

D. L.  
01  
T(497)  
C. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMIA

ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE LA RADIACION GAMMA  
DE COBALTO-60 SOBRE LA CONSERVACION DE TUBERCULOS  
DE PAPA (Solanum tuberosum L.) PARA CONSUMO DURANTE  
EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO



EN EL ACTO DE SU INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRONOMO

EN EL GRADO ACADEMICO DE  
LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Marzo de 1984.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
RECTOR

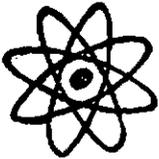
Dr. Eduardo Meyer Maldonado

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

DECANO: Ing. Agr. César A. Castañeda S.  
VOCAL 1o. Ing. Agr. Oscar René Leiva Ruano  
VOCAL 2o. Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.  
VOCAL 3o. Ing. Agr. Rolando Lara Alecio  
VOCAL 4o. Prof. Heber Arana  
VOCAL 5o. Prof. Leonel Gómez  
SECRETARIO: Ing. Agr. Rodolfo Albizúrez Palma

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO: Dr. Antonio A. Sandoval S.  
EXAMINADOR: Ing. Agr. Héctor Aldana  
EXAMINADOR: Ing. Agr. José Miguel Leiva P.  
EXAMINADOR: Ing. Agr. Gustavo A. Méndez G.  
SECRETARIO: Ing. Agr. Carlos Fernández Pérez



DIRECCION GENERAL DE  
ENERGIA NUCLEAR

GUATEMALA, C. A.

Marzo 26, 1984

Señor Decano de la Facultad  
de Agronomía  
Ing. Agr. César A. Castañeda S.  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
CIUDAD UNIVERSITARIA

Señor Decano:

En atención al nombramiento que emitiera la Decanatura, para asesorar al Br. Romeo Montepeque Roldán en su trabajo de tesis: "ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE LA RADIACION GAMMA DE COBALTO-60 SOBRE LA CONSERVACION DE TUBERCULOS DE PAPA (Solanum Tuberosum L.) PARA CONSUMO DURANTE EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO"; por este medio hago de su conocimiento que ha sido concluída la asesoría y revisión final.

Por lo expuesto anteriormente, considero que la investigación realizada por el Br. Montepeque Roldán llena los requisitos de una Tesis de Grado para ser presentada y discutida en el Examen General Público que deberá sustentar.

Atentamente,

Ing. Agr. José Luis Rueda Calvet  
JEFE SECCION AGROPECUARIA



\*rmh



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....
Asunto .....
.....

Guatemala,  
27 de Marzo de 1984.

Ingeniero Agrónomo  
César A. Castañeda S.  
Decano  
Facultad de Agronomía, USAC.

Ingeniero Castañeda:

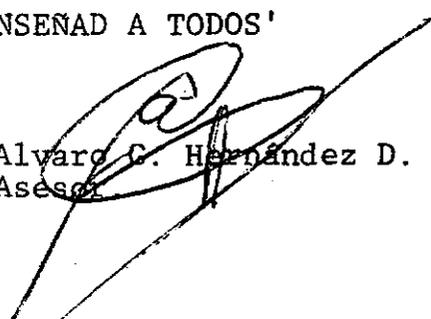
De manera muy atenta informo a usted, que en atención al nombramiento emanado por la Decanatura, he concluido el asesoramiento del trabajo de investigación titulado "ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE LA RADIACION GAMMA DE COBALTO-60 SOBRE LA CONSERVACION DE TUBERCULOS DE PAPA (Solanum tuberosum L.) PARA CONSUMO DURANTE EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO", realizado por el Bachiller Romeo Montepeque Roldán, Carnet No. 49722.

Dicho estudio constituye un buen aporte al conocimiento de la Ciencia Agronómica de nuestro país, por lo que recomiendo su aprobación.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Agr. Alvaro C. Hernández D.  
Asesor



AGHD/.

Guatemala,  
Marzo de 1984.

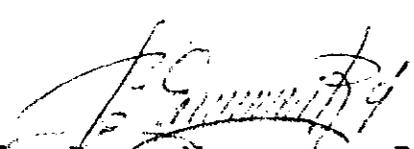
HONORABLE JUNTA DIRECTIVA  
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con lo establecido en la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el Honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado:

"ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE LA RADIACION GAMMA DE COBALTO-60 SOBRE LA CONSERVACION DE TUBERCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) PARA CONSUMO DURANTE EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO".

Presentándolo como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando contar con la aprobación del mismo, me suscribo de ustedes atentamente.

  
Br. Romeo Montepeque Roldán

ACTO QUE DEDICO

A DIOS:

A MIS PADRES: Pablo Inés Montepeque Valladares  
María Estanislao Roldán de Montepeque

A LA MEMORIA  
DE MI ABUELO: Pablo Montepeque Villalobos (Q.E.P.D.)

A MI ESPOSA: Telma Eugenia Sierra de Montepeque

A MI HIJA: Marissa Eugenia

A MIS HERMANOS: Adelso,  
Irma Yolanda,  
Otto Saúl,  
Verónica Odethe.

A: Mi Familia en general.

## TESIS QUE DEDICO

A: La Facultad de Agronomía.

A: El Instituto Nacional Central para Varones.

A: Mis Asesores:  
Ing. Agr. José Luis Rueda Calvet.  
Ing. Agr. Alvaro Gustavo Hernández Dávila.

A MIS  
AMIGOS: César Ottoniel Rivera Mazariegos.  
Julio Amilcar Martínez G.  
José Luis Alvarado Alvarez.  
Marco Tulio Díaz Del Valle.  
Baldemar Escobar Chinchilla.

A LAS  
FAMILIAS: Rivera Valladares  
Sierra Villegas

## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi agradecimiento a:

Mis Padres Pablo Inés y María Estanislao, por sus esfuerzos, preocupación y constantes estímulos brindados.

Ing. Agr. José Luis Rueda Calvet e Ing. Agr. Alvaro Gustavo Hernández Dávila, por su asesoría, dedicación y acertada orientación, lo cual hizo posible realizar el presente trabajo.

Ing. Agr. Oscar H. Miranda, por sus sugerencias y colaboración en la realización de dicho estudio.

P.A. Juan Humberto Filippi Valdéz, por su colaboración en la toma de datos de campo y de laboratorio.

Ing. Agr. Luis M. Reyes e Ing. Agr. Mario Melgar, por su dedicación brindada en la elaboración de programas para computadora que se utilizaron en la realización del presente trabajo.

Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de dicho trabajo.

Por medio de la presente, quiero manifestar mi agradecimiento a la Dirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minas, por la colaboración prestada al realizar el presente trabajo, en cuanto al apoyo y utilización de la fuente de irradiación e infraestructura.

## CONTENIDO

	<u>PAGINA</u>
RESUMEN	i
I. INTRODUCCION.	1
II. OBJETIVOS.	2
III. HIPOTESIS.	3
IV. REVISION DE LITERATURA.	4
1. Generalidades del cultivo de la papa.	4
2. Situación e importancia del cultivo en Guatemala.	4
3. Comercialización de la papa.	9
4. El Almacenamiento.	11
4.1. Almacenamiento de papa para semilla.	11
4.2. Almacenamiento de papa para consumo.	12
5. Factores que deterioran los tubérculos almacenados.	12
5.1. Humedad relativa.	12
5.2. Temperatura.	13
5.3. Aireación.	13
5.4. Luz.	13
6. Fisiología del tubérculo de la papa.	14
6.1. Ciclo de formación del tubérculo.	14
6.1.1. Latencia.	14
6.1.2. Crecimiento vegetativo de la parte aérea.	15
6.1.3. Tuberización.	15
6.1.4. Senescencia de la parte aérea y fin de la tuberización.	15

	<u>PAGINA</u>
6.2. Evolución del tubérculo en la fase de latencia.	16
6.2.1. Fase de reposo.	16
6.2.2. Fase de dormición.	16
6.2.3. Fase de brotación.	17
7. Procesos que ocurren durante la conservación de tubérculos.	17
7.1. Pérdida de peso.	17
7.1.1. Respiración.	18
7.1.2. Transpiración.	19
7.1.3. Brotación.	20
7.2. Cambios químicos.	20
8. Métodos empleados para prolongar el estado de reposo.	21
8.1. Generalidades.	21
8.2. Conservación a baja temperatura.	22
8.3. Tratamientos con inhibidores químicos.	23
8.3.1. Hidración maléica (H.M.).	23
8.3.2. Ester metílico del ácido naftalen-acético (MENA).	24
8.3.3. Tetracloronitrobenceno (TCNB)	25
8.3.4. Alcoholes de alto número de carbonos.	26
8.3.5. Cloro IPC (Isopropil-n-3-Clorofenil Carbonato).	27
8.3.6. IPC (Isopropil-n-Phenyl Carbonato, Propham 1%).	28
9. Empleo de la radiación gamma.	29

	<u>PAGINA</u>
10. Efecto de la radiación gamma sobre el tubérculo de papa.	33
10.1. Generalidades.	33
10.2. Efecto sobre la brotación.	33
10.3. Efectos sobre la variación de peso y materia seca.	35
10.4. Efecto sobre las infecciones microbianas.	36
V. MATERIALES Y METODOS.	37
1. Localización y características climáticas.	37
2. Material experimental.	40
2.1. Tubérculos empleados.	40
2.2. Tratamiento con radiación gamma de Cobalto-60.	40
2.3. Tratamiento con IPC.	42
2.4. Condiciones de almacenamiento.	44
3. Materiales y equipo.	44
4. Evaluación de parámetros.	49
4.1. Brotación.	49
4.2. Variación de peso.	49
4.3. Contenido de humedad.	49
4.4. Infecciones microbianas y otras observaciones visuales.	49
5. Metodología estadística.	50
5.1. Diseño experimental.	50
5.2. Análisis de datos.	51
VI. RESULTADOS Y DISCUSION.	53

	<u>PAGINA</u>
VII. CONCLUSIONES.	75
VIII. RECOMENDACIONES.	77
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.	78
X. APENDICES.	81
1. <u>Apéndice No. 1.</u> Cuadros y Figuras de la evolución del número total de brotes en los tubérculos.	82
2. <u>Apéndice No. 2.</u> Cuadros y Figuras de la evolución total de la longitud de los brotes.	91
3. <u>Apéndice No. 3.</u> Cuadros y Figuras del promedio del grosor de los brotes de los tubérculos.	100
4. <u>Apéndice No. 4.</u> Cuadros y Figuras del porcentaje de pérdida de peso de los tubérculos.	109
5. <u>Apéndice No. 5.</u> Tablas del contenido de humedad. Figuras del aspecto de los tubérculos al final del experimento. Boleta de toma de datos.	118

## RESUMEN

En Guatemala, debido a la falta de técnicas de conservación de productos agrícolas, éstos comienzan a perder su calidad después de que han sido cosechados y almacenados, debido a una serie de factores bióticos y abióticos, abligando a comercializar las producciones en forma inmediata y provocando escazes en determinadas épocas. Por lo cual los cultivadores de papa resultan afectados por el menor ingreso neto obtenido por concepto de venta del producto.

