

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERETARO

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS

Efecto de la Radiación Gamma de ^{60}Co Sobre Soluciones de Acido Ascorbico. Efecto de la Dosis

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
Q U I M I C O
P R E S E N T A
Astrid Sara Eugenia Laviada Camarena
QUERETARO, QRO. 1976

No. Reg. H53652

.. TS

Clas. 544.66

L411e

Agradezco al Centro de Estudios Nucleares de la UNAM al dar me la oportunidad de realizar este trabajo y al M en C Victor Manuel Loyola Vargas así como al Q José Antonio Azamar Barrios por brindarme su distinguida y valiosa ayuda como asesores de tesis.

A mis padres, Astrid y Augusto
con todo mi cariño

a mis hermanos

Julia

Cristina y Carlos

Lucero

Norma

Ivonne

Miguel Augusto

Angélica

Edna

Edith

Edgar

Erick

A todos mis familiares

A mis abuelitos (+).

A mi escuela.

A mis maestros.

A mis amigos.

Biblioteca Central
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO

I N D I C E

Resumen.....	I
Introducción.....	1
CAPITULO I. ANTECEDENTES.....	8
2.1. Equipo	12
2.1.1. Fuente radiactiva.....	12
2.1.2. Gammacell.....	13
2.1.3. Espectrofotómetro UNICAM 500.....	13
2.2 Dosimetría.....	14
2.2.1. Dosímetro de Fricke.....	15
2.2.3. Curva de calibración.....	22
CAPITULO III EXPERIMENTACION.....	24
3.1. Procedimiento.....	24
3.1.1. Cálculos.....	26
CAPITULO IV CONCLUSIONES.....	27
BIBLIOGRAFIA.....	29
APENDICE.....	a
1 TABLAS.....	34
2 GRAFICAS.....	50

R E S U M E N

Basándose en los estudios realizados sobre irradiación de productos alimenticios que contienen ácido ascórbico y las variaciones que se han observado en el contenido de vitamina C se realizó este trabajo con el fin de observar y cuantificar los cambios sufridos por el ácido ascórbico cuando se irradió a 0, 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400 y 500 Krads, empleando una razón de dosis de 54 rads/seg

El método empleado para cuantificar la cantidad de ácido ascórbico residual después de irradiar fue el método espectrofotométrico de la 2, 4, dinitro fenilhidrazina. Como precaución para evitar la descomposición del ácido ascórbico, se mantuvo en atmósfera inerte (vacío), y en ausencia de luz.

En primer lugar, se trazó una curva de calibración con objeto de conocer la concentración en $\mu\text{g/ml}$ del ácido ascórbico a tratar, basándose en su densidad óptica y usando la curva como patrón de comparación.

Se tomaron alícuotas de una solución de concentración conocida de ácido L^+ ascórbico para análisis y se irradiaron a las diferentes dosis efectuándose tres repe-

ticiones para cada dosis.

Una vez irradiadas las muestras se determinaron los cambios sufridos por el ácido ascórbico. Las dosis suministradas por el ~~Gamma~~macell fueron reguladas por el dosímetro de Fricke.

De los resultados obtenidos se trazaron gráficas en las que se aprecian los cambios sufridos por la vitamina C. Se encontró que el ácido ascórbico se descompone fácilmente durante los 100 primeros Krads, pasando a ácido deshidroascórbico que por la radiólisis da origen a una serie de compuestos no identificados.

I N T R O D U C C I O N

Desde épocas remotas una de las preocupaciones más grandes de la humanidad ha sido la de los alimentos y su conservación. Al paso de los años se desarrollaron un sinnúmero de métodos tales como el salado, ahumado, etc, lográndose grandes adelantos y dando mucho impulso a la conservación de alimentos por medio de la irradiación que es una de las formas más modernas.

En países altamente industrializados ha sido aceptada por su bajo costo y eficiencia, así como por la posibilidad que existe para transportar las fuentes de irradiación hasta el lugar mismo de la cosecha. De manera especial se han estudiado las modificaciones que sufren los componentes de los alimentos así como las variaciones en la efectividad y contenido de las vitaminas después del proceso.

En nuestro caso, se ha profundizado en la variación que puede sufrir la vitamina C por efecto de la dosis de la irradiación con rayos gamma de ^{60}Co ya que esta vitamina se encuentra en grandes cantidades en vegetales y frutas pero

sobretudo en las frutas cítricas.

La vitamina C es un sólido cristalino blanco con un peso molecular de 176.12 derivado de un carbohidrato que presenta en su configuración una lactona neutra y la acidez de la vitamina se debe a un grupo enodiol en el carbón 3 y no en el carboxilo. Contiene dos átomos de carbono asimétrico C 4 y C 5 y son posibles dos pares de isómeros siendo los D inactivos para el hombre.

La deficiencia de esta vitamina produce una enfermedad llamada escorbuto, enfermedad muy común durante el siglo XVI principalmente entre los marineros debido a que duraban largos periodos de tiempo sin probar alimentos frescos, así como también después de las guerras en los asilos y prisiones y todos los lugares donde hubiera grandes hacinamientos de gente y durante este siglo se reconoció el valor curativo de naranjas, limones y algunas hierbas (Sourvy grass) pero hasta el año de 1700 se hizo del conocimiento público.

Durante el año de 1900, se comenzaron a estudiar las vitaminas en una forma más amplia y que en 1933, cuando se logró un gran éxito al aislar la vitamina C del repollo, jugo de limón y corteza adrenal, siendo Szent György y más tarde Wangh y Kine quienes la identificaron.

La vitamina C en su forma activa es una de las más importantes para el hombre y sabiendo que no se puede sintetizar en el organismo, se han hecho diversos estudios con el fin de conocer los mecanismos por los cuales se destruye durante la preservación de los alimentos que la contienen y evitar que eso suceda.

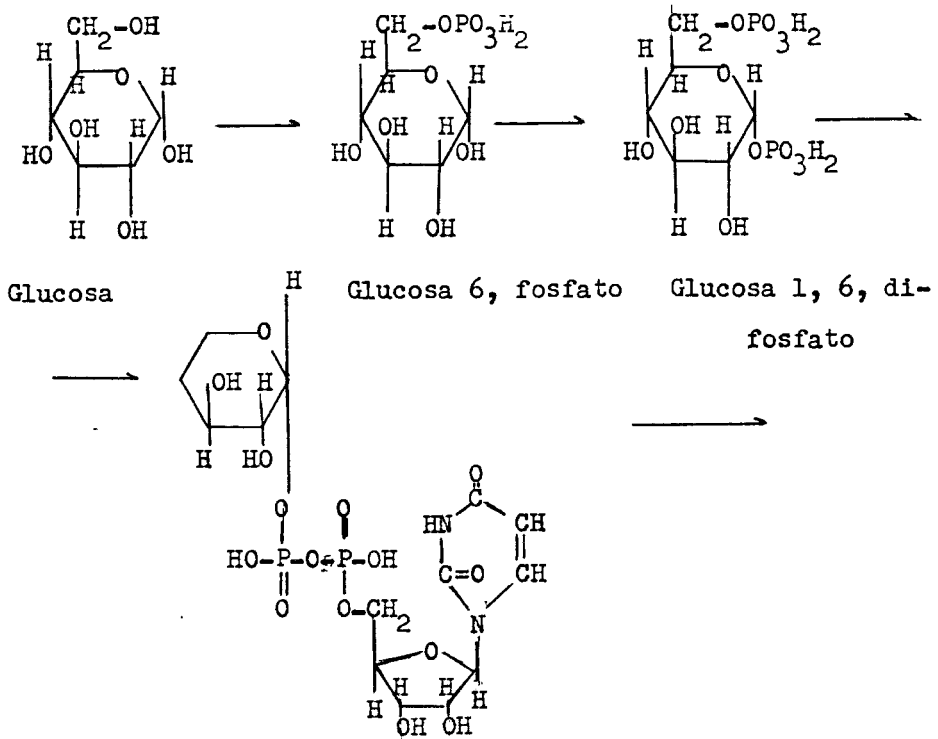
La característica principal del ácido ascórbico llamado comúnmente vitamina C, vitamina antiescorbútica, ácido cevitamínico, escorbutamina o redoxón es su oxidación reversible para formar ácido deshidroascórbico, ya sea por efecto de aire, agua oxigenada, cloruro férrico, iodo, quinonas, azul de metileno, nitrato de plata, ferrocianida, 2, 6, diclorofenol indofenol. Esta reacción es rápidamente reversible "in vitro" por agentes reductores H_2S y en vivo (por compuestos como glutación). En soluciones alcalinas y neutras, el ácido deshidroascórbico se hidroliza rompiendo el anillo de la lactona (20).

