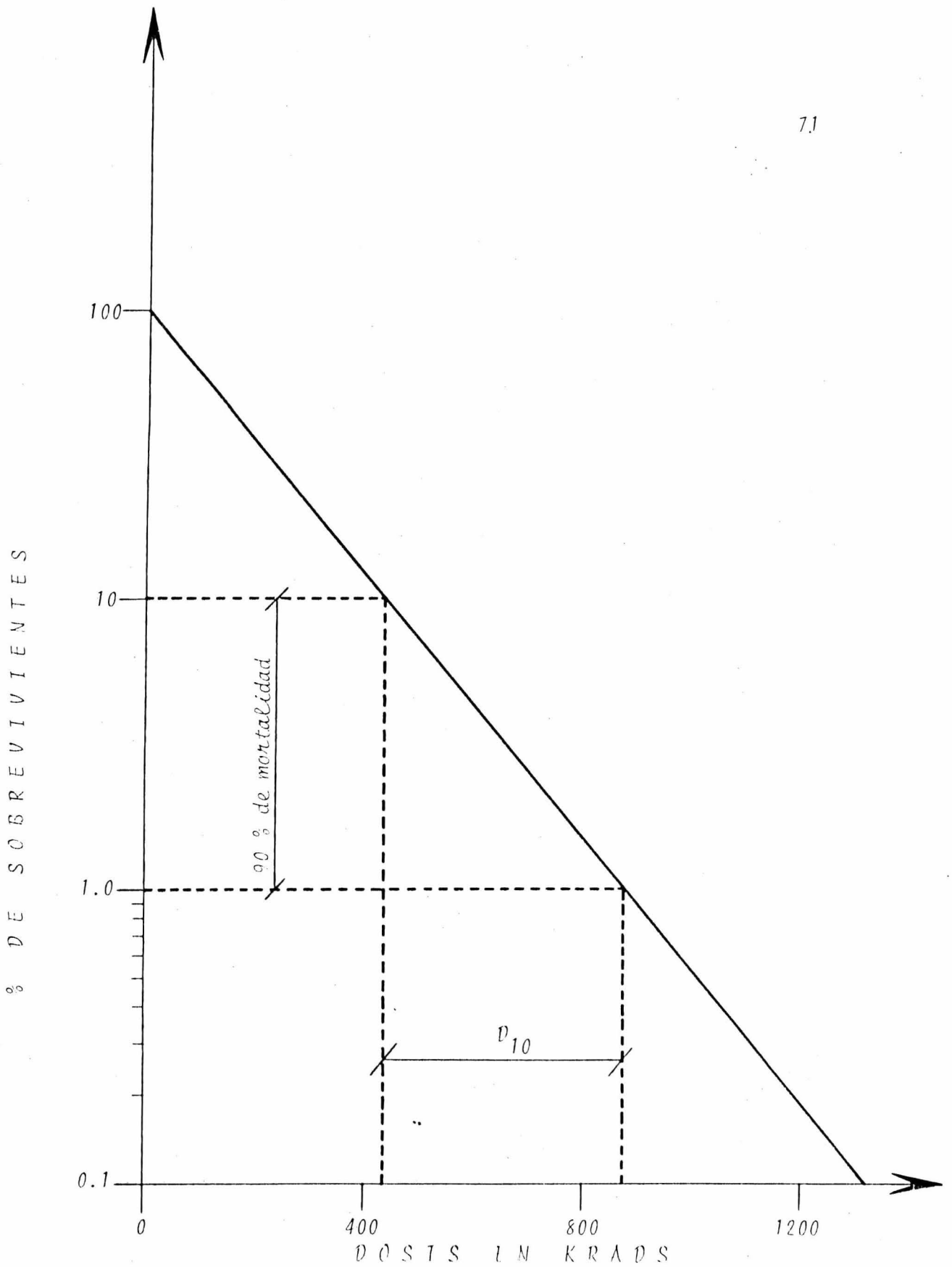
g de proteína = y	D.O. = x	$x^2$	xy
0.080	0.136	0.018496	0.010880
0.095	0.181	0.032761	0.017195
0.110	0.260	0.067600	0.028600
0.125	0.372	0.138380	0.046500
0.140	0.355	0.126025	0.497000
0.155	0.382	0.145924	0.059210
0.170	0.572	0.305809	0.094010
0.185	0.585	0.342225	0.108225
0.200	0.656	0.430336	0.131200

$$\begin{aligned} \sum y &= 1.26 & (\sum y)^2 &= 1.5876 \\ \sum x &= 3.48 & (\sum x)^2 &= 12.1104 \\ \sum xy &= 0.54552 & \sum y^2 &= 0.1889 \\ & & \sum x^2 &= 1.60756 \end{aligned}$$