Con el objeto de introducir el uso de técnicas nucleares, a la conservación de tubérculos de papa para consumo se planteó el presente trabajo realizado en el municipio de Chimaltenango del mismo departamento, a una altitud de - 2,000 m.s.n.m. estudiando el efecto de inhibición de la brotación por diferentes dosis de irradiación gamma de - cobalto-60 (4, 6, 8, 10 y 12 Kilorad) y el inhibidor químico Isopropyl-N-Phenyl carbonato (IPC 0 1% PROPHAM) comparados con tubérculos testigos de la variedad Loman.

Los tratamientos fueron aplicados y manejados con diferentes tubérculos del total recolectados, en dos épocas posterior a su cosecha (15 y 45 días) y almacenados bajo dos condiciones de luz (Obscuridad y Luz indirecta).

La irradiación se efectuó en un aparato irradiador DYNARAD 5L, que contiene una fuente de cobalto-60, el cual es propiedad de la Dirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minas .

Los tratamientos se distribuyeron en cajas de madera de (0.17 m x 0.60 m x 1.7 m) en forma completamente al azar

con 3 repeticiones y en el experimento se observó la brotación de los diferentes tratamientos llevándose quincenalmente un control de la brotación, anotándose el número de brotes por tubérculo, longitud y grosor de los mismos, además, la pérdida de peso de papas, contenido de humedad e infecciones microbianas y otras observaciones visuales.

La duración en el almacenamiento fue de 6 meses (marzo-septiembre) anotándose registros climáticos para ese período y analizando su influencia de éstos como también de los fitopatógenos en los diferentes tratamientos.

Se utilizó un diseño multifactorial  $2 \times 2 \times 7 \times 4$  en completo azar, se obtuvo una serie de datos a través de 12 lecturas de las cuales se tomaron las 4 representativas para su análisis e interpretación. Estos fueron analizados en el sistema de computación IBM/370 de la Universidad de San Carlos de Guatemala, obteniendo de ellos, análisis de varianza para diferentes variables (número de brotes por tubérculo, longitud, grosor de los mismos y peso de papas) de los principales efectos (luz-tratamiento - lectura - período) e interacciones de los mismos. También se efectuaron análisis de regresión múltiple y pruebas de significancia.

De los resultados se concluyó que el tratamiento de 4, 6 Krad e IPC se comportaron de modo análogo al testigo, permitiendo el desarrollo de brotes, mayor pérdida de peso y humedad de los tubérculos independientemente de la época de aplicación y condición de luz. Los tratamientos de 8, 10 y 12 Krad su efecto fue similar, inhibiendo la brotación en forma irreversible, con menores pérdidas de

peso y con buena turgencia de los mismos independientemente de la época de irradiación y condición de luz, por lo tanto los tubérculos almacenados en obscuridad mantuvieron las características ideales para consumo siendo la dosis óptima de 8 Krad aplicada 15 días posterior a la cosecha.

Recomendándose para la región en la cual se realizó el estudio, la utilización de técnicas nucleares para inhibir la brotación de los tubérculos de papa para consumo, aplicando una dosis de 8 Krad 15 días posterior a su cosecha y almacenados bajo condición de obscuridad.

## I. INTRODUCCION

En Guatemala, la papa como hortaliza de importancia económica, es cultivada aproximadamente en una superficie de 10,000 hectáreas, con una producción anual de 52,465 toneladas métricas, siendo el rendimiento promedio anual de 5.7 T.M./ha (13).

De la producción total un 24.6% es exportado a nivel centroamericano, generando divisas al país y el resto es utilizado para consumo local (11).

La actual producción de papa es temporal, obligando a los agricultores a recolectar y vender el producto en determinadas épocas (julio a octubre), con lo cual satura el mercado en ese período bajando el precio y obteniendo menor ingreso neto. Esto es como consecuencia de la falta de conocimiento de métodos y/o técnicas de almacenamiento de los tubérculos de papa que permitan inhibir la brotación de los mismos.

De lo anteriormente expuesto se justificó la realización del presente trabajo utilizando las técnicas nucleares, aplicando rayos gamma de cobalto-60, con la finalidad de contribuir en la búsqueda de soluciones ante la problemática de brotación durante el almacenamiento. Así también, introducir una nueva técnica en el campo de la investigación agrícola.

## II. OBJETIVOS

### 1. OBJETIVO GENERAL.

- Contribuir en el uso de nuevas técnicas aplicadas a la investigación agrícola del país, en busca de soluciones de desarrollo agrícola, como son las técnicas nucleares.

### 2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.

- Determinar el efecto de la radiación gamma de cobalto-60 sobre la inhibición de brotación de los tubérculos de la variedad Loman durante el almacenamiento.
- Determinar la época y dosis óptima de radiación gamma de cobalto-60 que inhiba la brotación de los tubérculos.
- Comparar la inhibición química e inhibición por irradiación bajo dos condiciones de almacenamiento.

### III. HIPOTESIS

- Las dosis y época de radiación gamma de cobalto-60 sobre los tubérculos de papa influyen en la brotación.
  
- El comportamiento de la brotación de los tuberculos de papa, es diferente al aplicarse radiación e inhibición química bajo dos condiciones de almacenamiento (obscuridad - luz indirecta).

#### IV. REVISION DE LITERATURA

##### 1. Generalidades del cultivo de la papa.

Las primeras variedades de papa con valor comercial son originarias de las partes más altas de los andes, de donde fueron llevadas por los conquistadores españoles a Europa, distribuyendose luego por todo el mundo, para constituir el alimento más importante de la humanidad como fuente de energía, ya que produce de 2 a 4 veces más que el maíz y de 6 a 10 o más que los cereales pequeños o de cosecha fina (9).

Fernández, M. (4) dice que "al establecer las relaciones papa-trigo y papa-maíz, en materia seca por manzana, se obtienen los valores respectivos de 2.9 y 2.6, que indican que la papa tiene la habilidad de rendir mayores cantidades de materia seca que el trigo y el maíz y como los análisis bromatológicos de los productos en cuestión son similares, se infiere que la papa también tiene la habilidad de producir más alimento por unidad de superficie que los productos comparados".

##### 2. Situación e importancia del cultivo en Guatemala.

La papa ha venido adquiriendo una gran importancia, ya que existen condiciones excelentes de clima y suelo en el altiplano occidental y en algunas regiones altas del centro y sur occidente

del país, las cuales se observan en el cuadro No. 1.

Cuando se le cultiva aplicando un adecuado nivel de tecnología, se puede obtener un rendimiento de aproximadamente 570 qq/ha y excelentes ganancias al productor. Este producto presenta magnificas posibilidades de mercado, no solo a nivel local sino también internacionalmente. (5).

Cuadro No. 1.

Zonas de producción de papa más importantes en Guatemala. (15).

ZONA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
Occidental.	Quetzaltenango	Quetzaltenango
		Concepción Chiquirichapa. Almolonga
Occidental	Quetzaltenango	Zunil
		San Martín
		Siquinalá
		San Juan Ostuncalco
		Otros.
	Totonicapán	Totonicapán
		San Francisco
		El Alto
		San Cristobal
		Otros.

ZONA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
Occidental.	Huehuetenango	Todas Santos, Chiantla, San Juan Ixcoy San Pedro Ixtatán Santa Eulalia Otros
		Sololá Sololá Santa Lucia Utatlán Argueta Los Encuentros Otros
	Quiché	Quiché Patzité Chichicastenango Otros
	San Marcos	San Lorenzo Comitancillo Ixchiguán Tacaná Tejutla San José Ojetenán Concepción Tutuapa Chamac Santa Rita

ZONA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
Occidental	Chimaltenango.	Comalapa
		Tecpán
		Santa Cruz
		Balanyá
		Zaragosa
		Patzicía
		Patzún
		Ptros
ORIENTAL	Santa Rosa	Santa María
		Ixhuatán
		San Rafael Las Flores
	Jalapa	Mataquescuintla
		San Carlos
		Alzatate
		Monjas
		Santa María
		Xalapán
	Jutiapa	Regiones Altas
		De El Progreso
		Moyuta
Central	Sacatepéquez	Antigua Guatemala
		Sumpango
		Santa Lucía
		Milpas Altas

ZONA	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO
Central.	Guatemala	Palencia
		San José Pinula
		Plan Grande
		Villa Nueva
		San José Del Golfo
Norte	Alta Verapaz	San Pedro Carchá San Cristóbal

En el resto de los países centroamericanos existe demanda, tanto de papa para consumo, como papa para semilla, situación que se puede aprovechar en nuestro país, dicha demanda puede evidenciarse si observamos el Cuadro No. 2.

CUADRO No. 2.

Exportaciones e importaciones de Guatemala (T.M. de papa).

AÑO	EXPORTACIONES	IMPORTACIONES
1975	19,607	2.4
1976	17,386	20.0
1977	14,606	0.265
1978	17,140	1.5
1979	28,880	1.5

Las cifras anteriores se refieren a compras y

ventas con El Salvador, Nicaragua, Honduras y Costa Rica. (13).

El 90% de los agricultores de papa son pequeños agricultores que siembran entre 0.1 y 1.5 has, siendo el otro 10% agricultores llamados grandes y grupos organizados en cooperativas que cultivan entre 2 y 10 hectáreas como máximo (6).

El INCAP en base a los estudios realizados, ha determinado el consumo de papa promedio por persona de 2.0 kg anuales. Recomendando que el promedio adecuado de consumo debe ser de 20.68 kg por persona anualmente. (7).

Ovalle, S. (13), considera el cultivo de la papa como un buen recurso para un plan de conservación de suelos y rotación de cultivos, además, puede sembrarse asociado con maíz.