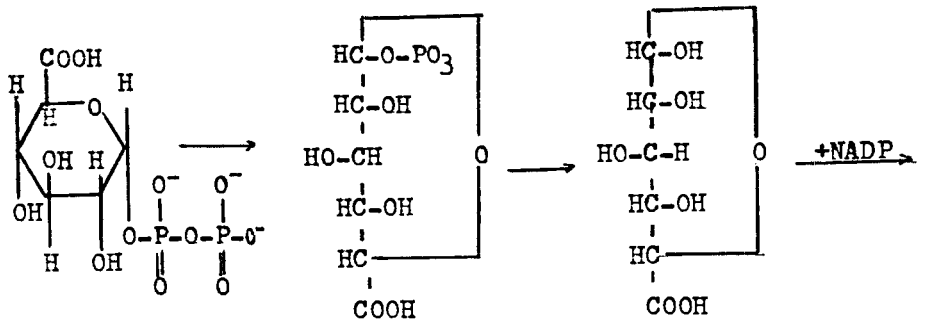
El ácido deshidroascórbico en el organismo se reduce a ácido l^+ ascórbico que es el fisiológicamente activo ya que interviene en la formación de colágeno en los huesos y en cías, involucrándose en el paso de fenil alanina a alanina además de regular la absorción del hierro en el intestino y ayuda de una manera indirecta al ácido fólico cambiando la microflora intestinal. Otra de sus características es que se

puede producir en microorganismos, animales y vegetales a partir de sacáridos siguiendo dos caminos diferentes que pueden ser:

I. Glucosa ----- glucosa 6, fosfato ----- glucosa 1, 6, difosfato ----- glucosa uridín difosfato ----- ácido uridín difosfoglucurónico ----- ácido glucurónico 1, fosfato ----- ácido glucurónico ----- ácido gulónico ----- gulonolactona.

II. Galactosa ----- galactosa 1, fosfato ----- galactosa uridín difosfato ----- glucosa uridín difosfato ----- sigue el camino anterior.

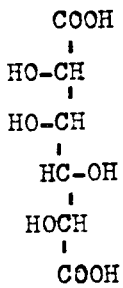




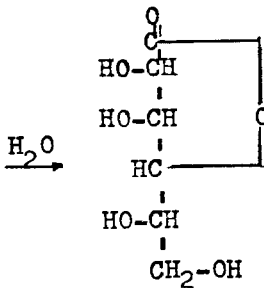
ACIDO UDP glucurónico.

Acido glucurónico 1, fosfato.

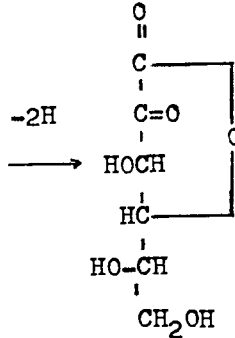
Acido D glucurónico.



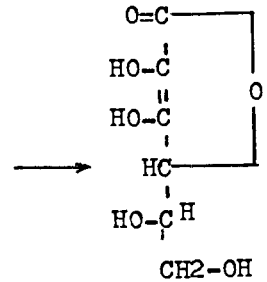
Acido L,
Gulónico



1 gulonolactona.



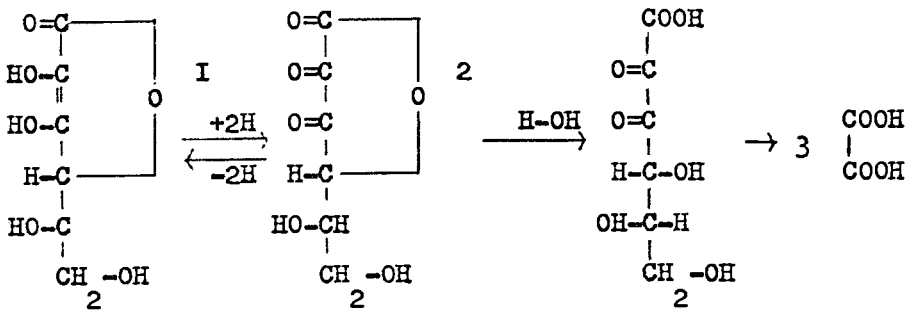
2 ceto 1 gulonolactona.



Acido 1⁺
ascórbico (20).

y dando origen en su parte final a un compuesto denominado gulonolactona, que por medio de una enzima pasa a formar ácido ascórbico, a diferencia del hombre, primates y algunas clases de roedores que carecen de esta enzima debido a una deficiencia genética y no pueden sintetizarlo. (Se supone que es vía la 3 oxo gulonolactona).

Se ha descubierto que la vitamina C sólo actúa en pH ácido ya que en pH básico se inhibe su acción, con la presencia de cobre o de enzimas que contienen cobre, como la ascorbata las reacciones I y 2 se llevan a cabo rápidamente por lo que hay que tener ésto en consideración cuando se empaque. Dentro del programa de fructificación se debe tomar en cuenta no combinarla con otras vitaminas que pueden ser fácilmente reducibles, este es el caso de la vitamina B₁₂.



Acido L ascórbico.

Acido L deshidroascórbico.

Acido dicetogulónico.

Acido oxálico.

- 1 Reacción fácilmente reversible no coenzimática.
- 2 Reacción no reversible.
- 3 Reacción en el humano después del calentamiento.

Si se trata de un caso fuera del organismo, puede ser un tratamiento térmico, se ve que tiene muy poca resistencia. En el caso de que se lleve a cabo en el organismo eso sería el camino normal del metabolismo del ácido ascórbico y posteriormente al dicetogulónico que formará ácido oxálico. Se excreta en la orina humana en las siguientes proporciones:

Como ácido L ascórbico 12 - 24 %.

Como ácido dicetogulónico 12 - 18 %.

Como ácido oxálico 24 - 63 %.

Los requerimientos de esta vitamina son de 75 a 150 mg para adultos según sus necesidades fisiológicas (embarazo, lactancia, etc.). Los cebayos necesitan unos 2 miligramos por día, y los monos requieren cantidades proporcionales a su peso. La unidad internacional de vitamina C es el equivalente a 0.05 mg de ácido l ascórbico puro (1 mg = 20 μ). (24).

C A P I T U L O I

A N T E C E D E N T E S

Estudios preliminares sobre los efectos de la irradiación con rayos gamma de ⁶⁰Co sobre diversos alimentos y plantas.

En tomates Pearl Harbor la cantidad de vitamina C disminuyó con períodos de almacenamiento más grandes especialmente en frutos expuestos a altas dosis de radiación (1). Mientras que la radiación de tomates a dosis entre 500 - 600 Krads redujo el contenido de ácido ascórbico en mayor proporción en los rosados y en los maduros de mesa que en los maduros verdes, siendo el contenido final, sin embargo, más alto en los rosados irradiados y en los maduros de mesa que en los maduros subsecuentes irradiados (2).

Las semillas de tomate secadas al aire e irradiadas con rayos gamma de ⁶⁰Co en dosis de 500 a 10,000 rads, se encontró que los jitomates de 750, 5,000 y 10,000 contenían mayor cantidad de vitamina C (3).

En las naranjas Shamouti el ácido ascórbico en las capas externas de la piel disminuyeron con el incremento de la dosis (4).

En el jugo de grosella irradiado, pasteurizado a 80°C por 15 minutos se perdió el 37 % de vitamina C (5).

En piñas frescas y enlatadas e irradiadas con rayos gamma de ^{60}Co de 0 a 2 Mrads se observó que el contenido de ácido ascórbico era inversamente proporcional a la temperatura y tiempo de almacenamiento y a la dosis (6).

En los limones almacenados la dosis de más de 200 Krads disminuyeron marcadamente el contenido de ácido ascórbico mientras que las naranjas en estas dosis no fueron afectadas (7).

En patatas y zanahorias la irradiación con rayos gamma de ^{60}Co hasta una dosis de 1 Mrad aceleró la pérdida de vitamina C, durante una semana de almacenamiento (8).

En la irradiación de fresas y frutas Natsudaikai con rayos gamma de ^{60}Co hay una disminución del contenido de ácido ascórbico y un aumento de ácido deshidroascórbico. Este cambio es más notable al aumentar la dosis de irradiación el contenido de ácido ascórbico disminuye durante el período de almacenamiento, no así en las frutas irradiadas; después de un largo periodo de almacenaje casi no hubo diferencia entre frutas irradiadas y no irradiadas.

Fresas maduras con CO_2 y empacadas en bolsas de polietileno se irradiaron de 0.1 a 0.3 Mrads y almacenaron a 4°C , el ácido ascórbico reducido disminuyó al aumentar la dosis de irradiación. Al finalizar el almacenamiento los lotes de 0.1 a 0.2 Mrads conservaron más del doble de ácido ascórbico reducido que el lote control (9).

En zanahorias y patatas la vitamina C fue destruida por irradiación (10).

En las hojas de la planta de algodón el contenido de vitamina C dependió de la fase del desarrollo de la planta y de la dosis de irradiación, teniéndose una correlación directa entre vitamina C y contenido de clorofila (11).