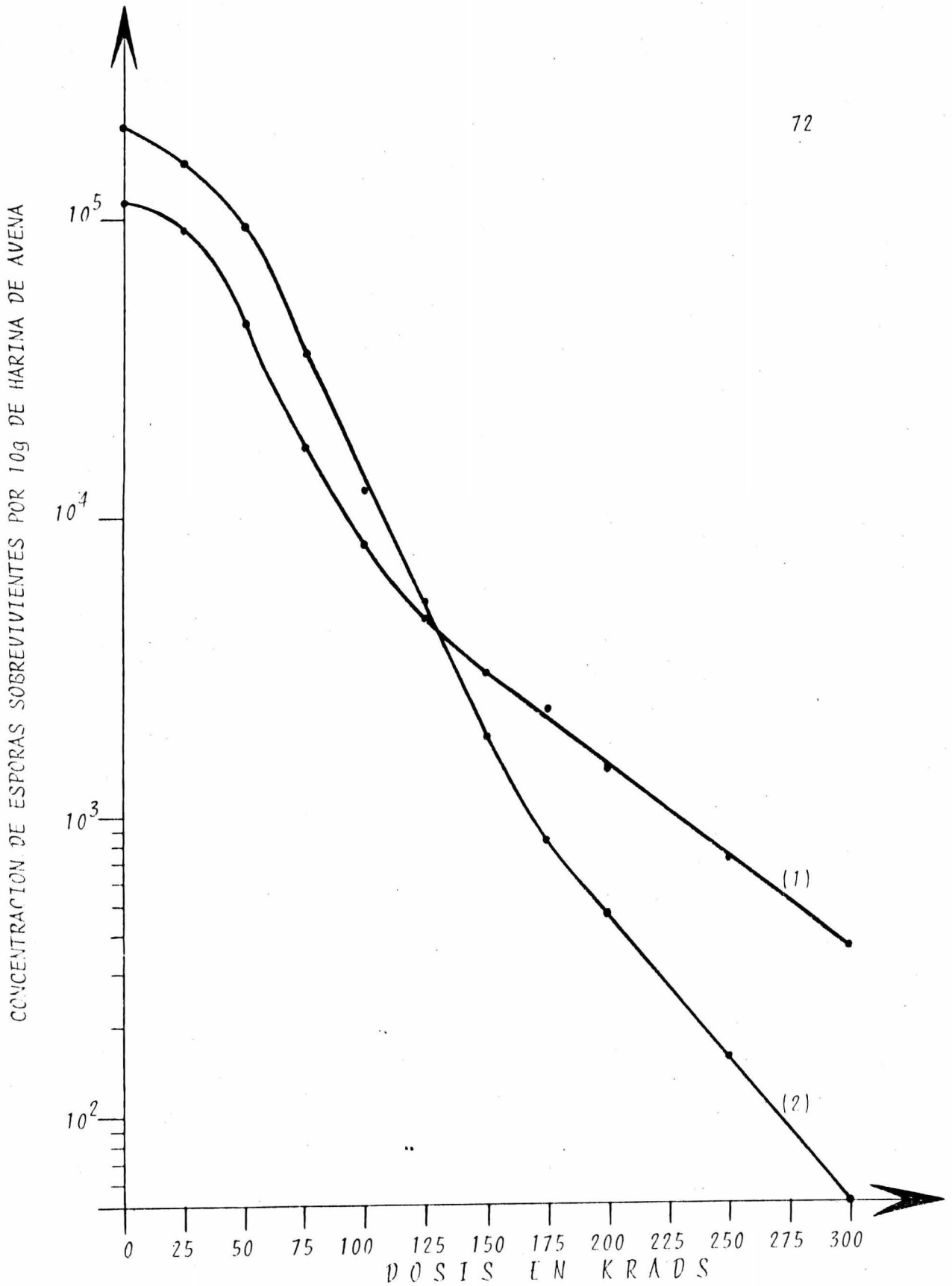
RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES PRACTICADAS AL  
TESTIGO Y A LA DOSIS DE 175 KRADS.

DETERMINACIONES	TESTIGO	175 KRADS
PROTEINA (Kjeldhal)	14.9 %	14.9 %
PROTEINA (Biuret)	27.4 "	28.8 "
HUMEDAD	9.0 "	8.9 "
CARBOHIDRATOS	67.8 "	68.9 "
EXTRACTO ETereo	6.1 "	6.1 "
ACIDEZ	0.10890 meg	0.10395 meg

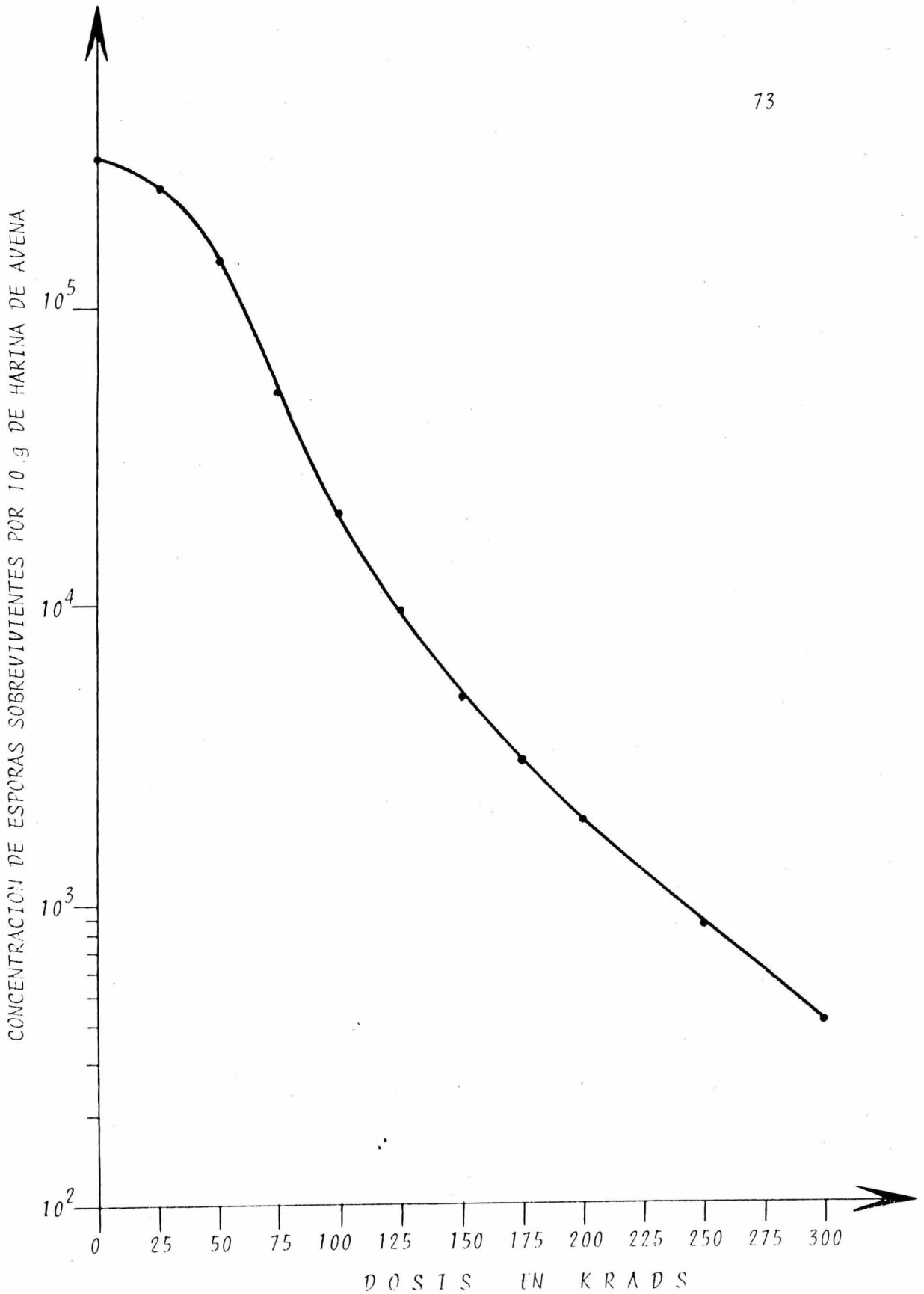
Nota : Estos valores representan los promedios aritméticos de los resultados.