### 3. Comercialización de la papa.

A la comercialización se le considera como un factor limitante de la producción, debido a que la concentración de cosechas en una sola época, hace bajar el precio del producto, al punto de no representar utilidad neta para el agricultor. Obligando al siguiente año a reducir el área de siembra y la producción, lo que incrementa el precio y por lo tanto la rentabilidad del cultivo, esto hace atractiva otra vez el cultivo para el año siguiente, y manteniendo un ciclo constante. (6).

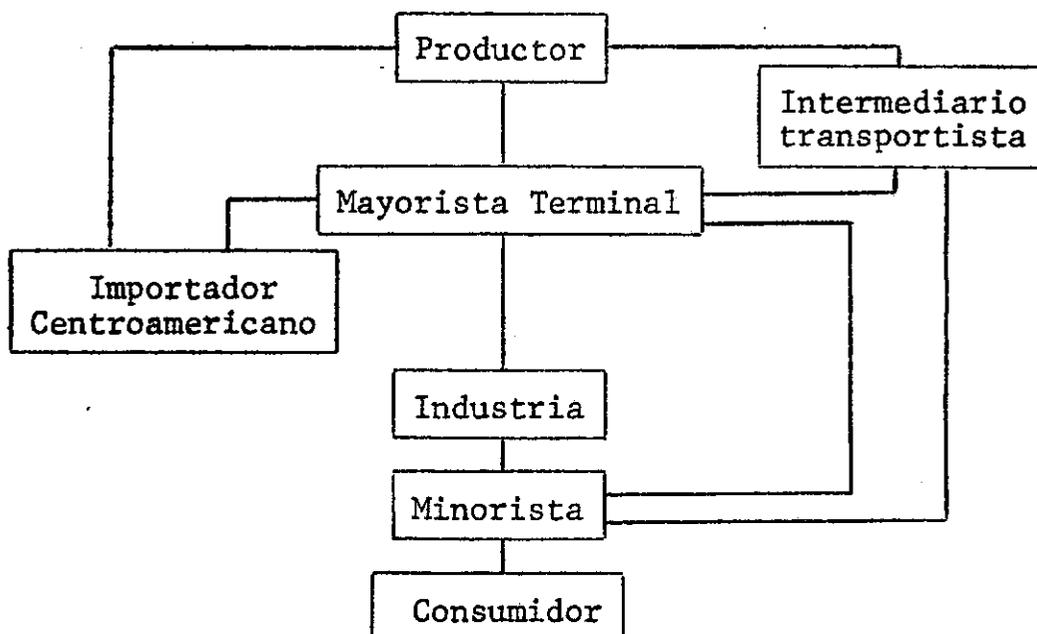
El canal de comercialización, (ver diagrama No. 1) consiste en una serie de intermediarios y mercados por los cuales pasan las mercancías, desde el productor hasta el consumidor. Los intermediarios son los que provocan que el producto reciba precios bajos y el consumidor pague precios altos.

El mercado principal de la papa, es el de la terminal de la ciudad capital, en el cual se encuentra la mayoría de los intermediarios y totalidad de importadores centroamericanos. Cabe mencionar que a las zonas de producción de papa llegan compradores que vienen de El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. (12).

La falta de sistemas adecuados de almacenamiento influyen negativamente para obtener una mejor comercialización, en donde se puede ofrecer el producto al mercado en épocas de escasez.

Diagrama No. 1.

Canal de comercialización de la papa en el mercado interno.



4. El almacenamiento.

Son sistemas en los cuales se guarda la cosecha por un período de tiempo, manteniendo las características deseadas. En el almacenamiento de papa se pueden dar dos alternativas: almacenar papa para semilla o bien papa para consumo alimenticio.

4.1. Almacenamiento de papa para semilla.

La finalidad de este sistema, es lograr obtener tubérculos con mayor número de brotes

cortos, robustos y un buen verdeo del tubérculo. Los cuales servirán para efectuar la próxima siembra, esto se logra manteniendo condiciones de aereación y luz difusa.

#### 4.2. Almacenamiento de papa para consumo.

Con este sistema se pretende almacenar papa por ciertos períodos y cuyo objetivo es mantener la papa en condiciones óptimas para su venta como consumo alimenticio en períodos de menor producción o de mejor precio. En nuestro país no se le ha dado importancia al almacenamiento de papa para consumo, lo que ocasiona grandes pérdidas al agricultor o escasa ganancia. Con ésta técnica se puede mantener papa en temporada de poca oferta, obteniendo mejores precios el productor (13).

### 5. Factores que deterioran los tubérculos almacenados.

Moreno, G. B. (12), indica que durante el período de conservación, la papa se ve afectada por varios factores los cuales se detallan a continuación.

#### 5.1. Humedad relativa.

La humedad relativa ideal para el almacenamiento es de 80 a 90%, un descenso de la misma provoca deshidratación de los tubérculos.

El Instituto de Investigaciones Tecnológicas de Colombia (IIT). Citado por MORENO (12) "Recomienda que para obtener una humedad relativa del 90% debe humedecer el interior del almacén primero con agua y después con una solución desinfectante de sulfato de cobre a razón de 0.25 kg en 18.7 litros de agua".

#### 5.2. Temperatura.

En el almacenamiento, la temperatura apropiada debe ser menos de 15°C, ya que a mayor temperatura, algunas papas se pudren por no estar en un ambiente frío y lo cual favorece el desarrollo fitopatógeno. En la cooperativa Santa Lucía R.L. del Departamento de Sololá, se ha experimentado que la papa puede conservarse perfectamente - con temperaturas de 10 a 15°C.

#### 5.3. Aireación.

Considerando que el peor enemigo en el almacenamiento es el calor, se hace necesario un sistema de aireación fresco y tiene la función de desalojar el calor producido por la Respiración del Tubérculo.

#### 5.4. Luz.

Cuando se va a almacenar papa para consumo alimenticio, es aconsejable, que la bóveda

sea completamente hermética en cuanto a luz. Ya que la misma provoca el verdeo, y como se sabe los tubérculos son tallos modificados, capaces de sintetizar clorofila y formar una sustancia llamada Solanina la que es tóxica para el humano.

## 6. Fisiología del tubérculo de la papa.

La papa, es una planta herbacea perteneciente a la familia de las solanáceas, aunque es una planta anual puede considerarse perenne en potencia, debido a que la reproducción es vegetativa (10).

### 6.1. Ciclo de formación del tubérculo.

Mazón y Fernández (10), dicen que "Una vez que los tubérculos han finalizado su desarrollo se muere la parte aérea de la planta madre y el tubérculo comienza su vida independiente".

Durante el ciclo vegetativo de la papa se pueden distinguir cuatro fases bien definidas las cuales se describen a continuación.

#### 6.1.1. Latencia.

Es la primera fase de la vida del tubérculo, en ella ocurre una serie de transformaciones que hacen pasar a las yemas del tubérculo desde un estado inicial de reposo, en el que

no pueden desarrollarse, hasta inicio de brotación.

6.1.2. Crecimiento vegetativo de la parte aérea.

Segunda fase la cual comprende desde la brotación hasta el inicio de la formación de nuevos tubérculos en la planta. En este período hay desarrollo de raíces y de la parte aérea, siendo originado este desarrollo vegetativo, al principio, a expensas de las reservas del tubérculo inicial y, posteriormente, por actividad fotosintética de las hojas.

6.1.3. Tuberización.

Tercera fase que comprende desde el comienzo de la formación de nuevos tubérculos hasta la floración, existiendo en ella un aumento progresivo en el tamaño de los tubérculos.

6.1.4. Senescencia de la parte aérea y fin de la tuberización.

Cuarta y última fase, cuyas limitaciones son: desde la floración hasta la muerte y desecación de la planta. En este período los tubérculos concluyen su formación y quedan en el suelo para ser recolectados.

## 6.2. Evolución del tubérculo en la fase de latencia.

"A lo largo de la vida del tubérculo se puede distinguir dos fases: La de reposo ó letargo y la de crecimiento o desarrollo" A continuación se describen detalladamente (10).

### 6.2.1. Fase de reposo.

Es el estado en que se encuentran los tubérculos al ser recolectados y no pueden brotar debido a causas fisiológicas internas, aunque se encuentre en condiciones favorables como luz, temperatura y humedad. BLUMENTHAL-GOLDSCHMIDT Y RAPPAPORT (1965) citado por Mazón y Fernández (10), dicen que actualmente la teoría más aceptada explica el estado de reposo por la presencia de un complejo inhibidor de crecimiento existente en el peridermo.

### 6.2.2. Fase de dormición.

Finalizada la fase de reposo, el tubérculo se encuentra en capacidad para brotar, pero depende de las condiciones externas principalmente de la temperatura y luz para que lo haga o no, y su estado se denomina

"Dormición" el que se encuentra regulado por causas externas que se encuentran controlando la brotación.

### 6.2.3. Fase de brotación.

La brotación del tubérculo es una manifestación aparente de la evolución fisiológica, pasando el estado de reposo, si el tubérculo se encuentra en condiciones favorables para brotar, desarrolla la yema apical, dando en general un solo brote por planta. Si los tubérculos han pasado por un estado de dormición, una vez terminado este, se desarrolla un número variable de brotes.

Los tubérculos en el período de brotación son muy sensibles a las variaciones que en las condiciones de almacenamiento estando el porcentaje de brotación relacionado con la temperatura ambiente (10).

## 7. Procesos que ocurren durante la conservación de tubérculos.

### 7.1. Pérdida de peso.

Mazón y Fernández (10), ellos dicen que durante la conservación de tubérculos, estos se ven afectados por la pérdida de -

peso, el que es causado por numerosos factores, siendo ellos la respiración, transpiración y brotación.

#### 7.1.1. Respiración.

Es una actividad fisiológica del tubérculo que provoca cambios en la conservación de tubérculos y por medio de ella el tubérculo obtiene -- energía que le es útil para llevar a cabo sus procesos fisiológicos oxidando la materia orgánica.

El rango de anhídrido carbónico -- ( $\text{CO}_2$ ) desprendido de los tubérculos recién recolectados es de 299.6 a 359.5 moles de anhídrido carbónico por tonelada métrica por hora ( $\text{CO}_2/\text{tm/h}$ ), que equivale a una pérdida de materia seca de 9 y 10.8 gr/Tm/h, respectivamente, a una temperatura media de  $15^\circ\text{C}$ .