Al irradiar el trigo Ostka-Chlopicha con dosis del 1 a 100 Krads se observó que la cantidad de ácido ascórbico aumentaba con la dosis de 5 a 25 Krads; en el centeno Smolichu-Lwclawe el ácido ascórbico baja en todas las dosis excepto para 1 Krad (12).

Retoños crecidos de semillas irradiadas a 10 Krads y no irradiadas mostraron un aumento de ácido ascórbico de 12 a 50% en cada periodo de crecimiento. En la irradiación del centeno, el ácido disminuyó con dosis de radiación de 5 a 100 Krads (13).

Las semillas Castor inactivas irradiadas y no irradiadas no contuvieron ácido ascórbico hasta su germinación. El contenido de éste aumentó con la dosis de irradiación (14).

En los tejidos tumorosos de tabaco, los niveles de ácido ascórbico aumentaron, en proporción a la dosis de irradiación en tejidos normales la cantidad de ácido ascórbico disminuyó (15).

Las papayas irradiadas a 10, 20, 40, 80 Krads al macenadas varían con el tiempo en su cantidad de ácido deshidroascórbico (16).

C A P I T U L O I I

M A T E R I A L E S Y M E T O D O S

2.1 Equipo.

2.1.1 Fuente radiactiva.

La irradiación de las muestras se realizó en un equipo Gammabeam 650 Tipo 1R 31, es una unidad de irradiación de ^{60}Co manufacturado por Atomic Energy of Canada Limited.

La unidad consiste de un contenedor en forma de cilindro de aproximadamente 5,000 Kg de plomo, en su interior están 12 cavidades y dentro de ellas se encuentran almacenadas las fuentes cuando el equipo no se encuentra en funcionamiento.

En la parte superior del contenedor hay un ensamble de un conjunto de 12 tubos de exposición en configuración cilíndrica, los que se pueden ajustar radialmente y así variar el diámetro de la configuración. Las muestras se pueden irradiar central o panorámicamente, es decir, colocando las muestras en el centro de los tubos o alrededor de ellos.

Las fuentes son cápsulas de ^{60}Co en forma de cilindros de dimensiones : 1.0 mm de diámetro, los cuales se

encuentran doblemente encapsulados en acero inoxidable especial. Cada tubo de almacenamiento contiene 5 cápsulas, por lo tanto el total es de 60 cápsulas. La actividad era de 49,600 Ci en Octubre de 1973.

Está dotada con un sistema neumático para sacar a las cápsulas de su posición de almacenamiento del interior del contenedor y elevarlas a su posición de exposición dentro de los tubos. El equipo se encuentra en el interior de un cuarto blindado. Se manipula desde el exterior mediante una consola de mandos desde afuera del cuarto de irradiación (17).

2.1.2 Gammacell 200.

El Gammacell 200, consiste en una fuente ámbar de ^{60}Co la cual rodea a la cámara de irradiación colocada dentro de un contenedor de plomo; la cámara de irradiación es un cilindro de 13.79 cm de largo y 8.89 cm de diámetro que se encuentra en el extremo de un émbolo móvil. La actividad en la fuente el 15 de Mayo de 1971 era de 2394 Ci, que corresponde a un nivel de dosis de exposición de 392,400 Roentgen (R) por hora en el centro de la cámara de irradiación.

2.1.3 Espectrofotómetro UNICAN SP 500

Este espectrofotómetro, empleado para las lecturas de las muestras tratadas para su determinación analítica tie

ne las características siguientes:

Límites de longitud de onda: 186 a 1,000 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 longitud de onda seleccionada:

± 0.2 nm a 200 nm

± 0.1 nm a 400 nm

± 2.5 nm a 600 nm

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

Abertura:

Aberturas bilaterales curvadas continuamente variables arriba de 2 mm.

Unidad de detección: ésta, consiste de un compartimiento libre de humedad conteniendo las dos fotoceldas, la azul (contenida en una envoltura de sílica) se usa para el intervalo de 186-625 nm y la roja se emplea en el de 625-1,000 nm(18).

2.2 Dosimetría.

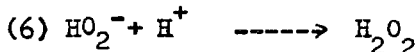
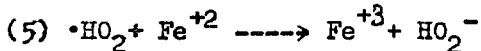
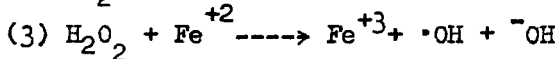
En la dosimetría química, la energía absorbida de la radiación se determina a partir de la medida cuantitativa de un cambio producido en el sistema químico usado como dosímetro. Un dosímetro químico debe tener ciertas condiciones

fundamentales, la respuesta dada por el dosímetro debe ser:

- a) Proporcional a la dosis en un amplio intervalo.
- b) Independiente de la razón de dosis.
- c) Independiente de la energía y L E T (Linear energy transmission) de la radiación.
- d) Independiente de la temperatura, antes, durante y después de la irradiación.
- e) Simple de usar, que no requiera contenedores especiales o de instrumental analítico complejo. Ninguno de los conocidos reúnen todas las características, por lo que se escogió el más adecuado.

2.2.1. Dosímetro de Fricke.

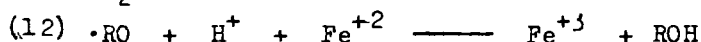
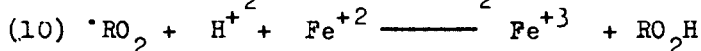
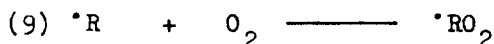
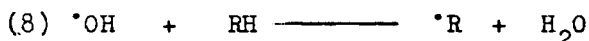
Cuando la oxidación se lleva a cabo en presencia de oxígeno, las reacciones efectuadas son las siguientes:



El rendimiento G (número de moléculas transformadas por cada 100 eV de energía absorbida) para iones férricos es:

$$G(\text{Fe}^{+3})_{\text{aire}} = 2G_{\text{H}_2\text{O}_2} + 3G_{\text{H}} + G_{\text{OH}} = 15.4$$

Las impurezas orgánicas pueden incrementar el rendimiento de los iones férricos:

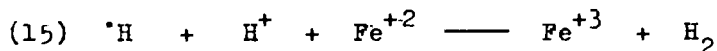


En presencia de cloro los radicales libres hidroxílicos se reemplazan por átomos de cloro, que pueden reaccionar con iones ferrosos o las impurezas orgánicas:



Para que se efectúen las reacciones (1) a (6) es necesaria la presencia de oxígeno, ya que se consume durante el proceso de oxidación, cuando la dosis absorbida es del orden de los 50,000 rads, el oxígeno presente se agota y disminuye el rendimiento de iones férricos.

En ausencia de oxígeno la reacción (4) es reemplazada por:



y las reacciones (5) y (6) no se llevan a cabo.

El método normal que se emplea para determinar la dosis absorbida es a partir de la oxidación de iones ferrosos en una solución acuosa de ácido sulfúrico, saturada con aire u oxígeno.

La dosis absorbida se obtiene de las concentraciones de iones férricos en la solución después de la irradiación utilizando la siguiente relación:

$$D(\text{rads}) = \frac{(0.965 \times 10^9) (D_0)}{\epsilon \rho}$$

$$\text{E.A. f} (a, G, \epsilon, \rho, D_{O_b}, D_{O_i}, N_0)$$

D.O = cambio de la densidad óptica.

ϵ = coeficiente de extinción molar.

ρ = densidad de la solución de Fe^{+2} .

D = ancho de la celda.

G = rendimiento de Fe^{+3} para ^{60}Co .

La densidad óptica de la solución Fe^{+3} se lee en un espectrofotómetro a 305 nm contra un blanco de solución de Fe^{+2} , calibrando el espectrofotómetro a 100% T con el blanco.

2.2.1. Reactivos.

Sulfato ferroso amónico GR (JT Backer)

Cloruro de sodio GR (JT Backer)

Agua bidestilada obtenida en el laboratorio.

Acido sulfúrico GR (JT BAKER)

Soluciones.

Solución 0.001 molar de sulfato amónico en solución 0.8 normal de ácido sulfúrico y 0.01 molar de cloruro de sodio.

Preparación: pese 0.0585 g de cloruro de sodio y 0.398 g de sulfato ferroso amónico y páselos a un matraz volumétrico de un litro que contiene un poco de agua bidestilada disuelva perfectamente y afore con el resto de la solución 0.8 normal de ácido sulfúrico ya fría. Guarde el frasco en la obscuridad y en un lugar fresco. La solución es estable durante tres meses aproximadamente.

Procedimiento.

a) Se lavan los recipientes en mezcla crómica donde se colocará la solución de Fricke, y enjuagar con agua bidestilada, secar bien.

b) Pipetear 10 ml de la solución de Fricke, en cada uno de los recipientes por irradiar.

c) Irradiar las muestras. Para irradiar las muestras se escogió un recipiente de vidrio, cubierto con papel aluminio y se colocó a la misma distancia que se hizo con las soluciones patrón y las soluciones problema. La distancia de la fuente al exterior, medida radialmente, fue de 11.8 cm para

una intensidad de dosis de aproximadamente 86.54 rads/seg.