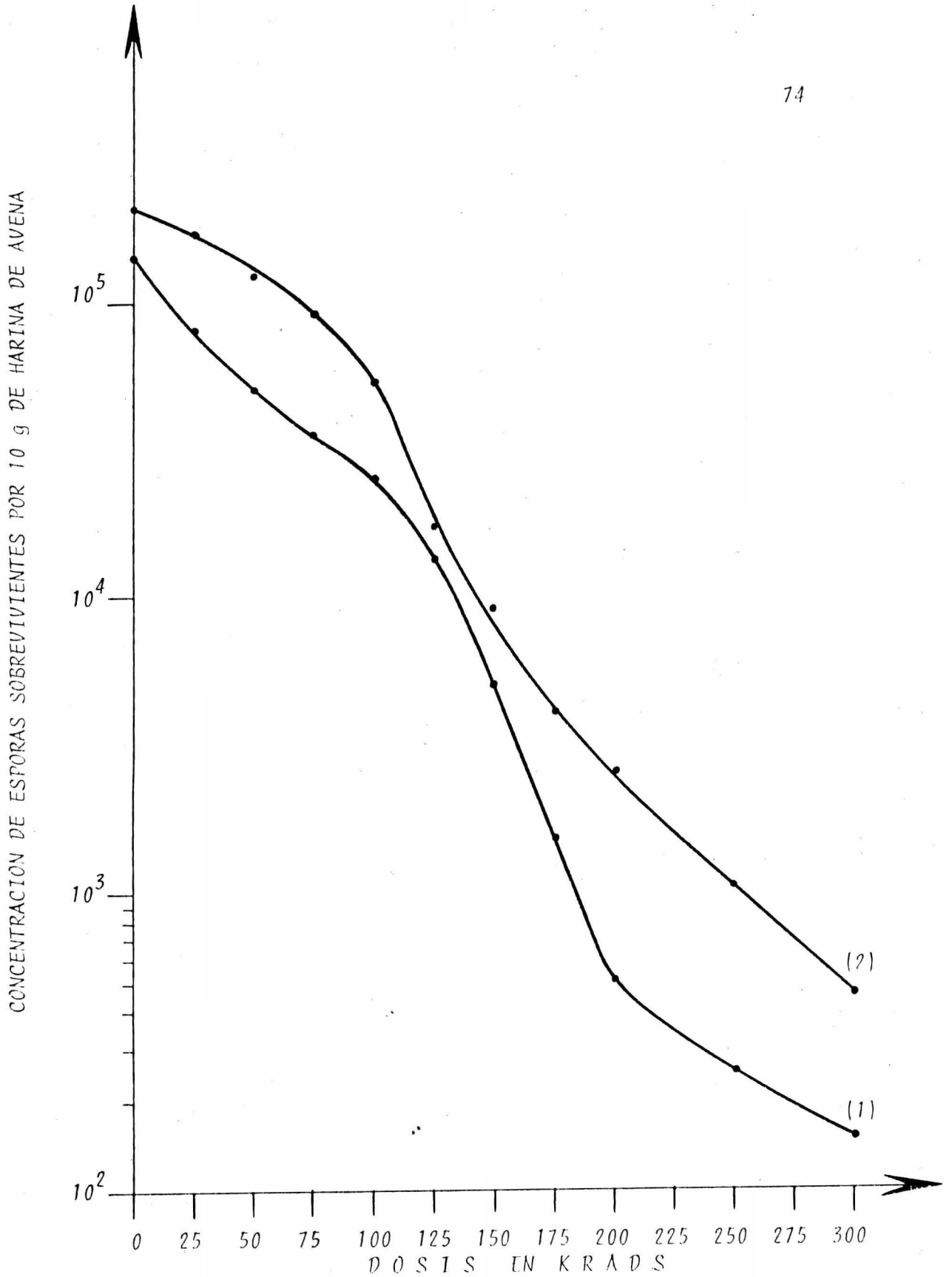
GRAFICA "A". CURVA DE SUPERVIVENCIA A LA RADIACION DE ESPORAS DE BACTERIAS  
(valor  $D_{10}$  para *Clostridium botulinum*)