Pasadas de tres a cuatro semanas, la actividad respiratoria desciende a valores comprendidos entre 71.9 y 119.8 moles de  $\text{CO}_2/\text{Tm/h}$ . En la época de crecimiento de los brotes logran alcanzar valores próximos a los obtenidos al inicio. Paralelo al desprendimiento de  $\text{CO}_2$ , y se observa en los tubérculos almacenados una

pérdida de calor originado por las reacciones metabólicas, variando desde 38 Kcal/Tm/h para la fase inicial hasta 7-12 Kcal/Tm/h para el período intermedio por este motivo es indispensable la ventilación de aire fresco en los almacenes, especialmente en los primeros días de la recolección.

#### 7.1.2. Transpiración.

Actividad fisiológica del tubérculo que consiste en un desprendimiento de vapor de agua a través de la piel del tubérculo, causándole pérdida de peso. Cuando la humedad perdida es mayor del 5% los tubérculos presentan síntomas de pérdida de turgencia. La transpiración depende del estado higrométrico del aire circundante y de la protección que presenta la parte suberosa de la piel.

Una semana después de recolectados los tubérculos presentan un rango de pérdida de peso de 0.8 a 1-2% en el almacenamiento a una temperatura de 10°C. Al finalizar el período de almacenamiento la germinación puede aumentar la pérdida de agua,

ya que en los brotes no existe una barrera eficaz como en los tubérculos, ésta pérdida puede llegar hasta un 15% en tubérculos brotados - después de seis meses de almacenamiento, en lugar del 9% observado en tubérculos sin brotar.

### 7.1.3. Brotación.

La brotación es causante de la pérdida de peso por varios motivos. La primera pérdida se debe al hecho de que los brotes son formados a partir de las reservas del tubérculo. Este cambio aumenta también las pérdidas por respiración y transpiración como se describió anteriormente. Al desarrollar los brotes se incrementa los azúcares solubles - por hidrólisis del almidón, lo que conlleva a un aumento de la respiración. El rango de pérdida por brotación durante seis meses en almacenamiento oscila entre 13 a 25% de los totales en tubérculos conservados a 10°C de temperatura.

### 7.2. Cambios químicos.

Ovalle Saenz (13), dice que durante el almacenamiento los tubérculos sufren una

serie de cambios químicos, uno de estos es la relación siguiente: "A una disminución de aminoácidos corresponde generalmente, un aumento de proteínas y luego el proceso inverso. Estos cambios son más rápidos si el período de reposo es corto".

- La cantidad de nitrógeno total, por lo regular es constante.

- Al aumentar el metabolismo, incrementa el contenido de alcaloides.

"Ocurre pérdida de vitamina "C", hasta el orden de un 50% ó más, después de algunos meses a bajas temperatura".

"El almidón se descompone en azúcares y a su vez, dependiendo de la temperatura, los azúcares se pueden agrupar, para formar - almidón".

## 8. Métodos empleados para prolongar el estado de reposo.

### 8.1. Generalidades.

Con el objeto de prolongar el período de reposo del tubérculo e inhibir su brotación y pérdida de peso, se ha utilizado distintos métodos, siendo los principales: Conservación a baja temperatura y tratamiento con productos químicos.

## 8.2. Conservación a baja temperatura.

"La temperatura es indudablemente el factor más importante en la brotación de los tubérculos, afectando además considerablemente la podredumbre, respiración y pérdida de humedad durante el almacenamiento, por lo que la conservación a bajas temperaturas es de todos los métodos empleados, el más antiguo y, durante muchos años el único utilizado".

"Cuando se conservan los tubérculos a una temperatura menor de 4°C, se puede obtener una inhibición total durante unos seis meses. Los tubérculos deben someterse a estas temperatura, antes de que se acabe el período de reposo y mantenerse en estas condiciones durante el período de almacenamiento. Esto se consigue conservándolo en cámaras frigoríficas o en almacenes ventilados con aire exterior frío.

Las desventajas que presenta éste método, es la necesidad de mantener el tratamiento durante todo el tiempo de conservación, lo que provoca una elevación en el costo de mantenimiento (10).

Según Alvim, P. (16), las papas conservadas con refrigeración no quedan totalmente "dormidas" ni conservan su sabor original, se ponen dulces al frío, y si se les frien

para comer, toman un color café. Todo esto va en contra de su venta a buenos precios.

### 8.3. Tratamientos con inhibidores químicos.

#### 8.3.1. Hibridación maléica (HM).

Es la 1,2-dihidropiridacina 3,6, - diona, producto que se aplica a las hojas de la planta de papa dos semanas después de la floración, época en la que permanece en estado vegetativo activo, absorbiéndose foliamente. Debido a que la aplicación se hace cuando el tubérculo ya se encuentra formado, no daña la estructura de éste. La dosis empleada es de 2 a 3 kg de materia activa por hectárea.

La acción de este producto es directamente en las células vegetales, ya que inhibe la división celular y posteriormente el alargamiento. Las plantas tratadas con Hidracida Maleica, detienen su actividad vegetativa, y pueden llegar a morir si la concentración es elevada.

Entre las desventajas de este producto está el período que transcurre desde que se aplica el tratamiento

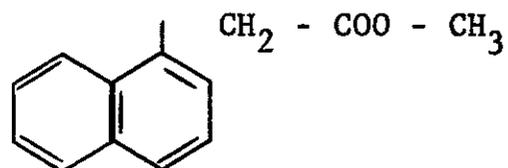
hasta que se conocen las necesidades del mercado. Además, se inhiben la brotación de todos los tubérculos - por lo cual el agricultor no puede seleccionar los tubérculos para semilla.

Entre las ventajas de este producto, es que la aplicación en el campo es sencilla y que no se requieren cuidados posteriores en el almacenamiento (10).

#### 8.3.2. Ester metílico del ácido naftalen acético. (MENA).

La aplicación de este producto se hace a los tubérculos, bien en forma de polvo o en solución. La dosis empleada es de 3 kg de producto comercial por tonelada. Cuando la dosis es más elevada se inhibe la formación del "peridermo de heridas" por este motivo y, con objeto de obtener un buen control de brotación, es esencial que la distribución sea uniforme.

"Los tubérculos tratados con MENA y almacenados a 10°C, puede quedar inhibidos claramente un año aproximadamente.



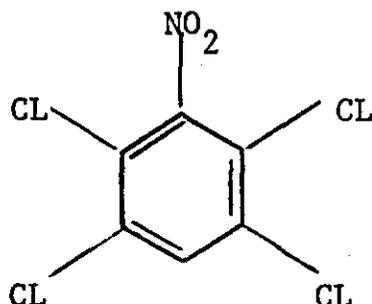
ESTERMETILICO del ácido  
NAFTALENACETICO.

Peridermo de heridas.

Se denomina al tejido originado por la proliferación activa de células superficiales que se forma en los tejidos cuando sufren heridas por daños mecánicos. Este tejido sustituye a la piel en sus funciones de impedir la desecación y defensa microbiana.

### 8.3.3. Tetracloronitrobenceno. (TCNB).

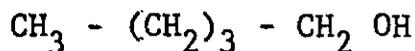
Las condiciones de aplicación de este producto son similares a las de MENA, pero es inferior en el control de la brotación. Por este motivo se necesita una dosis más elevada, del orden de 2 a 3 veces superior a la utilizada con MENA. Este producto también inhibe la formación del peridermo de heridas.



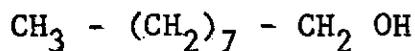
TETRACLORONITROBENCENO

8.3.4. Alcoholes de alto número de carbonos.

Entre los alcoholes más utilizados son el amílico (n-pentanol) y el alcohol nonílico (nomanol).



ALCOHOL AMILICO.



ALCOHOL NONILICO

Se aplica en forma de gas a papas en período de almacenamiento, en concentraciones aproximadas de 1 mg de alcohol por litro de aire. Su inconveniente radica en que hay que aplicarlo cada dos semanas, una vez iniciada la brotación (10).

8.3.5. Cloro IPC (Isopropil n-3 clorofenil carbonato).

Es un producto que se encuentra en el comercio en líquido como en polvo, mezclado con talco. En líquido se vende por lo regular en una concentración de 47%. La dosis mínima es de 25 gramos de cloro IPC puro por tonelada, pero para mayor seguridad en el control de brotación se aconseja a usar 50 gramos.

El uso de cloro IPC por sí solo, no es suficiente para la perfecta conservación de los tubérculos. La temperatura tiene gran importancia en esto, ya que las papas almacenadas a 20 grados pierden mucha agua y se arrugan, disminuyendo el peso y el volumen de lo anterior se concluye que para un eficiente almacenamiento con cloro IPC. La temperatura en el depósito debe ser menos de 15 grados (16).

Mazon, M.M. y Fernández G.J. (10), ellos indican las desventajas de este producto, como la necesidad de un almacén destinado solo para este tratamiento y la posibilidad de infecciones en el período de almacena

miento, ya que inhibe la formación del "peridermo" de heridas.

8.3.6. Isoprpyl-n-phenylcarbonato, 1% pro-  
pham (IPC).

Producto químico que posibilita el almacenamiento rentable de la papa. Inhibe la germinación prematura y evita que la papa se arrugue.

- "Se evitan en lo posible pérdidas de peso y valores nutritivos".

- "Ni el aspecto, ni el sabor sufren aminoración alguna".

- "Los tubérculos permanecen duros, frescos de buen sabor y mayor alimen  
ticio" además se previene la podredumbre y pérdidas por almacenamiento.

La dosis recomendada es: para 100 kilogramos de papa se necesitan 200 gramos de IPC. Las papas deben rociarse uniformemente con el producto por capas o tandas al almacenarlas. Tapándolas posteriormente con papel, sacos, plásticos o similares.

Si el almacenamiento se lleva a cabo en cajas, éstas deben revestirse interiormente de papel. (1).

9. Empleo de la radiación gamma.

"La radiación GAMMA es de la misma naturaleza que la luz y los rayos X, está constituida por fotones de muy corta longitud de onda, por lo que es altamente penetrante".

"En la producción industrial de rayos GAMMA, se emplea normalmente los núclidos  $^{60}\text{Co}^*$  y  $^{137}\text{Cs}^{**}$ . La radiación GAMMA de  $^{60}\text{Co}$  (que es la que se a utilizado en la esperiencias anteriores tiene una energía de un millón de lectrones voltio (1°33 Mev) y una longitud de onda de  $10^{-10}$  cm. (10).