La distancia de la fuente al exterior para una intensidad de dosis de 155.62 rads/seg fue de 19.46 cm.

d) Leer las muestras contra un blanco de solución de Fricke en un espectrofotómetro a una longitud de onda de 305 nm.

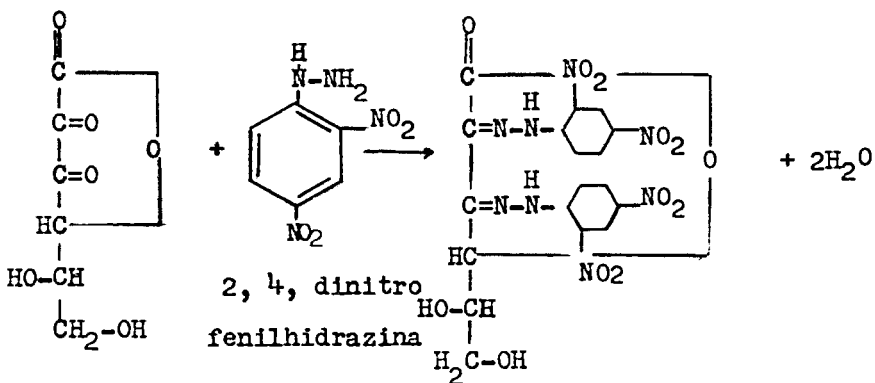
e) Con la ecuación 16 se calcula la dosis absorbida en rads (23).

2.2.2. Análisis espectrofotométrico de la vitamina C con 2, 4, dinitro fenilhidrazina.

Fundamento.

El ácido deshidroascórbico reacciona con la 2, 4, dinitro fenilhidrazina para formar la 2, 4, dinitro fenilhidrazona que se disuelve en ácido sulfúrico concentrado originando una coloración rojiza. El máximo de absorbancia se halla entre 520-525 nm.

El ácido ascórbico reacciona únicamente después de su oxidación cuantitativa a ácido deshidroascórbico con un oxidante suave. Para evitar la descomposición del ácido deshidroascórbico durante su condensación con 2, 4, dinitro fenilhidrazina que requiere 3 horas; se añade un poco de tiourea a



Osazona del ácido
deshidroascórbico.

Solución de ácido oxálico.

En un litro de agua bidestilada se disuelven 0.5 g de ácido oxálico. Se prepara el día anterior al análisis y se refrigera.

Solución de ácido L (+) ascórbico.

En 400 ml de agua bidestilada se disuelven 0.008 g de ácido L(+) ascórbico. Se prepara momentos antes del análisis.

Solución de tiourea.

Se disuelven 10 g de tiourea en 100 ml de una mezcla de volúmenes iguales de etanol absoluto y agua.

Solución de 2, 6, diclorofenol indofenol.

Se disuelven 0.25 g de 2, 6, diclorofenol indofenol sódico en 100 ml de agua bidestilada. Se prepara el día anterior y se refrigera.

Solución de D N P H.

Se disuelven 2g de 2, 4, dinitro fenilhidrazina en 100 ml de una mezcla de tres partes de agua y una parte de ácido sulfúrico 95-97% en volumen (densidad =1.84). La disolución se realiza cuando la mezcla esté todavía caliente.

Solución de ácido sulfúrico al 85 %.

Se añaden cuidadosamente y con agitación 85 g de ácido sulfúrico 95-97% (densidad 1.84) a 15 ml de agua, dispuestos en un recipiente enfriado con hielo.

2.2.3 Curva de calibración.

Se prepara una solución de ácido L(+) ascórbico de una concentración 0.1 g/l, tomándose alícuotas de 5, 10, 15, 20, 25 y 30 ml que se llevan a un aforo de 100 ml con solución oxálica: el empleo de ácido oxálico permite formar los ensayos correspondientes libres de oxidación a los que es sensible el ácido ascórbico. De estas soluciones se toman dos muestras, una de 5 ml que se pasa a un matraz volumétrico de 25 ml y que contenga 5 ml de solución oxálica. La muestra de 50 ml, se pasa a un embudo de separación en donde se oxida con 2, 6, diclorofenol indofenol, se esperan dos minutos y se quita el exceso de color con éter, se separan las capas, y la

capa acuosa se pasa a un matraz volumétrico de 100 ml, se afora y se toma una muestra de 10 ml que al igual que la muestra sin oxidar se trata con 5 gotas de tiourea, 2.5 ml de 2, 4, dinitro fenilhidrazina y se ponen en un baño de temperatura controlable a 37°C durante tres horas; después de ésto, se aforan los matraces a 25 ml con la solución de ácido sulfúrico muy lentamente y agitando dentro de un baño de hielo durante 10 minutos, una vez hecho ésto, se deja estandarizar a la temperatura ambiente y a continuación se lee en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 522 nm frente a un blanco preparado sólo con reactivos.

Se hace una gráfica tomando cómo parámetros la densidad óptica contra los µg de ácido ascórbico, promedio de 5 repeticiones (22).

C A P I T U L O I I I

E X P E R I M E N T A C I O N

3.1. Procedimiento.

Se prepara una solución de ácido (L⁺) ascórbico con una concentración de 0.02 g/l y se separa una parte con objeto de preparar blancos sin irradiar. La otra parte se irradia a las dosis posteriormente anotadas. Para nuestro experimento se siguieron dos caminos; en uno de ellos se tomó en cuenta el tiempo transcurrido después de la irradiación, no siendo así en el segundo y repitiendo la operación tres veces consecutivas para cada dosis fija de 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400 y 500 Krads teniendo una intensidad de dosis de 54.5 rads por segundo en el gammacell.

A continuación se repitieron tres veces las series de muestras tratadas en el gammabeam teniéndose las dosis siguientes:

86.59 Krads

173.08 Krads

ID= 86.54 rads/seg 259.62 Krads

346.16 Krads

432.70 Krads

	77.81 Krads
	155.62 Krads
ID= 155.6 rads/seg	233.43 Krads
	311.24 Krads
	389.05 Krads

Colocando las muestras a una distancia de 11.8 cm para las dosis comprendidas entre 86.59 Krads y 432.7 Krads y 19.46 cm para las dosis comprendidas entre 77.81-389.05 Krads.

Cuando se tomaba en consideración el tiempo transcurrido después de la irradiación se obtuvieron las tablas y gráficas correspondientes a los intervalos de tiempo de 5, 10, 15, 20 y 30 minutos y tomando dosis fijas de 50, 100, 200, 300, 400 y 500 Krads, se llegó a la conclusión de que no afectaba el tiempo transcurrido después de la irradiación ya que las dosis empleadas destruyán casi por completo al ácido ascórbico, por lo que no se detectaron cambios considerables.

En ambos casos, se separaron dos muestras; una alícuota de 5 ml que se ponía en un matraz de 25 ml conteniendo ácido oxálico en solución con objeto de determinar el ácido deshidroascórbico parcial, y la segunda muestra de 50 ml, se oxida con 2, 6, diclorofenol indofenol quitando el exceso de colorante con éter, la parte acuosa se afora a 100 ml con so

lución de ácido oxálico, de aquí se toma una alícuota de 10 ml y que junto con la muestra sin oxidar se tratan con 5 gotas de tiourea, 2.5 ml de 2, 4, dinitro fenilhidrazina y se ponen a baño maría durante tres horas a una temperatura de 37° centígrados, finalmente, se enfría en hielo y se tratan con la solución de ácido sulfúrico al 85% se dejan estabilizar y se leen en el espectrofotómetro a 522 nm.

Solución de referencia.

La solución de referencia conteniendo una cantidad de ácido ascórbico aproximadamente igual a la que se sospecha que contiene el problema se prepara en la misma forma que la anterior. El blanco de referencia se prepara con los reactivos solamente.

3.1.1. Cálculos.

Las lecturas en el espectrofotómetro nos dan el por ciento de transmitancia, que se convierte en densidad óptica; este resultado se lee en la curva de calibración y dará la cantidad de ácido deshidroascórbico en microgramos.

La cantidad resultante de restar las muestras oxidadas menos las muestras sin oxidar nos dará el ácido ascórbico no afectado por la irradiación.

$$\text{microgramos oxidado} - \text{microgramos sin oxidar} = \text{Vitamina C}$$

C A P I T U L O I V
C O N C L U S I O N E S

Nuestro experimento se hizo siguiendo dos técnicas diferentes; en la primera se tomó como parámetro al tiempo transcurrido después de la irradiación de la vitamina C y como muestran las gráficas 2 y 3, sólo durante los cinco minutos posteriores a la irradiación se aprecia un cambio en la cantidad de ácido ascórbico e incrementándose la de deshidroascórbico, no siendo así en los intervalos de tiempo posteriores.