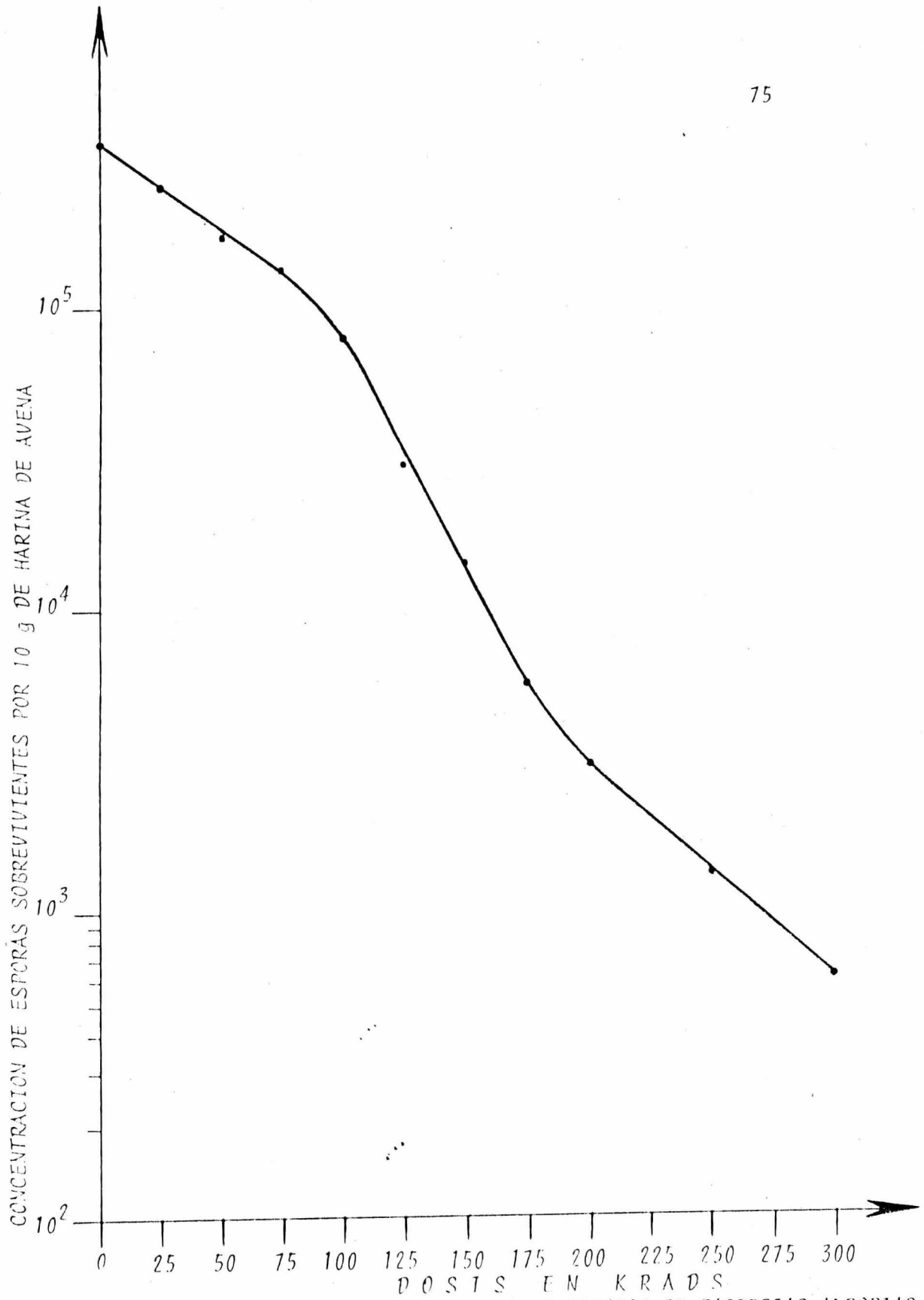
GRAFICA "B". CURVA DE SUPERVIVENCIA DE ESPORAS DE BACTERIAS AEROBIAS MESOFILAS, (1) ACIDOFILAS Y (2) NO-ACIDOFILAS.