Mazon M.M. y Fernández G,J. (10), indican que el Rad, es la unidad utilizada para medir la cantidad de radiación absorbida por cualquier tipo de material y representa la absorción de 100 ergios de energía radiante por gramo de material irradiado.

Fernández G,J. y García C, M. (3), citan a Sapparrow y Christensen (1950-1954), ellos dicen que han demostrado la inhibición definitiva de brotación en tubérculos de papa cuando son sometidos a la acción de diferentes tipos de radiaciones ionizantes (Rayos X, Rayos Gamma y Neutrones).

\* =  $^{60}\text{Co}$  = Cobalto 60, fuente de radiación gamma.

\*\* =  $^{137}\text{Cs}$  = Cesio 137, fuente de radiación gamma.

"Un grupo de investigadores del Departamento de Sanidad de París (DSP) y la Sociedad Conservatoire de Lyon (1958), Sawgen y Dallyn (1961) y Mathur (1963), obtuvieron un considerable control de la brotación de los tubérculos con dosis comprendidas entre 5 y 10 Krad\*\*\*, dependiendo este control de la variedad de papa. También comunicaron que cuando más cerca estaban las papas de su estado de finalización del reposo, mayor debe ser la dosis necesaria para impedir la germinación. (3).

La radiación Gamma afecta la capacidad de división celular, la cual provoca una inhibición de brotación irreversible.

La radiación gamma inhibe la formación del "peridermo de heridas", por lo que se debe utilizar dosis mínimas necesarias, con el fin de evitar efectos perjudiciales que favorezcan la podredumbre.

Las principales ventajas del tratamiento con radiación Gamma, pueden resumirse en:

- Inhibición en forma irreversible de la brotación.
- Menor pérdida de peso, debido en parte a una inhibición de la actividad respiratoria.

\*\*\* = Krad = Kilorad.

"El inconveniente principal es la complejidad de la instalación necesaria, que solamente lo hace rentable para tratamientos en grandes cantidades".

Mazon M, M. y Fernández G, J. (10), indican - que se debe tener en cuenta el posible aumento de la podredumbre, al inhibirse la formación - del "peridermo de hridas" sin embargo, este último inconveniente puede subsanarse irradiando los tubérculos después de transcurrido el tiempo necesario, para recuperación de las heridas producidas en la recolección.

Desde las primeras experiencias en la utilización de las radiaciones para la conservación de los alimentos, se vió que los tubérculos de papa ofrecían muy buenas perspectivas.

En el cuadro No. 3, se detallan los países que actualmente tienen aprobada la utilización de este tratamiento para la conservación de dichos tubérculos. (3).

CUADRO No. 3.

Relación de países que tienen aprobada la comercialización de papas irradiadas mediante radiación Gamma, para el consumo humano. (3).

PAIS	FUENTE DE RADIACION	DOSIS KRAD	FECHA DE APROBACION
U. R. S. S.	60 Co	10	14 de Marzo de 1958
CANADA	60 Co	10 max. 15 max.	9 Noviembre 1960 14 Junio 1963
U. S. A.	60 Co. 137 Cs. 60 Co + 137 Cs.	5-10 5-10 5-15	30 Junio 1964 2 Octubre 1964 1 Noviembre 1965
ISRAEL	60 Co.	15 max.	5 Julio 1967
O. M. S. *	60 Co. & 137 Cs.	15 max.	12 Abril 1969
ESPAÑA	60 Co.	5-15	4 Noviembre 1969
HUNGRIA	60 Co. 60 Co.	10 15 max.	23 Diciembre 1969 10 Junio 1972
HILANDA	60 Co.	15 max.	23 Marzo 1970
JAPON	60 Co.	15 max.	30 Agosto 1972
FRANCIA	137 Cs. y 60 Co.	7-5-15	8 Noviembre 1972

\* = ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD.

10. Efecto de la radiación Gamma sobre el tubérculo de papa.

10.1. Generalidades.

Los tubérculos de papa irradiados, presentan dos tipos de modificaciones: una modificación es la inhibición sobre el desarrollo de brotes y un cambio del metabolismo del tubérculo.

Los cambios metabólicos observados en los tubérculos irradiados, con dosis de conservación, no son importantes y, en general, ocurren en el período que sigue a la irradiación, alcanzando el valor normal al cabo de un cierto tiempo, sin embargo, los efectos sobre la brotación del tubérculo son irreversibles. (10).

10.2. Efecto sobre la brotación.

Mazón M, M. y Fernández G, J. (10), citan a (Rubín y Metlitskii, 1958) ellos dicen que uno de los mecanismos que se afecta en los tubérculos por irradiación es la división celular, la que se detiene totalmente con dosis de 9 Krad e incluso inferiores. Esto provoca una inhibición total e irreversible de la brotación, con lo que se puede conservar los tubérculos en un estado de dormición permanente, del que no pueden salir, incluso

por tratamiento con giberalinas.

(Jaarma, 1960, Warthur, 1963), citados por Mazón M.M. y Fernández G, J. (10), ellos dicen que en la brotación de los tubérculos influye, además de la variedad, el estado fisiológico en que se encuentran, el flujo y la dosis de irradiación empleada. Si el flujo es elevado, se requieren dosis más bajas para inhibir el crecimiento.

Mazón M.M. y Fernández G,J. (10), indican que se encuentran resultados contradictorios respecto a la época de irradiación. Algunos autores opinan que es más favorable, para un buen control de brotación, irradiar los tubérculos recién recolectados, otros se inclinan a utilizar una irradiación a los dos meses de la recolección. En general, la mayoría coinciden en que la irradiación temprana es más favorable para un buen control de brotación.

"Estas discrepancias están fundadas en el hecho de que la irradiación inhibe las mitosis, pero no el alargamiento celular, según se ha visto en los trabajos de García Collantes (1974). Cuando los tubérculos se irradian tardíamente, pueden haberse realizado un cierto número de divisiones celulares, y aunque después del trata

miento no se produzcan nuevas, el efecto del alargamiento de las células existentes inicialmente, puede dar la apariencia de una brotación normal. Sin embargo, si se continúa la observación, se puede comprobar que, al cabo de un cierto tiempo, el crecimiento del brote se detiene".

10.3. Efectos sobre la variación de peso y materia seca.

"La variación de peso en los tubérculos ha sido uno de los fenómenos que siempre se ha considerado, al estudiar los efectos de radiación Gamma en la fisiología del tubérculo".

Según estudios realizados por (Metliskii y colaboradores, 1957, García de Mateus y colaboradores, 1967; Nys 1970 y 1971, abduallah y colaboradores, 1971, etc.), citados por Mazón M,M. y Fernández G,J. (10), concluyen que en los tubérculos irradiados, presentan pérdidas del 5 y el 10% durante un período de seis meses de almacenamiento, mientras que en los tubérculos testigo pueden variar del 20 al 30%.

"Como consecuencia de la menor pérdida de agua que ocurre en los tubérculos irradiados, la proporción de materia -

seca y cenizas, frente al peso total, es menor en estos que en los tubérculos testigo".

#### 10.4. Efectos sobre las infecciones microbianas.

El efecto de la radiación gamma sobre las infecciones microbianas son muy contradictorias.

"Rubin y Metlitskii (1958) observaron mayor susceptibilidad a las infecciones, en tubérculos irradiados con dosis de 10 Krad que en los testigos, resultados que coinciden con Fernández González (1966).

García Mateus y colaboradores (1967), encontraron que los tubérculos irradiados con dosis de 8 Krad, se infectaron menos que los tubérculos testigo.,

"Nair y colaboradores (1973), observaron en tubérculos irradiados con dosis de 10 Krad, mayor tendencia a las infecciones que en los tubérculos testigo. Siendo esta más pronunciada al aumentar la temperatura del almacenamiento".

"En general la susceptibilidad de los tubérculos a las infecciones microbianas - está determinada por las condiciones de almacenamiento y la época de aplicar la radiación. (10).

## V. MATERIALES Y METODOS

### 1. Localización y características climáticas.

El presente estudio se realizó en el municipio de Chimaltenango del mismo departamento, localidad que dista de la ciudad capital 54 Kilómetros. Se encuentra ubicada geográficamente a una latitud de 14°39' 17" y una longitud de 90°48'52" - con una altitud de 2,000 m.s.n.m. (8).

Según Cruz, R, de la (2), caracteriza ecológicamente, esta área, como bosque húmedo montano bajo sub-tropical con precipitación (pp) de 1,057 a 1,588 mm y biotemperatura de 25 a 23°C.

Para las referencias del clima, en el período que se efectuó el estudio (Cuadro No. 4, y Figuras Nos. 1 y 2) donde se indica la temperatura, precipitación y humedad relativa promedio mensual. Cuyos datos fueron obtenidos en la estación tipo "B" del Centro de Producción Agrícola "ICTA", Chimaltenango, del año hidrológico 82-83.

CUADRO No. 4.

Resumen de datos climatológicos obtenidos en la estación tipo "B" del Centro de Producción Agrícola "ICTA" Chimaltenango, año hidrológico 82-83.