A continuación, no se tomó en cuenta el tiempo transcurrido después de la irradiación; pero si se le dió mucha atención a las dosis fijas comenzando con 25, 50, 75, 100, 200, 300, 400 y 500 Krads, notándose que independientemente de la razón de dosis usada, el ácido ascórbico se descompone totalmente durante los primeros 100 Krads, e incrementándose la cantidad de ácido deshidroascórbico que al irradiarse se descompone totalmente dando origen a otros productos como se muestra en las gráficas 4 y 5.

En las repeticiones efectuadas para dosis bajas como fueron 25, 50 y 75 Krads se apreciaba muy claramente la destrucción de la vitamina C y un rápido incremento de ácido deshidroascórbico.

Al sobreponer la gráfica que representa el por ciento de ácido ascórbico con la del por ciento de deshidroascórbico se puede formular la siguiente hipótesis:

El ácido ascórbico se destruye rápidamente y se incrementa la cantidad de ácido deshidroascórbico; en un momento dado, se intersectan las líneas de ácido ascórbico y deshidroascórbico y la curva del ácido ascórbico llega a su mínimo cuando la del deshidroascórbico llega a su máximo, éste a su vez comienza a sufrir un decremento hasta agotarse totalmente por acción de su radiólisis y al llegar a este nuevo punto, aparecen otros compuestos no identificados.

B I B L I O G R A F I A

1. Fahmy, Bahua, A. Kamel, Taimour A, Salama, SB (Min. Agr. Uar) Agr, Res. Dev Cairol, 1968, Effect of radiation on the keeping quality of Pearl Harbor tomatoes.

2. Abdel-Kader, Adels; Morris, Leonard L.; Maxie F. C. (University of California, Davis) Proc. Amer. Soc. Hort. Sci, 93:843-53 (1968) Physiological studies of gamma-irradiated tomato fruits III-Effects on ascorbic acid content, acidity and texture.

3. Benedek Lazar, Magda; Pal, Tstuan Agrartud, Egyet, Kolzem 1969, 277-45. Modifications of the vitamin C content of the tomato following gamma-irradiation (cobalt 60) of the seed.

4. Monseline, S. P.; Kahan, R. S. (Hebrew Univ, Rehout, Israel). Preserv fruit, Veg. Radiat, Proc. panel, Vienna 1966 (pub.1968) Effect of gamma radiation on appearance, composition and enzymic activities of citrus fruits.

5. Vilicil, P. Mihelic, and D. Turkeric (Dto. Tehnol. Fak) Zagre B.; Yugoslavia, Kem, Ind (Zagreb) 16 (9) 466-9 (1967) Effect of pasteurization and irradiation with cobalt-60 gamma rays on the content of vitamin C in currant juice.

6. P sole . F Agurre, and Crolz (San Carlos Natl Univ, San Carlos, Guatemala) Int J Appl Radiat Isotopes 19(1) 67-74 (1968). Effects of gamma irradiation on crushed canned pineapple.
7. Maxie, Edward C.; Sommer N, F ; Eaks I,L. (Univ of Calif /Davis, Calif) Prol. Int Citrus Symp, Ist 1968 (pub 1969)-3 1375, 87, Edited by Chapman, Homer D, Univ of California; Riverside, Calif. Effect of gamma radiation on citrus fruits.
8. Gounelle, Huges; Marnay-Gilat, Christiane; Fauchet, M.; Durand-Brissat, Mrs (Centre Rech, Fouch, Paris, Fr). Ann Nutr Aliment 1970, 24(3), 41, 9. Effect of radiation on the content of group B and C vitamins of several foods.
9. Kurosaki, Toshiharu(Hiroshima Agricultural Coll Saijo Japan) Hiroshima Nogyo Tank; Daigaku Kenkyv Hokoku; (Dec 1970) Effect of gamma radiation on the ascorbic acid content in strawberries and Natsudaidai fruits.
10. Chacun, Jean P (Fac. Med. Univ. Paris, Paris, Fr).A-vail Dep from Nucl. Sci. Abstr, 1969. Effect of radiation of 4 vitamins of group B and Vitamin C.
11. S.C. Cuslinov (Azerb. Cos. Univ, Im, Kirova, Baku).

D orl. Akad Nauk Azerb. SSR 23 (6), 45-8

Effect of ionizing radiation-radiation on the content of Chlo
rophyll, ascorbic acid, and dry matter in cotton plant leaves.

12. Kuleszh J.; Antoszevsca, Lo, Kroh Nauk Politech, Lodz. No
100 Chem Spozyw No 14 (1968). Influence of ^{60}Co gamma irradia
tion on the ascorbic acid content in corn (rye and wheat).

13. Kuleska, J. Kroh, J. Raschert , A. (Technical Univ, Lodz,
Poland) Zesz, Nauk, Politech, Lodz No Chem, Spozyw.; 14 (1968)
Influence of ^{60}Co gamma irradiation of wheats seeds on the as-
corbic acid content in the different periods of plants growth.

14. Thanki, R.J.; Patel, K.L.; Patel R.D. (Sadar patel Univ
Vallabh Vidyanagar, India) Indian J Exp. Biol. (Oct 1969)
Change in ascorbic acid content and ascorbate-oxidase activi-
ty during germination in dark of gamma irradiated Castor seeds.

15. Rennert, Aldoma; Antoszevska, (L) .(Lodz Univ. Lodz Poland)
Radiobiologiya, 1970, 10(4), 580-3.

Growth, survival, and ascorbic level in normal and tumorous
tissue cultures of tobacco after gamma-irradiation.

16. V.M. Loyola Vargas, M V Guarti de Fdez, H Carrasco, A L
Cabrera Mosqueda , J A Azamar Barrios. Revista de la socie-

dad Química de México, Nov-Dic 1973 Vol 17-6. Centro de Estudios Nucleares UNAM.

17. Atomic Energy of Canada Ltd. Manejo del gammabeam. Instructivo del gammabeam.

18. Espectrofotómetro. Instructivo del manejo del Espectrofotómetro Unicam-SP 500. Serie 2.

19. Equipo Gammacell 200. Atomic Energy of Canada, Ltd.

20. Abraham Cantarow, Bernard Schepantz M.D. Pág 152-159 Editorial W. B Sanders Company, London. 1967. BIOCHEMISTRY.

21. Albert L Lehninger, Pág 528-534 Capítulo 22. Editorial Omega S.A. España 197. BIOQUIMICA.

22. Rolf Srobecker, Heinz M. Henning. Pág 276-302. Análisis de Vitaminas.

23. M en C Victor Manuel Loyola Vargas. Universidad Autónoma de Querétaro, Querétaro, México 1973. Apuntes sobre química nuclear y radioquímica.

24. Edwin T. Mertz, Pág 236-237. Editorial Publicaciones Culturales S.A. México, D.F. 1971. BIOQUIMICA.

25. Loyola Vargas Victor Manuel. Cambios inducidos con dosis variables de radiación gamma en mango de Manila para su preservación. Tesis para obtener el grado de Maestría en Química Nuclear. Facultad de C Químicas, México, D.F.(1973).

A P P E N D I C E

1) T A B L A S

2) G R A F I C A S

I) T A B L A S

T A B L A I

Lecturas promedio del dosímetro de Fricke

longitud de onda=305 nm rejilla=0.192 mm

G A M M A C E L L

Tiempo irra- diación	Densidad óptica	Desis
2 minutos	0.213	$(.213)(2.7966 \times 10^4) = 5956.75$ rads
3 minutos	0.337	$(.337)(2.7966 \times 10^4) = 9424.55$ rads
4 minutos	0.462	$(.462)(2.7966 \times 10^4) = 12920.29$ rads
5 minutos	0.585	$(.585)(2.7966 \times 10^4) = 16390.81$ rads
6 minutos	0.721	$(.721)(2.7966 \times 10^4) = 20163.48$ rads
7 minutos	0.821	$(.821)(2.7966 \times 10^4) = 23463.67$ rads
8 minutos	0.939	$(.939)(2.7966 \times 10^4) = 26269.07$ rads
9 minutos	1.097	$(1.097)(2.7966 \times 10^4) = 30678.70$ rads

G A M M A B E A M

Tiempo irra- diación	% T	Densidad óptica	Desis
2 minutos	43.5	0.362	1.0123 rads
4 minutos	17.8	0.750	20,874 rads I.D.
6 minutos	7.0	1.155	32,300 rads 86.54 rads/seg.
8 minutos	3.5	1.456	40,718 rads

Continuación Tabla I

G A M M A B E A M

Tiempo irra- diación	% T	Densidad Óptica	Desis	Intensidad de desis
1 minute	48.3	0.316	8837 rads	155.6 rads/ seg
3 minutes	9.8	1.009	28217 rads	
4 minutes	4.0	1.398	39096 rads	

T A B L A II

Curva de Calibración promedio de 5 repeticiones

ug / ml	% Transmitancia	Densidad óptica
5	76.25	0.112
10	62.5	0.205
15	47.0	0.328
20	38.5	0.415
25	32.0	0.495

T A B L A III

Tiempo transcurrido desde el tratamiento a una intensidad de dosis de 54.5 rads/seg y dosis de 100 kilorads.