GRAFICA "C" . CURVA DE SUPERVIVENCIA DE ESPORAS DE BACTERIAS AIROBIAS MESOFILAS, ACIDOFILAS Y NO-ACIDOFILAS

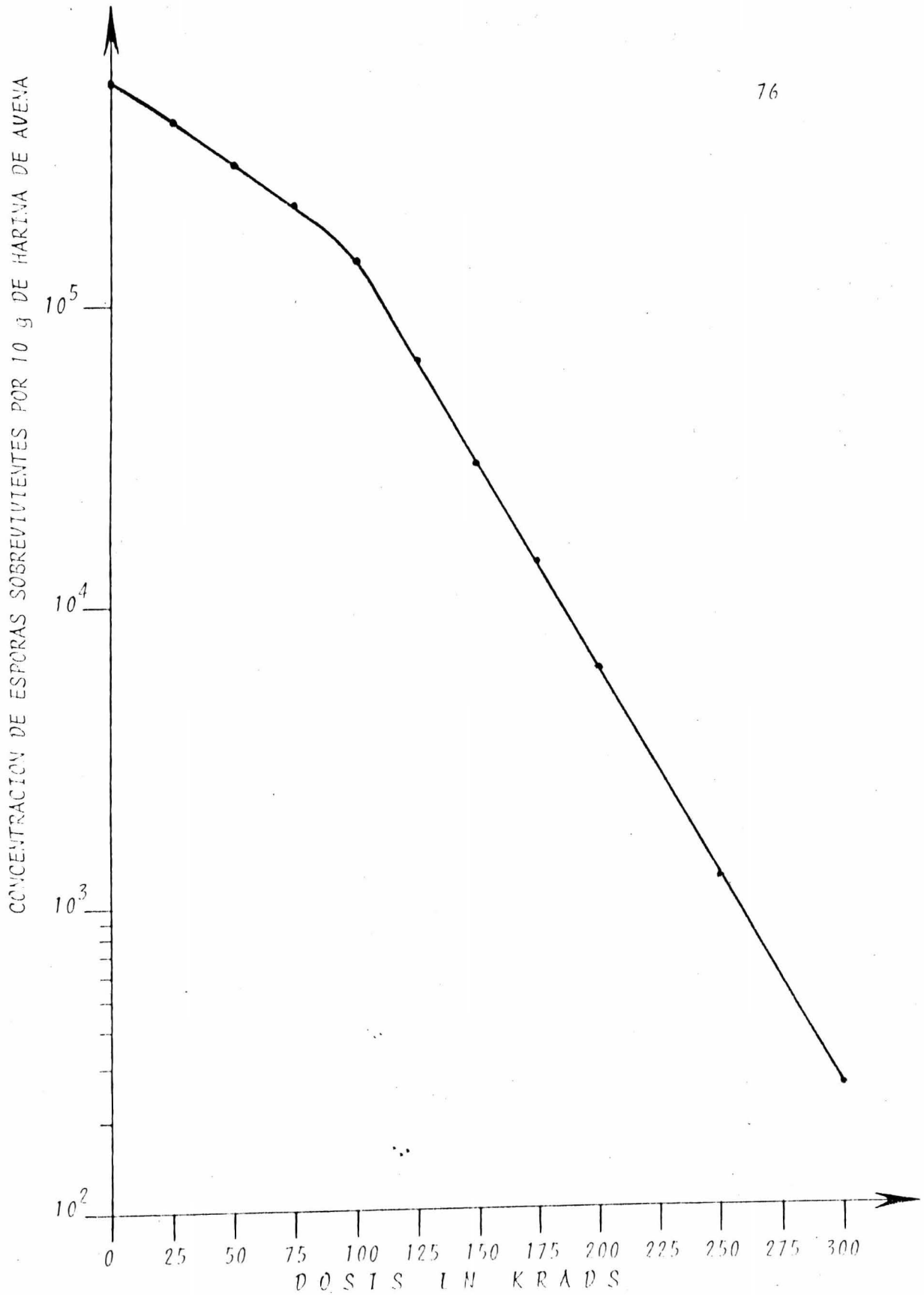


GRAFICA "D" . CURVA DE SUPERVIVENCIA DE ESPORAS DE BACTERIAS AEROBIAS TERMOFILAS, (1) ACIDOFILAS Y (2) NO ACIDOFILAS

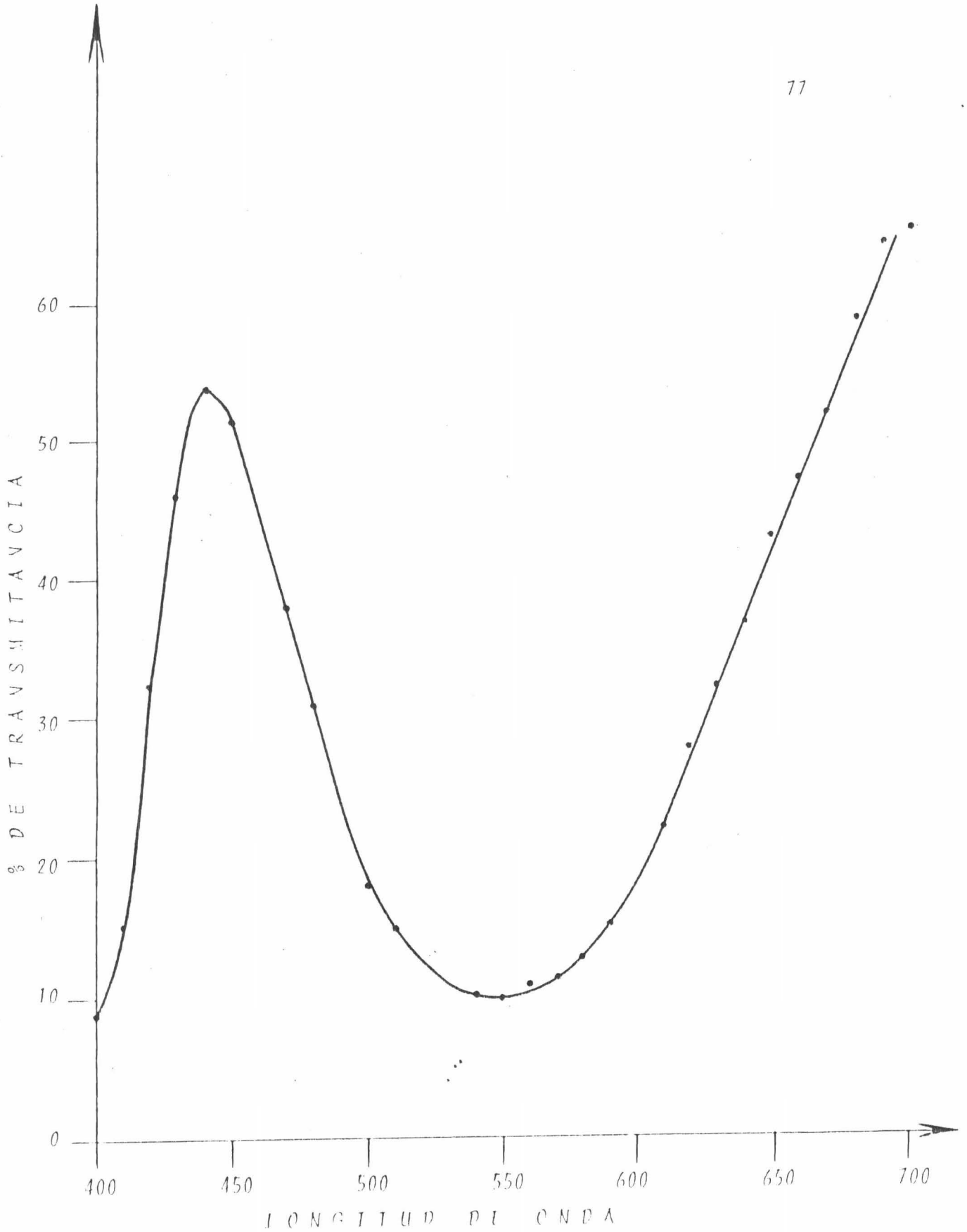


GRAFICA "E". CURVA DE SUPERVIVENCIA DE ESPORAS DE BACTERIAS ALROBIAS TERMOFILAS, ACIDOFILAS Y NO ACIDOFILAS.