MES	DIAS LLOVIDOS	PRECIPITACION MEDIA (mm)	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%)	TEMPERATURA MEDIA (°C)
Octubre 1982	9	2.73	81.50	20.64
Noviembre 1982	2	0.15	78.30	15.00
Diciembre 1982	1	0.16	76.00	13.69
Enero 1983	1	0.12	73.50	13.91
Febrero 1983	5	2.01	70.23	16.21
Marzo 1983	3	1.05	75.02	16.00
Abril 1983	1	0.29	81.17	18.00
Mayo 1983	4	1.05	75.10	18.63
Junio 1983	22	8.20	80.70	17.45
Julio 1983	19	5.48	84.77	17.19
Agosto 1983	17	3.86	82.04	17.31
Septiembre 1983	22	5.49	87.93	17.16

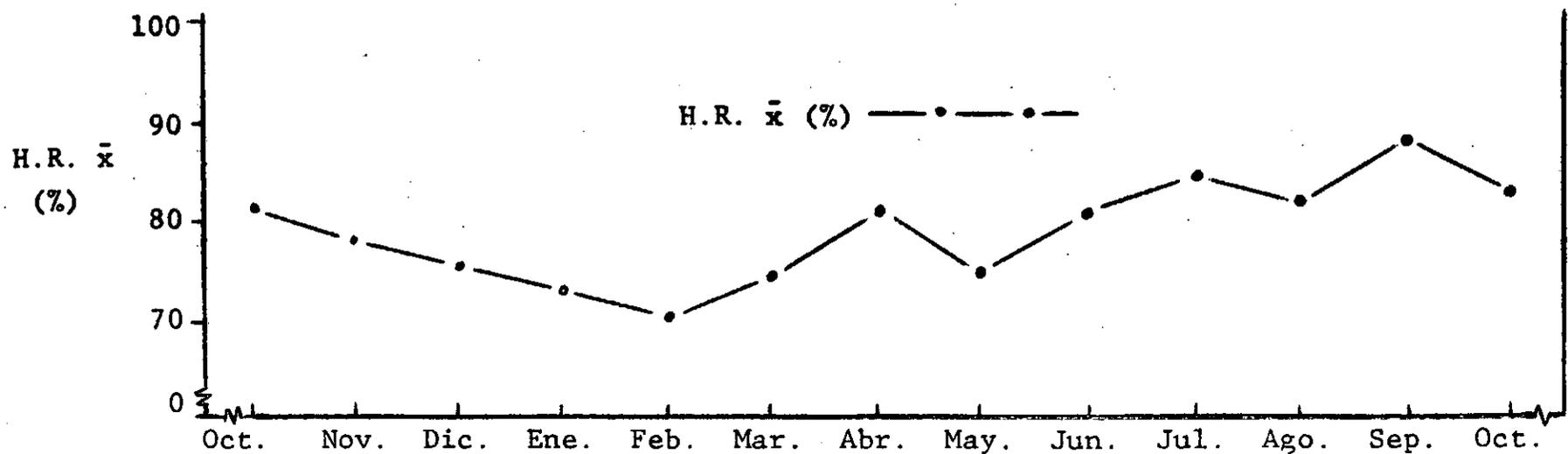


FIG. No. 1. Humedad relativa (%) Media Mensual durante el período de almacenamiento para la zona de Chimaltenango.

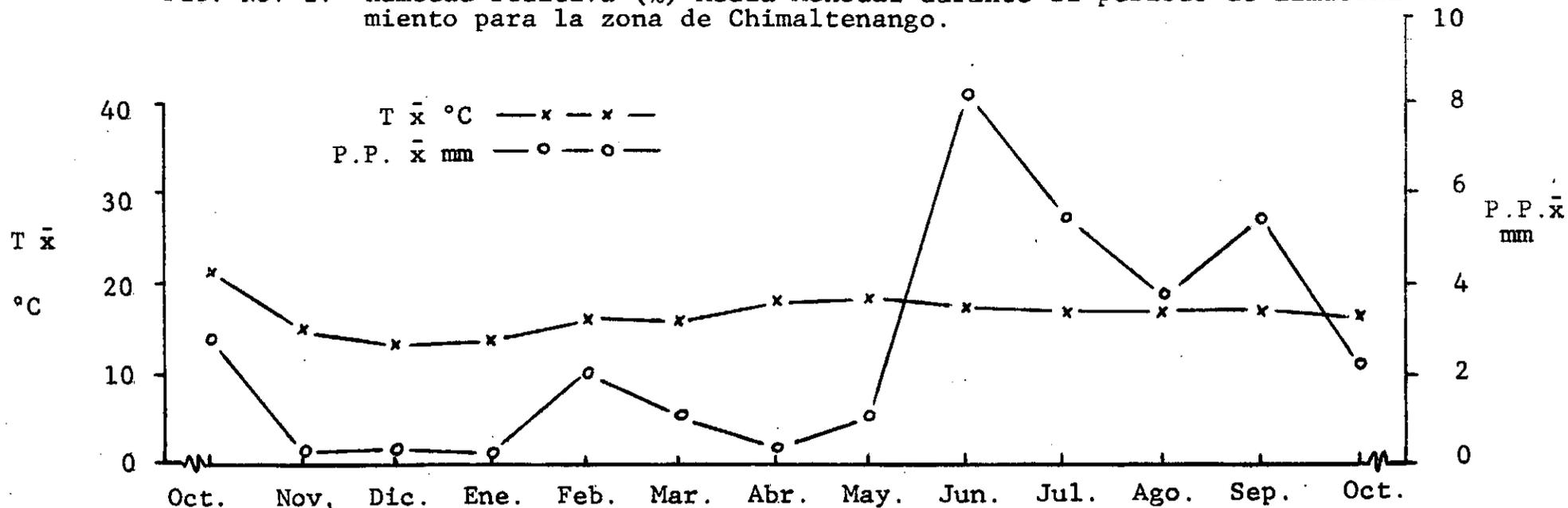


FIG. No. 2. Temperatura (°C) y precipitación (P.P.) Media Mensual durante el período de almacenamiento para la zona de Chimaltenango.

## 2. Material experimental.

### 2.1. Tubérculos empleados.

Se realizaron las experiencias con tubérculos de papa variedad Loman, procedentes de Chimaltenango, sembrados a finales de octubre de 1982 y cosechados a mediados de febrero de 1983. Es una variedad de piel amarillo crema y carne crema, el tubérculo es de forma alargada con un extremo regularmente terminado en la punta, los ojos son superficiales.

Según Rosales M.G. (15), con Loman se obtienen rendimientos de 20 toneladas métricas por hectárea y es la variedad más preferida para consumo, por su aspecto físico, calidad culinaria de papa cocida y calidad culinaria de papa frita.

### 2.2. Tratamiento con radiación Gamma de Cobalto-60.

Se hicieron dos irradiaciones, (Cuadro No. 5), efectuándose la primera a un grupo de tubérculos a los quince días de cosechados (a final de febrero) y la segunda irradiación, aplicada a otro grupo de tubérculos a los cuarenta y cinco días de cosechados (a final de marzo).

La irradiación se efectuó en un aparato -

irradiador DYNARAD 5L, que contiene una fuente de Cobalto-60, que tenía al momento de efectuar la primera irradiación una actividad de 3,786.64 Curies\*. Este aparato es propiedad de la Dirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minas.

En éstos tratamientos se utilizaron 10 tubérculos para diferentes dosis de irradiación por repetición efectuándose dos épocas de irradiación, 5 dosis de irradiación con tres repeticiones por tratamiento, bajo dos condiciones de almacenamiento (Oscuridad y Luz indirecta).

La cantidad de tubérculos:

Primera Irradiación.

- Almacenados en oscuridad.

10 tubérculos por 5 dosis de Krad con 3 repeticiones. (150 tubérculos).

- Almacenados en luz indirecta.

10 tubérculos por 5 dosis de Krad con 3 repeticiones. (150 tubérculos).

Segunda Irradiación.

- Almacenados en oscuridad.

10 tubérculos por 5 dosis de Krad con 3 repeticiones. (150 tubérculos).

---

\* = Curies = Es una medida de actividad de una fuente radioactiva y es igual a  $3.7 \times 10^{10}$  desintegraciones/segundo.

- Almacenados en luz indirecta.

10 tubérculos por 5 dosis de Krad con 3 repeticiones. (150 tubérculos).

Lo que sumó un total de 600 tubérculos utilizados con el tratamiento de radiación gamma de Cobalto-60.

Las dosis de irradiación utilizadas se detallan a continuación:

<u>Dosis de Irradiación:</u>	<u>Tiempo de exposición:</u>
4 Krad.	0.0 minutos con 55 segundos.
6 Krad.	1.0 minutos con 23 segundos.
8 Krad.	1.0 minutos con 50.7 segundos.
10 Krad.	2.0 minutos con 18.46 segundos.
12 Krad.	2.0 minutos con 46 segundos.

### 2.3. Tratamiento con IPC.

Se utilizó un preparado comercial de I.P.C. con una riqueza de 1% aplicándose en polvo a los tubérculos a razón de 0.2 kg para 100 kg de papa (Cuadro No. 5).

El tratamiento se hizo en dos épocas similares a las realizadas con radiación gamma. Utilizándose 10 tubérculos por repetición por épocas. Efectuándose la aplicación del producto en dos períodos con 3 repeticiones por tratamiento en dos condiciones de almacenamiento (obscuridad y luz indirecta).

Cantidad de tubérculos.

Primera aplicación. (a final de febrero).

- Almacenados en oscuridad.

10 tubérculos por 3 repeticiones. (30 tubérculos).

- Almacenados en luz indirecta.

10 tubérculos por 3 repeticiones. (30 tubérculos).

Segunda aplicación. (a final de Marzo).

- Almacenados en oscuridad.

10 tubérculos por 3 repeticiones. (30 tubérculos).

- Almacenados en luz indirecta.

10 tubérculos por 3 repeticiones. (30 tubérculos).

Resultando un total de 120 tubérculos utilizados para el tratamiento con IPC.

La selección de tubérculos por peso fue al azar, obteniéndose un promedio de 3-3.5 onzas por tubérculo, lo que resultó en un manejo de 10.2 kg para éste tratamiento.

Todos los tratamientos (dosis de Irradiación e inhibidor químico) fueron comparados con un testigo de 10 tubérculos tomados al azar para cada repetición, época y condición de almacenamiento.

#### 2.4. Condiciones de almacenamiento.

Los tubérculos tratados con dosis de irradiación, producto químico y testigo, se colocaron en cajas ventiladas, de madera con dimensiones de (0.17 m X 0.60 m X 1.7 m) figuras Nos. 3 y 5 y almacenadas en oscuridad. Igual cantidad de tubérculos con los mismos tratamientos y testigos se colocaron en cajas similares almacenadas en luz indirecta.

Los tubérculos tratados con IPC se les protegió inicialmente de la ventilación, debido a que éste producto es volátil, la protección se hizo cubriendo las paredes laterales, el fondo y el techo del compartimiento de la caja con papel cartulina por un tiempo de 48 horas con el objeto de evitar que la volatilización del producto contaminara los tubérculos testigo e irradiados, evitando interferencias en éstos y por lo tanto, en el estudio.

#### 3. Materiales y equipo.

Materiales empleados para el experimento:

- a) Semilla de papa variedad Loman.
- b) Balanza.
- c) Sacos para efectuar la recolección de tubérculos.
- d) Metro, martillo, cerrucho, clavos de 2" y 3".