Repetición	Tiempo des- pués irradiad.	Transmitancia %		Densidad Óptica	Concentración µg/ml		Vit C µg/ml
		oxidado	sin oxidar		oxidado	sin oxidar	
I	Blanco	37.5	86.0	.436-.066	20.4	3.0	17.4
	0 minutos	55.3	60.0	.357-.222	12.4	1 0.0	1.8
	5 minutos	58.5	55.0	.233-.260	11.2	12.5	0.0
	10 minutos	55.4	58.5	.256-.235	12.2	11.2	1.0
	20 minutos	58.5	54.0	.333-.368	11.2	13.0	0.0
	30 minutos	57.5	59.0	.240-.229	11.6	11.0	0.6
II	Blanco	40.8	52.0	.389-.284	18.8	13.6	5.2
	0 minutos	54.4	56.0	.189-.284	18.8	12.0	0.8
	5 minutos	58.0	59.0	.337-.268	11.4	12.8	0.0
	10 minutos	59.0	51.5	.268-.288	13.0	14.0	0.0
	20 minutos	60.0	52.5	.222-.286	10.0	13.4	0.0
	30 minutos	57.5	50.0	.280-.301	13.4	14.4	0.0

Continuación T A B L A III

Repetición	Tiempo des- pués irradiad.	Transmitancia % oxidado sin oxid.	Densidad óptica	Concentración µg/ml oxidado	Concentración µg/ml sin oxidar	Vit C µg/ml	
	Blanco	39.2	60.0	.407-.222	19.5	10.6	8.9
	0 minutos	53.5	56.0	.272-.252	13.0	12.0	1.0
	5 minutos	57.5	54.5	.240-.264	11.6	12.8	0.0
III	10 minutos	56.0	56.5	.252-.248	13.0	11.9	0.1
	20 minutos	57.0	57.0	.244-.244	11.8	11.8	0.0
	30 minutos	54.0	57.0	.268-.244	12.9	11.8	1.1

38

Tiempo	Acido Ascórbico	Acido deshidroascórbico
Blanco	10.5	9.06
0 minutos	1.2	11.53
5 minutos	0.0	12.7
10 minutos	0.03	12.36
20 minutos	0.0	12.73
30 minutos	0.5	12.4

T A B L A IV

Tiempo transcurrido desde el tratamiento a una intensidad de dosis
de 54.5 rads/seg y dosis de 200 Krads.

Repetición	Tiempo des- pués irradi.	Transmitancia %		Densidad Óptica	Concentración µg/ml		Vit C µg/ml
		oxidado	sin oxidar		oxidado	sin oxidar	
I	Blanco	38.5	71.0	.415-.149	20.0	7.2	12.8
	0 minutos	75.2	79.0	.124-.102	6.0	5.0	1.0
	5 minutos	78.2	80.0	.107-.197	5.0	4.8	0.2
	10 minutos	75.0	75.0	.125-.125	6.0	6.0	0.0
	20 minutos	78.5	79.5	.105-.100	5.0	4.8	0.2
	30 minutos	76.2	75.5	.118-.122	5.8	5.9	0.0
II	Blanco	37.5	59.5	.436-.226	25.4	16.8	9.6
	0 minutos	69.0	75.0	.161-.125	7.7	6.0	1.0
	5 minutos	76.0	72.0	.119-.143	5.8	7.0	0.0
	10 minutos	72.0	77.0	.143-.114	7.0	5.6	1.4
	20 minutos	75.0	74.5	.125-.128	6.0	6.2	0.0
	30 minutos	76.0	76.5	.114-.116	5.8	5.7	0.1

Continuación T A B L A IV

Repetición	Tiempo después irradiad.	Transmitancia %		Densidad	Concentración µg/ml		Vit C
		oxidado	sin oxid.	Óptica	oxidado	sin oxidar	µg/ml
	Blanco	39.0	56.5	.409-.248	19.8	12.0	7.8
	0 minutos	74.5	78.5	.128-.105	6.1	5.1	1.0
	5 minutos	75.5	77.5	.122-.111	5.9	5.3	0.6
III	10 minutos	77.0	77.8	.114-.109	5.3	5.2	0.1
	20 minutos	81.0	80.0	.092-.097	4.4	4.7	0.0
	30 minutos	76.8	79.0	.115-.102	5.3	5.0	0.3

Of

Tiempo	Acido Ascórbico	Acidodeshidroascórbico
Blanco	10.06	10.0
0 minutos	1.23	5.36
5 minutos	0.26	5.7
10 minutos	0.5	5.6
20 minutos	0.0	5.23
30 minutos	0.13	5.53

T A B L A V

Tablas que muestran tres repeticiones de la cantidad de vitamina C.

Desis	Transmitancia %		Densidad Óptica		Concentración µg/ml		Vitamina C
	oxidado	sin oxid.	oxidado	sin oxidar	oxidado	sin oxidar	µg/ml
Blanco	36.5	83.2	.435	.080	22.5	3.85	18.85
25	40.5	56.5	.397	.248	17.8	12.8	5.8
50	45.0	55.5	.347	.256	16.7	12.2	4.5
75	48.5	55.5	.314	.256	15.2	12.2	3.0
100	58.0	60.2	.237	.220	11.3	10.6	0.7
200	80.0	79.5	.097	.100	4.8	4.8	0
300	85.0	90.0	.072	.046	3.4	22	1.2
400	92.0	92.0	.036	.036	1.6	1.6	0
500	97.0	97.0	.013	.013	0.6	0.6	0

Intensidad de desis = 54.5 rads/segundo

55

Blance	38.6	79.0	.414	.102	19.9	4.59	14.05
25	39.0	56.5	.409	.248	19.7	11.9	7.8
50	40.1	55.0	.397	.260	19.2	12.5	6.7
75	50.0	47.5	.301	.327	14.4	15.6	0.0
100	60.6	58.1	.208	.236	10.5	11.3	0.0
200	84.0	87.0	.076	.061	3.7	2.8	0.9
300	97.0	104.0	.013	0	0.6	0	0
400	101.0	101.0	0	0	0	0	0
500	98.0	101.5	.009	0	0	0	0
Blance	37.3	74.5	.425	.128	20.5	6.1	14.4
25	42.0	56.0	.377	.252	18.0	12.0	6.0
50	44.5	54.0	.352	.278	16.8	13.0	3.8
75	50.5	53.0	.297	.276	14.4	13.2	1.2
100	53.5	60.0	.272	.222	14.0	10.6	3.4
200	75.5	73.5	.122	.134	5.7	6.4	0.0
300	84.5	82.5	.073	.084	3.4	4.0	0.0
400	87.0	90.5	.061	.043	2.8	1.8	1.0
500	96.0	99.0	.018	.002	0.8	0	0.8

Continuación Tabla V

Krads	Acido Ascórbico	Acido Deshidroascórbico
Blanco	15.76	4.96
25	6.53	11.96
50	5.0	12.56
75	1.0	13.66
100	1.13	10.83
200	.06	4.66
300	.2	2.06
400	.33	1.13
500	.26	0,20

T A B L A VI

Tablas que muestran dos repeticiones de la cantidad de Vitamina C.

Dosis Krats	Transmitancia %		Densidad óptica		Concentración µg/ml		Vit C
	oxidado	sin oxid.	oxidado	sin oxid.	oxidado	sin oxidar	µg/ml
86.59	58.5	59.5	.387	.174	11.0	10.8	0.2
173.08	79.0	82.0	.102	.086	4.9	3.8	1.1
259.62	91.0	91.0	.041	.041	1.8	1.8	0.
346.16	96.0	97.0	.018	.013	.85	0.6	.25
432.70	97.0	93.5	.013	.029	.6	1.4	0.0
Blanco	41.0	67.0	.387	.174	18.4	8.4	10.0
Blanco	41.0	65.0	.387	.187	18.4	8.8	9.6
86.59	65.0	68.0	.187	.168	8.8	8.1	0.7
173.08	88.0	90.3	.056	.044	2.6	2.2	0.4
259.62	102.0	95.0	0	.02	0	.9	0
346.16	98.0	99.0	.009	.004	.4	.2	0.2
432.70	103.0	99.5	0	.002	0	0	0

Intensidad de Dosis= 86.54 rads/seg.

44

Continuación TABLA VI

Dozis Krads	Acido Ascórbico	Acido Deshidroascórbico
Blanco	9.8	8.6
86.59	.35	9.4
173.08	.75	3.0
259.62	0	1.3
346.16	0.22	0.4
432.70	0	0.4

T A B L A VII

Tablas que muestran tres repeticiones de la cantidad de vitamina C.