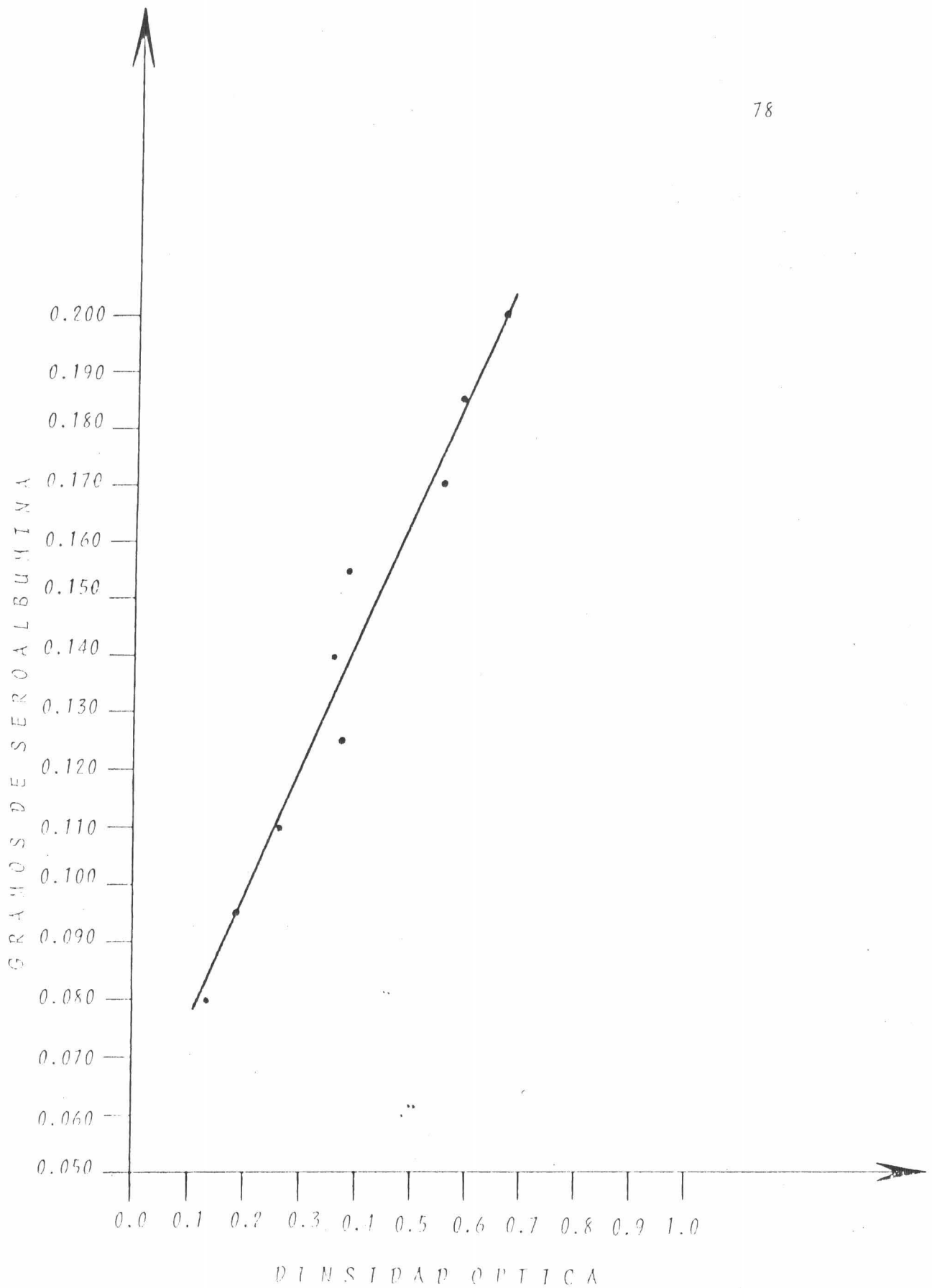




GRAFICA "1". CURVA DE SUPERVIVENCIA DE ESPORAS DE HONGOS Y LEVADURAS



GRAFICA "G". CURVA PARA DETERMINAR LA REFLEXION Y LA LONGITUD DE ONDA PARA EL METODO DE BIURRI.



GRAFICA "H". CURVA ESTANDARD PARA EL METODO DE BIURET.