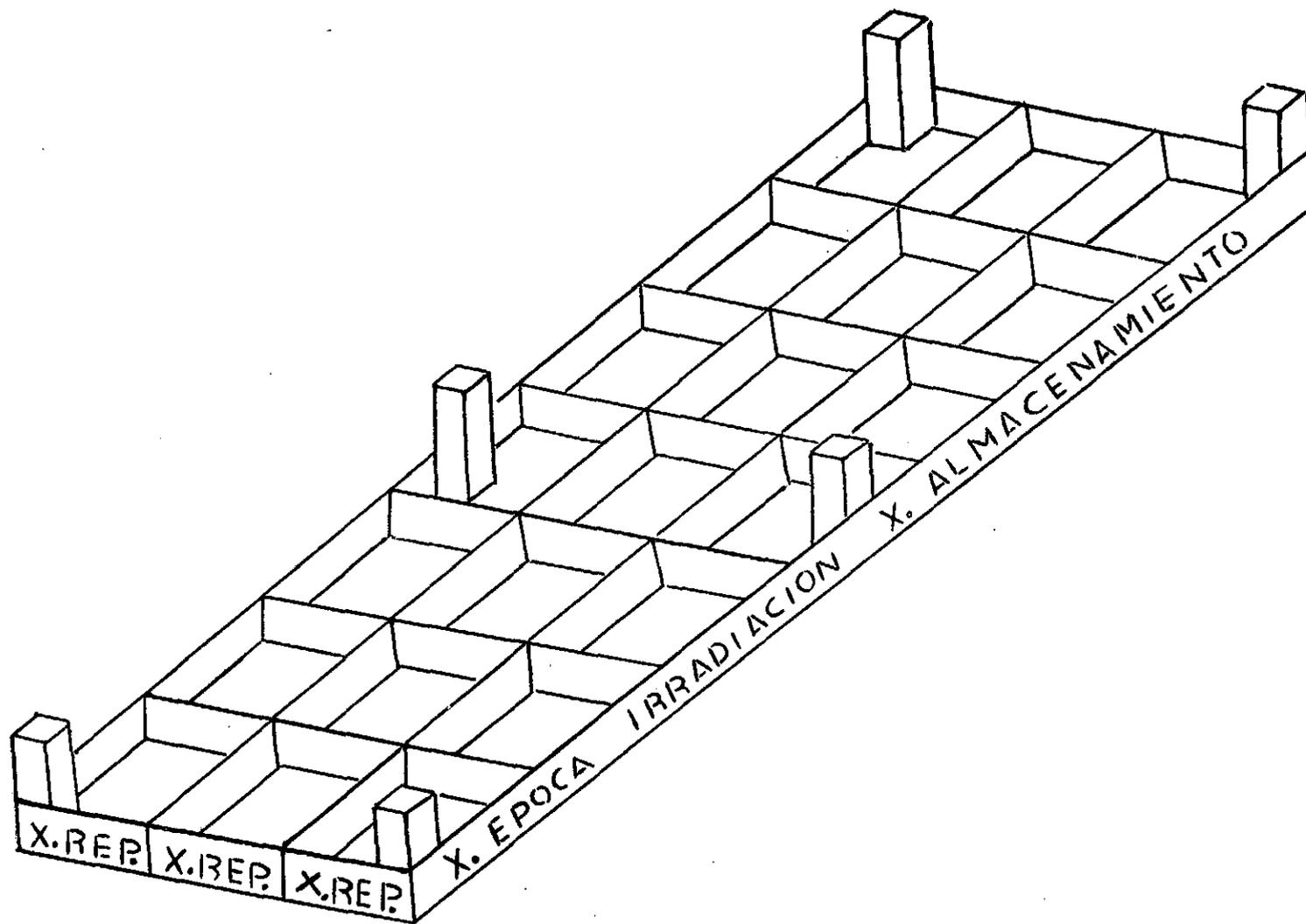
- e) Madera para la construcción de cajas.
- f) Marcadores de distintos colores.
- g) Cronómetro.
- h) Aparato irradiador DYNARD 5L.
- i) Isoprophyl-n-phenyl Carbonato (IPC).
- j) Horno.
- k) Calibrador.
- l) Sistema de computación IBM/370 de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
- m) Materiales para el almacenamiento en oscuridad:

Se utilizó un cuarto oscuro proporcionado por un agricultor, para efectuar el almacenamiento en condiciones de oscuridad.

Dicho cuarto posee ventilación en la parte superior, la construcción es de block y el techo de lámina.

- n) Materiales para el almacenamiento a luz indirecta:

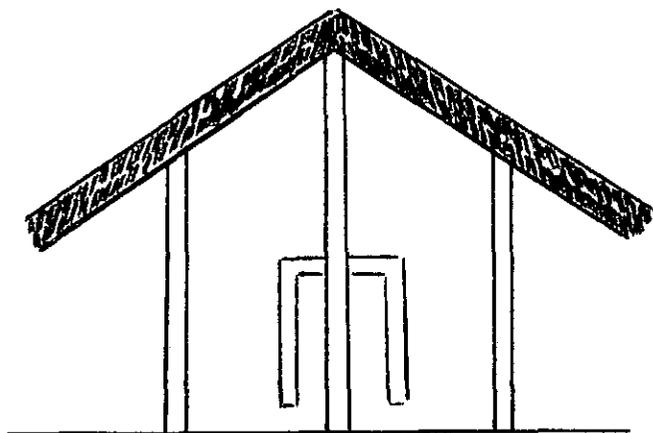
Para lograr éste tipo de iluminación se construyó un rancho (Figuras No. 4 y 6), con material de fácil adquisición por el agricultor, como lo es la paja de trigo (Triticum vulgare). Este rancho cubrió a los tubérculos de la lluvia y del sol directo de los diferentes tratamientos, pero con una ventilación permanente. Las cajas fueron colocadas a una altura del suelo de 1 metro.



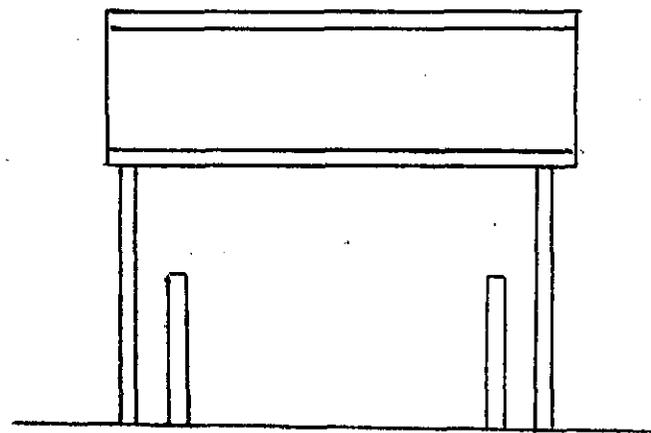
DISEÑO DE LAS CAJAS

ESCALA 1 : 10

FIGURA No. 3.



FRONTAL



ALZADO

- 47 -

DISEÑO DEL RANCHO

ESCALA 1 : 50

FIGURA No. 4

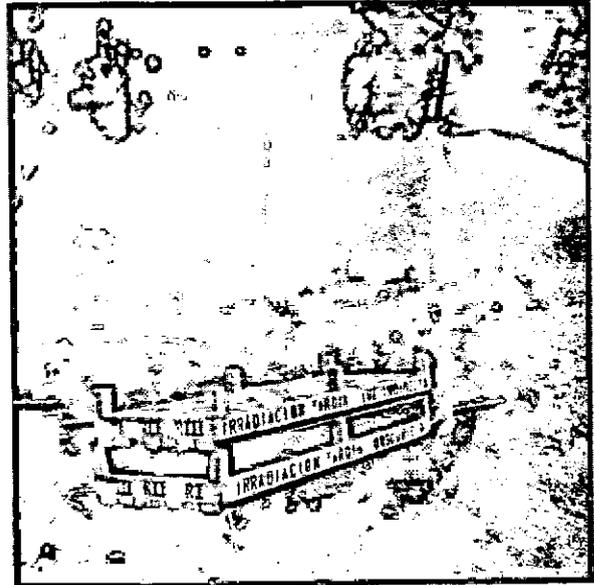
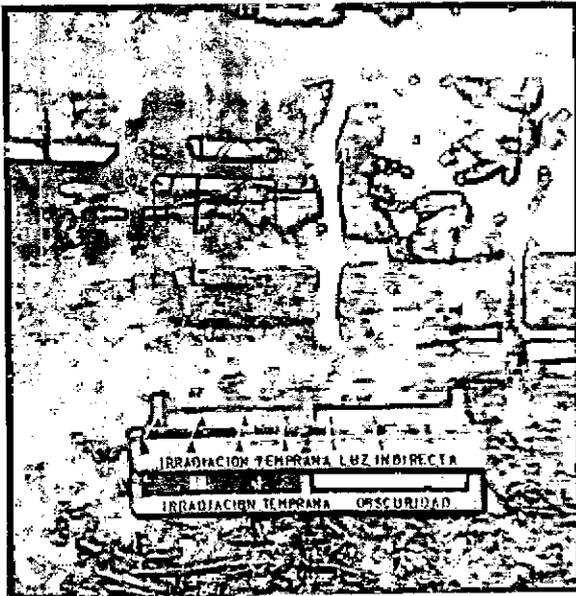


FIG. No. 5. Cajas utilizadas en el almacenamiento.



FIG. No. 6. Almacenamiento en luz indirecta.

**CUADRO No. 5.**

Resumen de los tratamientos con sus condiciones de almacenamiento y periodo de aplicación.

FUENTE	TRATAMIENTO	CONDICION DE ALMACENAMIENTO	PERIODOS DE APLICACION EN LA VIDA DEL TUBERCULO.
	1) TESTIGO		
COBALTO-60	2) 4 Krad. 3) 6 Krad. 4) 8 Krad. 5) 10 Krad. 6) 12 Krad.	OBSCURIDAD	
INHIBIDOR QUIMICO.	7) 1% Propham. 0.2 kg/100 Kgs de papa		15 días de cosechados
	8) TESTIGO		
COBALTO-60	9) 4 Krad. 10) 6 Krad. 11) 8 Krad. 12) 10 Krad 13) 12 Krad	LUZ INDIRECTA	
INHIBIDOR QUIMICO	14) 1% Propham 0.2 kg/100 kgs de papa		
	15) TESTIGO		
COBALTO-60	16) 4 Krad. 17) 6 Krad. 18) 8 Krad. 19) 10 Krad. 20) 12 Krad.	OBSCURIDAD	
INHIBIDOR QUIMICO	21) 1% Propham 0.2 kg/100 kgs de papa		45 días de Cosechados.
	22) TESTIGO		
COBALTO-60	23) 4 Krad. 24) 6 Krad. 25) 8 Krad. 26) 10 Krad. 27) 12 Krad.	LUZ INDIRECTA.	
INHIBIDOR QUIMICO	28) 1% Propham 0.2 kg/100 kgs de papa		

#### 4. Evaluación de parámetros.

##### 4.1. Brotación.

Se observó quincenalmente, durante un período de seis meses, la brotación de los tubérculos, anotándose el número de brotes por tubérculo, longitud y grosor de los mismos.