Dosis	Transmitancia %		Densidad Óptica		Concentración µg/ml		Vit C
	oxidado	sin oxidar	oxidado	sin oxidar	oxidado	sin oxidar	µg/ml
Blanco	51.0	72.5	.292	.140	14.4	6.7	7.7
77.81	55.0	64.0	.260	.194	12.4	9.4	3.0
155.82	78.8	79.2	.104	.101	0.0	5.0	0.0
233.43	83.0	88.5	.081	.053	3.9	2.5	1.4
311.24	95.0	90.0	.022	.046	1.1	1.2	0.0
389.05	88.5	86.5	.023	.063	2.6	2.1	0
Blanco	48.0	76.0	.319	.119	15.4	5.8	9.6
77.81	65.0	72.0	.187	.143	9.0	7.0	2.0
155.82	85.0	74.0	.071	.113	3.4	6.2	0.0
233.43	94.5	82.0	.025	.086	1.2	4.1	0.
311.24	96.5	95.0	.016	.022	0.6	1.1	0
389.05	98.5	89.0	.007	.051	0.0	2.5	0

Continuación Tabla VII

Blance	51.0	71.5	.292	.122	14.0	5.8	8.2
77.81	55.0	56.2	.260	.250	12.5	12.0	0.5
155.52	74.5	80.0	.128	.097	6.0	4.8	1.2
233.43	83.5	86.0	.078	.066	3.7	3.1	0.6
311.29	91.4	85.5	.041	.069	1.8	3.2	0.0
389.05	89.0	93.0	.051	.032	2.5	1.4	1.1

44

Dosis Krads	Acido Ascórbico	Acido deshidreascórbico
Blance	8.5	6.1
77.84	1.83	9.46
155.62	.4	5.33
233.43	.66	3.23
311.24	0.0	1.83
389.05	.36	2.33

T A B L A VIII

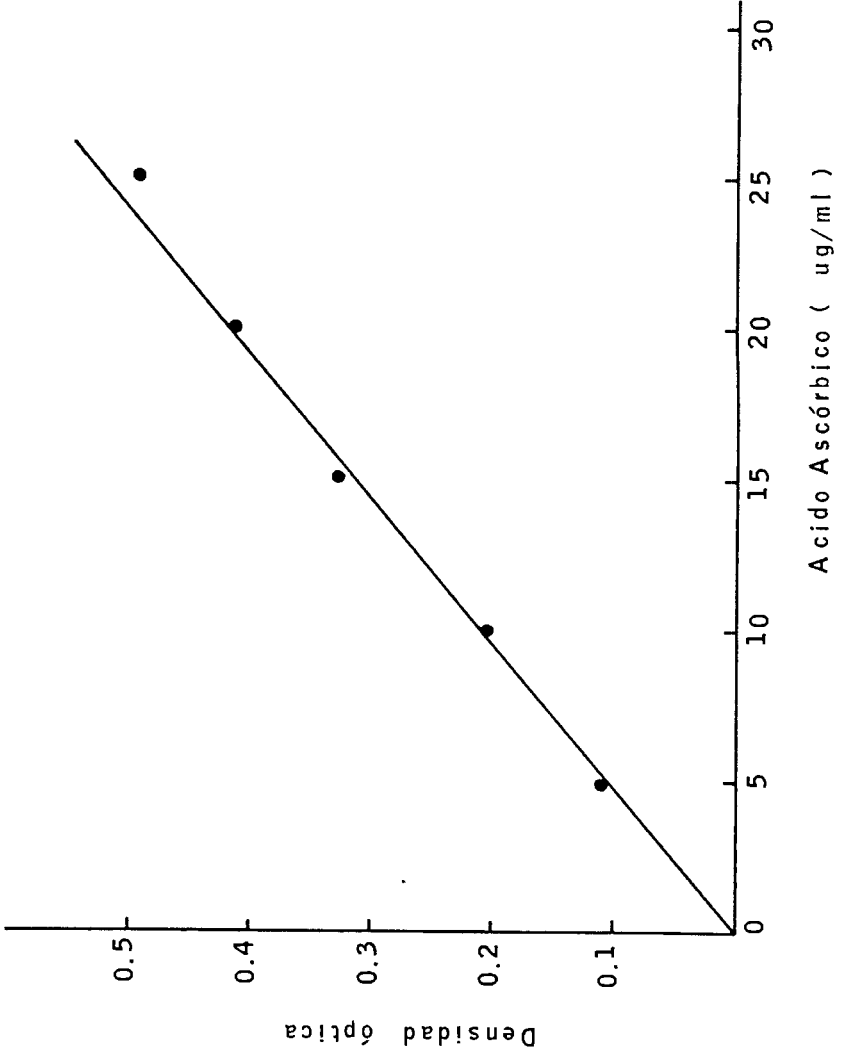
Per cientos de ácido ascórbico y deshidroascórbico afectados por la irradiación.

	Krads	µg/ml	%Ac ascórbico	µg/ml	% Ac DHA
ID=54.5 rads/seg	Blanco	15.76	100	4.96	36.31
	25	6.53	41.43	11.96	87.55
	50	5.0	31.72	12.56	93.41
	75	1.0	6.34	13.66	100.0
	100	1.13	7.17	10.83	79.28
	200	0.06	0.38	4.66	34.11
	300	0.20	1.26	2.06	15.08
	400	0.33	2.09	1.13	8.27
	500	0.26	1.66	0.20	1.46
ID=86.5 rads/seg	Blanco	9.8	100	8.6	91.4
	86.59	0.35	3.5	9.4	100.0
	173.08	0.75	7.6	3.0	31.9
	259.62	0.0	0.0	1.3	13.8
	346.16	0.22	2.2	0.4	4.2
	432.70	0.0	0.0	0.7	7.4
ID=155.6 rads/seg	Blanco	8.5	100	6.1	64.0
	77.81	1.83	21.5	9.46	100
	155.62	0.4	4.7	5.33	56.3
	233.43	0.66	7.76	3.23	34.2
	311.24	0	0	1.83	19.2
	389.05	0.36	4.23	2.33	24.6