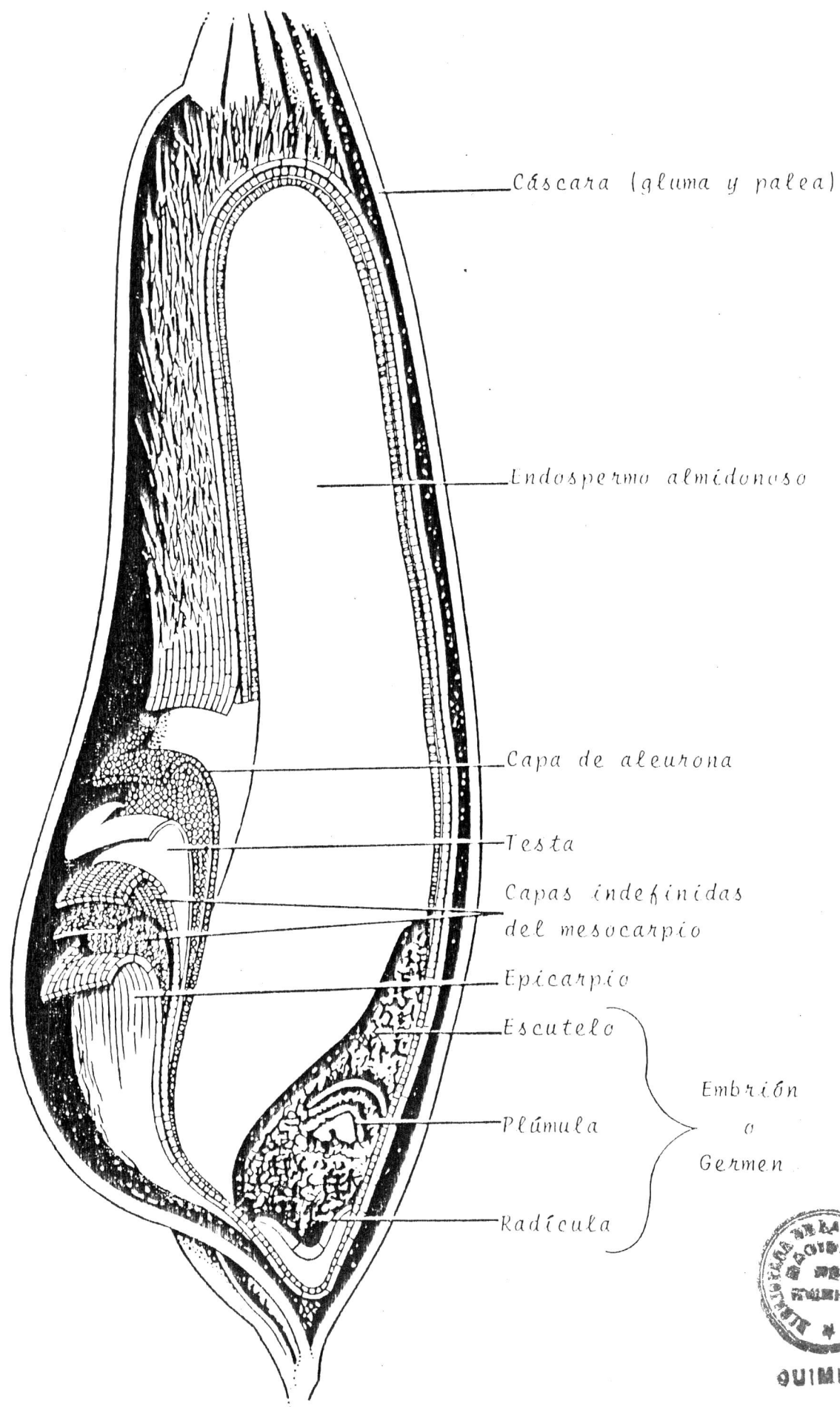


Fig. (1) SECCION LONGITUDINAL DEL GRANO DE AVENA

Tubo de acceso

Sección superior del cilindro deslizante

Control del cilindro deslizante arriba y abajo ("up" y "down")

Cubierta de la cámara

Cámara de la muestra

Tubo de drenaje

Fusible

Interruptor de llave

Control de tiempo

Blindaje de y hierro (herrado de acero)