2) G R A F I C A S

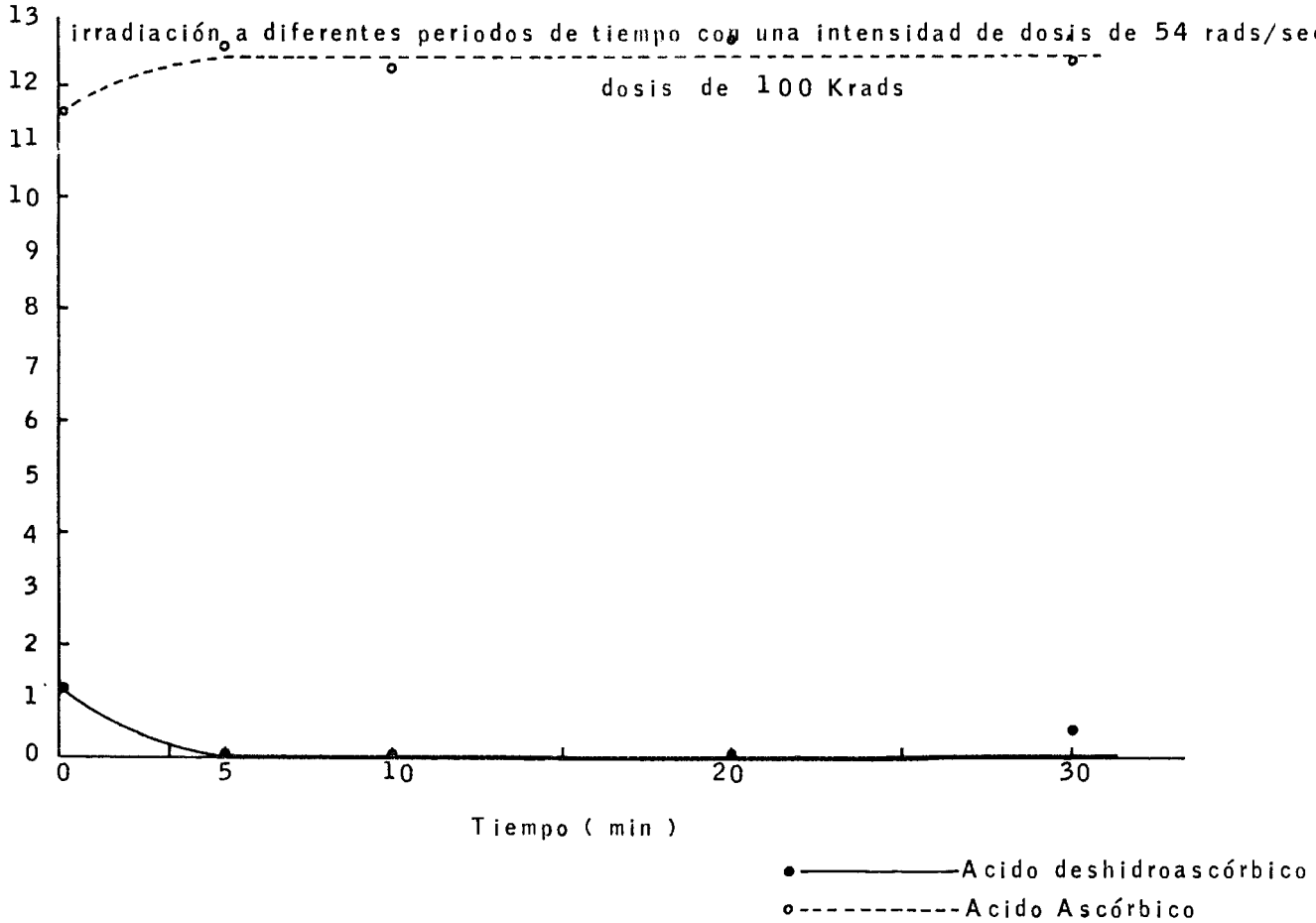
GRAFICA No. 1

Curva de Calibración promedio 5 repeticiones



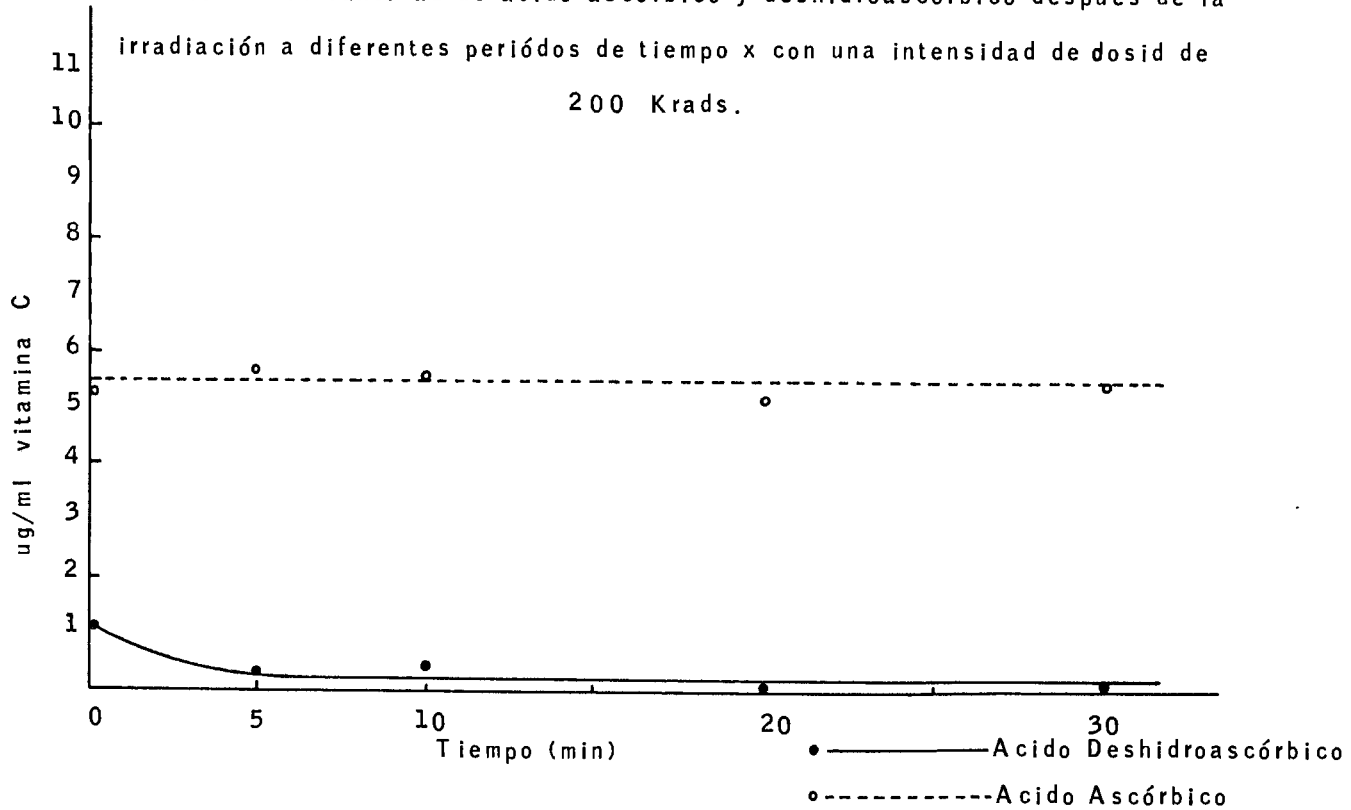
GRAFICA No. 2

Cambios en la Cantidad de Acido Ascórbico y deshidroascórbico después de la irradiación a diferentes periodos de tiempo con una intensidad de dosis de 54 rads/seg
dosis de 100 Krad



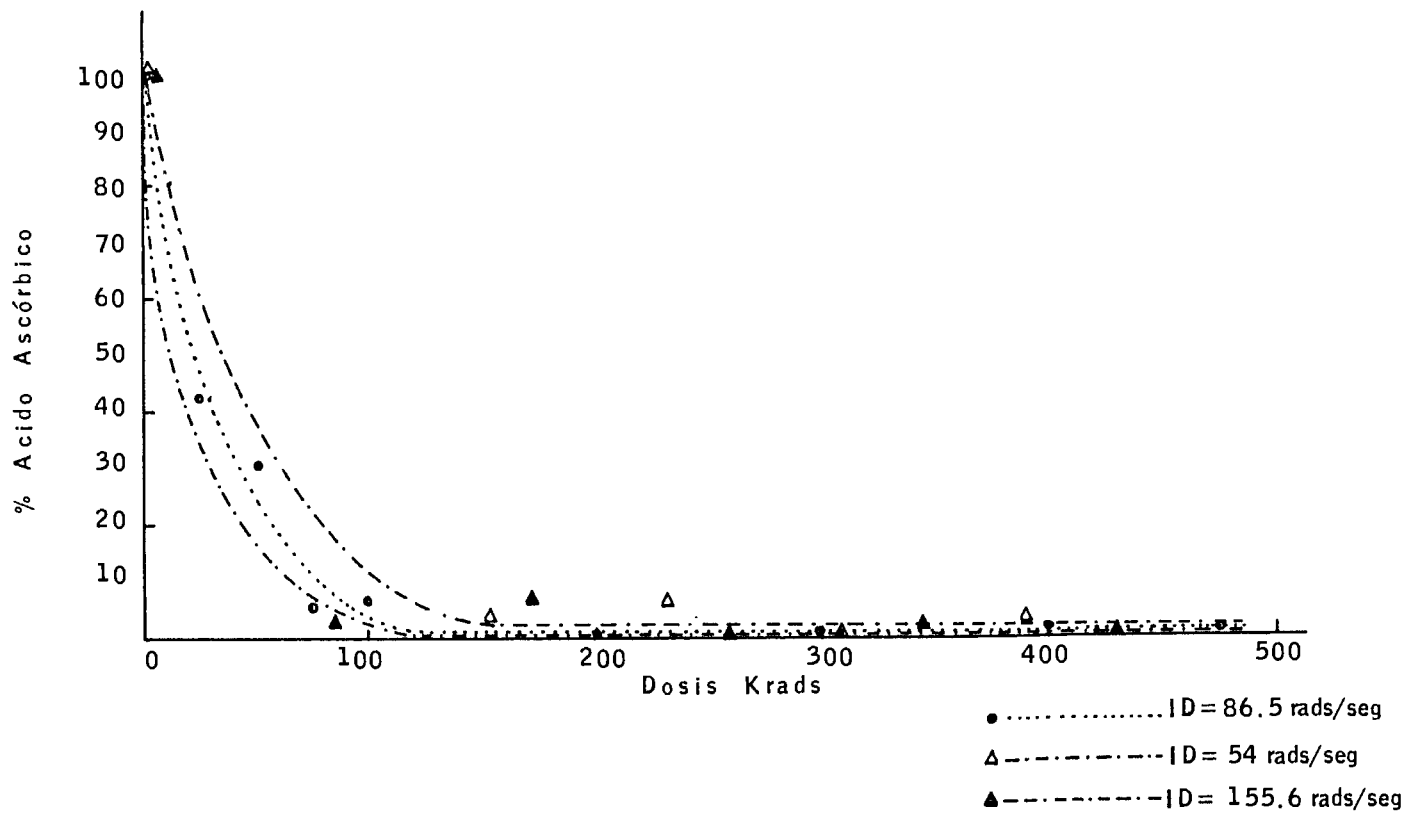
GRAFICA No. 3

Cambios en la cantidad de ácido ascórbico y deshidroascórbico después de la irradiación a diferentes períodos de tiempo x con una intensidad de dosis de 200 Krads.



GRAFICA No. 4

% Acido Ascórbico afectado por la Radiación.



GRAFICA No. 5

% Acido Deshidroascórbico afectado por la radiación.