Serpentín

Fuente de cobalto 60

Sección inferior del cilindro deslizante

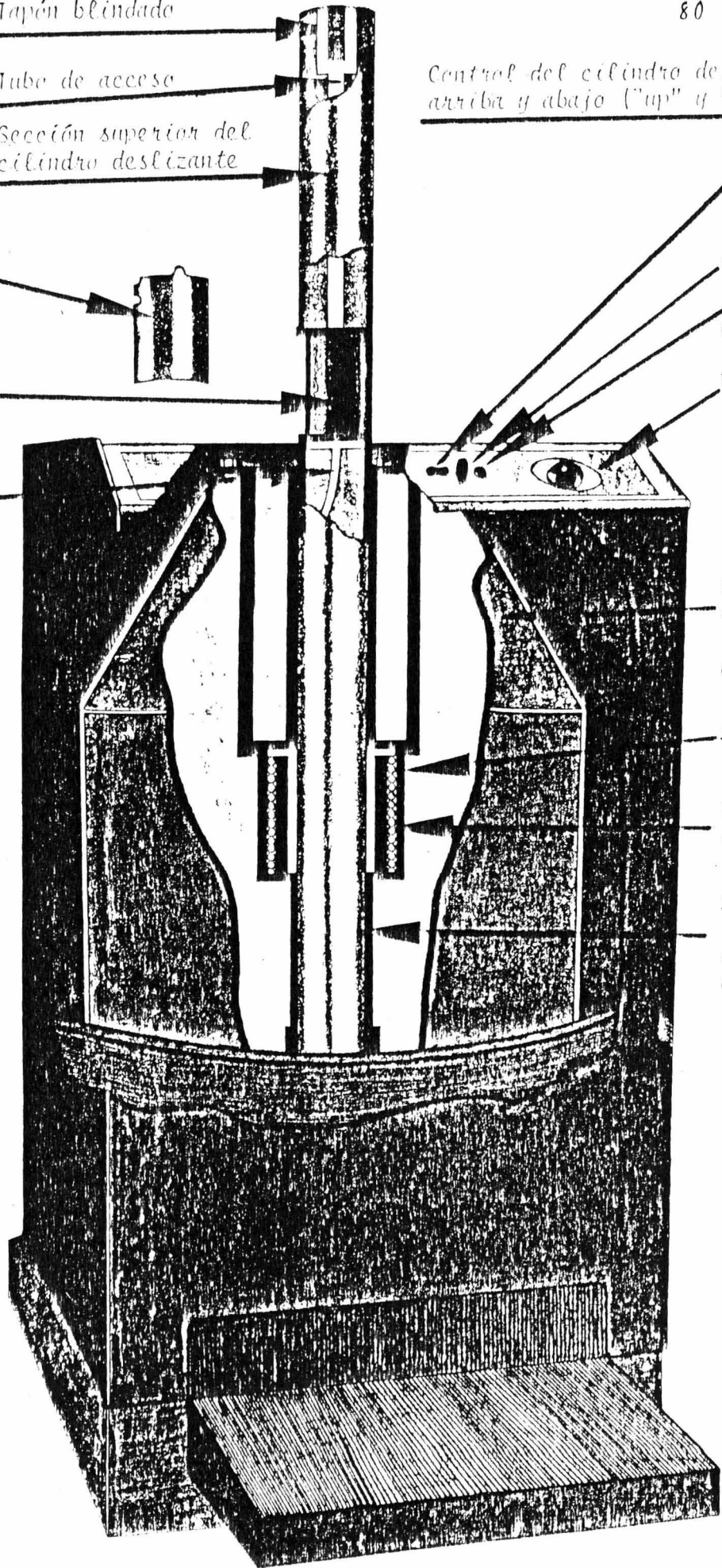


Fig. (2) GAMMACELLI 200 CON LA CÁMARA DE MUESTRA EN POSICIÓN DE CARGA



Fig. (3) MORTALIDAD DE ESPORAS DE BACTERIAS  
Se observó la disminución de esporas al aumentar la dosis de irradiación, la cual es de 0 a 300 Krads. Las bacterias acidófilas decoloran el BCP, de púrpura a amarillo.

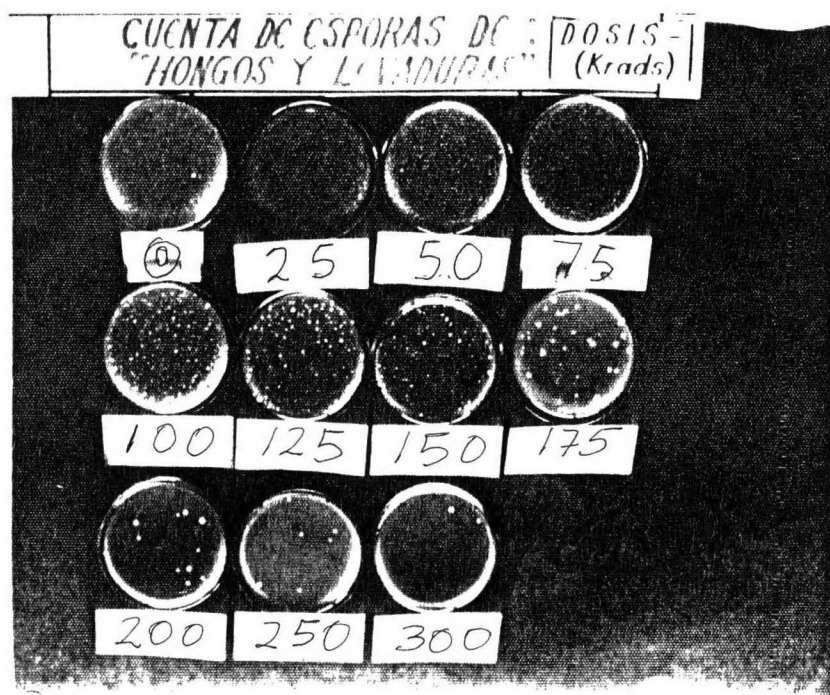


Fig. (4) MORTALIDAD DE ESPORAS DE HONGOS Y LEVADURAS  
Al aumentar la dosis de irradiación de  
0 a 300 Krads, se ve claramente una disminu-  
ción de esporas.

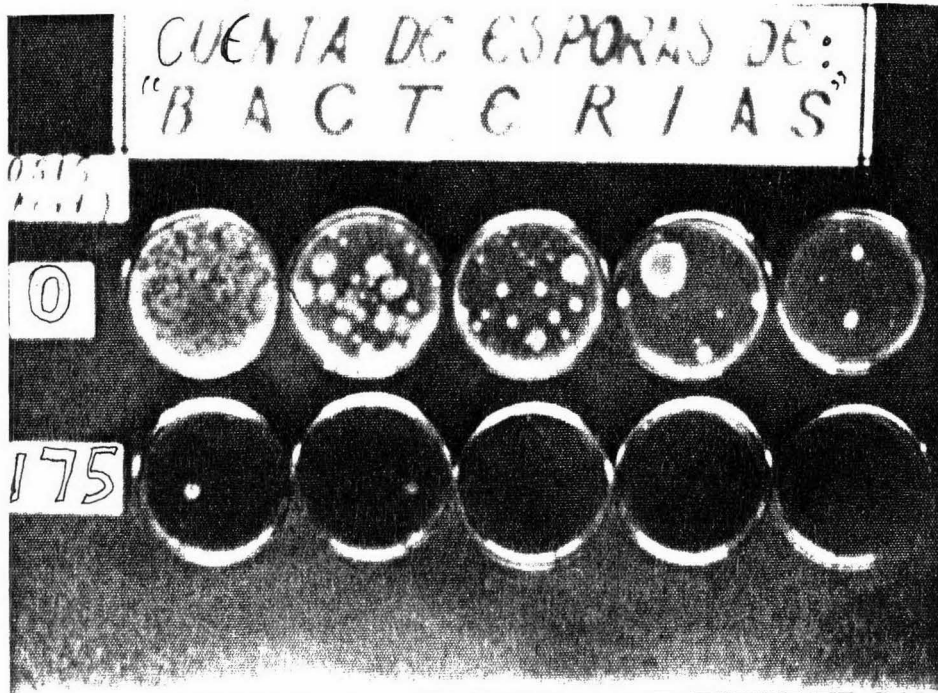


Fig. (5) COMPARACION ENTRE EL TESTIGO Y LA DOSIS DE 175 KRADS.

Las diluciones mostradas van de 1:10 a 1:100,000 (de mayor a menor crecimiento).

El testigo se muestra sin BCP, en tanto que la dosis de 175 Krads con BCP.