##### 4.2. Variación de peso.

Peso fresco.

Quincenalmente, durante un período de seis meses, se realizaron pesadas de los tubérculos y se determinó la pérdida de peso global de cada tratamiento por diferencia entre el peso de cada determinación y el peso inicial, los resultados se refirieron a 100 grs de peso fresco inicial.

##### 4.3. Contenido de humedad.

El contenido de humedad se determinó cada dos meses durante el período de almacenamiento, por diferencia entre el peso fresco inicial y el peso seco, después de permanecer las muestras en horno a 105°C hasta lograr un peso constante.

##### 4.4. Infecciones microbianas y otras observaciones visuales.

Quincenalmente se llevó un control de infecciones en los tubérculos durante los seis -

meses que duró el experimento, observándose también el aspecto de los tubérculos.

## 5. Metodología estadística.

### 5.1. Diseño experimental.

El diseño que se utilizó, fue un multifactorial  $2 \times 2 \times 7 \times 4$  en completo azar con 3 repeticiones. Siendo su modelo estadístico:

$$Y_{ijkl} = U + I_i + T_j + L_k + P_l + IT_{ij} + IL_{ik} + IP_{il} + TL_{jk} + TP_{jl} + LP_{kl} + ITL_{ijk} + ITP_{ijl} + ILP_{ikl} + TLP_{jkl} + ITPL_{ijkl} + E_{ijkl}.$$

$Y_{ijkl}$  = Variable respuesta de la  $ijkl$ -ésima unidad experimental.

$U$  = Media general.

$I_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima luz.

$T_j$  = Efecto de la  $j$ -ésimo tratamiento

$L_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima lectura.

$P_l$  = Efecto de la  $l$ -ésimo período.

$I_i T_j$  = Efecto de la interacción luz-tratamiento.

$I_i L_k$  = Efecto de la interacción luz-lectura.

$I_i P_l$  = Efecto de la interacción luz-período.

$T_j L_k$  = Efecto de la interacción tratamiento-lectura.

$T_j P_l$  = Efecto de la interacción tratamiento-período.

$L_k P_l$  = Efecto de la interacción lectura-período.

$IiTjLk$  = Efecto de la interacción luz-tratamiento-lectura.

$IiTjPl$  = Efecto de la interacción luz-tratamiento-período.

$IiLkPl$  = Efecto de la interacción luz-lectura-período.

$TjLkPl$  = Efecto de la interacción tratamiento-lectura-período.

$IiTjLkPl$  = Efecto de la interacción luz-tratamiento-lectura-período.

$Eijkl$  = Error experimental.

$i$  = Luz.

$j$  = Tratamiento.

$k$  = Lectura.

$l$  = Período.

## 5.2. Análisis de datos.

Luego de haber obtenido los datos correspondientes a las lecturas efectuadas se calculó el promedio de las mismas, éstos fueron codificados e ingresados al sistema de computación IBM/370 de la Universidad de San Carlos de Guatemala, obteniéndose de ellos un nuevo promedio de variables, también se efectuaron análisis de varianza, regresión múltiple que se utilizaron en la interpretación de los principales efectos (luz-tratamiento-lectura-período) y sus interacciones.

Posteriormente se efectuaron pruebas de Tukey para los análisis de varianza significativos (5% error).

Para el efecto "Número de brotes por tubérculo" que corresponde a una variable discreta,

se transformó el promedio de lecturas a raíz cuadrada del efecto en mención ( $\sqrt{X}$ ) de donde:

$\sqrt{\quad}$  = Raíz cuadrada, transformación.

X = Promedio de número de brotes por tubérculo.

## VI. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados fueron obtenidos a través de 12 lecturas, obteniéndose un número grande de datos, haciendo complejo su análisis, para lograr una adecuada interpretación de éstos únicamente se tomaron 4 de ellas, ya que los mismos son acumulativos y dichas lecturas son representativas de las obtenidas. Dichos datos fueron codificados e ingresados al sistema de computación IBM/370 de la Universidad de San Carlos de Guatemala, resultando de ellos un nuevo promedio de variables (Número de brotes por tubérculo, longitud y grosor de los mismos, además el peso de papas), los cuales se presentan en el cuadro No. 6.

También se efectuó un análisis de regresión múltiple, observando los resultados en el cuadro No. 7, con el objeto de obtener la dosis óptima de radiación, pero no se continuó en vista que los modelos de regresión, no estaban dando mayor información, por lo que se llegó a obtener la mejor dosis por el método gráfico, el que consistió en plotear en un eje de coordenadas, plotando en las ordenadas la evolución del número, longitud y grosor de brotes por tubérculo, además la pérdida de peso del mismo, y en las abscisas las lecturas, durante el tiempo que duró el experimento.

Para la interpretación de los datos del número de brotes, longitud, grosor de los mismos y peso de

tubérculos se obtuvieron los análisis de varianza y posteriormente fueron efectuados pruebas de Tukey, cuya nomenclatura y ejemplificación se presentaron en los cuadros No. 8 y 9.

CUADRO No. 6.

Promedio computarizado de datos obtenidos a través de las lecturas durante el almacenamiento.

APLICACION DE TRATAMIENTOS	CONDICIONES DE LUZ	TRATAMIENTOS	LECTURAS	TRANSFORMADO	DATOS EN mg	DATOS EN mg	DATOS EN mg.
				NÚMERO DE HOJAS	LONGITUD DE HOJAS	CANTIDAD DE HOJAS	PESO DE TUBERCULOS
PERIODO NÚMERO 1.	OSCURIDAD	TESTIGO	1	1.42	5.20	1.47	95.12
			2	1.49	18.34	1.08	92.73
			3	1.53	44.73	3.37	86.56
			4	1.49	89.86	1.38	89.90
		4 Erad	1	0.12	0.23	0.04	95.13
			2	1.00	3.18	0.88	88.03
			3	1.38	17.96	1.74	81.06
			4	1.30	23.73	1.80	73.04
		6 Erad	1	0.00	0.00	0.00	99.44
			2	0.00	0.00	0.00	97.33
			3	0.50	4.71	0.17	94.38
			4	0.00	0.00	0.00	89.89
		8 Erad	1	0.00	0.00	0.00	98.24
			2	0.00	0.00	0.00	95.29
			3	0.00	0.00	0.00	93.03
			4	0.00	0.00	0.00	89.93
		10 Erad	1	0.00	0.00	0.00	97.22
			2	0.00	0.00	0.00	94.06
			3	0.00	0.00	0.00	91.77
			4	0.00	0.00	0.00	89.43
		12 Erad	1	0.00	0.00	0.00	97.28
			2	0.00	0.00	0.00	95.45
			3	0.00	0.00	0.00	93.08
			4	0.00	0.00	0.00	90.91
	IPC	1	1.41	4.27	1.49	98.09	
		2	1.25	16.30	2.27	94.70	
		3	1.48	28.74	3.80	83.13	
		4	1.41	71.32	1.33	71.90	
	LUZ INDIRECTA	TESTIGO	1	1.21	2.20	0.94	93.27
			2	1.62	6.14	2.38	91.64
			3	1.64	26.18	6.11	86.26
			4	1.63	35.73	7.24	76.62
		4 Erad	1	0.12	0.08	0.06	98.24
			2	1.26	4.43	1.66	94.67
			3	1.21	12.15	2.22	89.29
			4	1.49	19.10	2.62	81.33
		6 Erad	1	0.00	0.00	0.00	93.80
			2	0.00	0.00	0.00	92.21
			3	0.38	3.46	0.47	89.10
			4	0.93	15.88	0.64	84.96
		8 Erad	1	0.00	0.00	0.00	88.43
			2	0.00	0.00	0.00	87.08
			3	0.29	0.35	0.27	84.66
			4	0.12	0.63	0.06	83.27
		10 Erad	1	0.29	0.38	0.21	92.32
			2	0.00	0.00	0.00	92.29
			3	0.00	0.00	0.00	91.33
			4	0.00	0.00	0.00	89.80
12 Erad		1	0.12	0.21	0.10	98.99	
		2	0.00	0.00	0.00	97.60	
		3	0.00	0.00	0.00	94.89	
		4	0.00	0.00	0.00	93.49	
IPC	1	1.02	1.36	0.62	94.24		
	2	1.49	6.17	2.79	92.47		
	3	1.44	21.23	6.01	87.07		
	4	1.40	32.24	6.73	75.38		
PERIODO NÚMERO 2.	OSCURIDAD	TESTIGO	1	1.36	12.08	2.28	93.40
			2	1.50	23.36	3.45	88.32
			3	1.54	53.57	3.58	77.27
			4	1.34	76.31	1.80	81.36
		4 Erad	1	0.66	2.47	0.59	102.19
			2	1.39	10.23	2.02	97.90
			3	1.12	30.42	1.45	91.51
			4	1.01	29.22	1.80	83.64
		6 Erad	1	0.37	1.38	0.34	98.56
			2	0.67	4.15	1.25	94.70
			3	0.74	11.04	0.38	93.48
			4	0.47	3.64	0.75	89.13
		8 Erad	1	0.55	1.96	0.63	93.15
			2	0.52	4.02	1.11	91.08
			3	0.29	1.33	0.44	89.06
			4	0.26	1.40	0.44	87.26
		10 Erad	1	0.60	2.63	0.73	94.63
			2	0.68	4.44	3.10	94.57
			3	0.37	1.83	0.54	92.52
			4	0.00	0.00	0.00	90.13
		12 Erad	1	0.37	1.54	0.39	92.57
			2	0.54	3.71	1.09	89.24
			3	0.00	0.00	0.00	88.96
			4	0.00	0.00	0.00	87.24
	IPC	1	1.26	10.41	2.23	89.98	
		2	1.34	22.90	3.26	85.46	
		3	1.41	37.85	3.26	75.14	
		4	1.44	75.44	2.81	60.69	
	LUZ INDIRECTA	TESTIGO	1	1.35	8.97	2.87	89.41
			2	1.67	13.99	4.49	84.88
			3	1.72	25.05	5.89	79.78
			4	1.72	34.96	8.29	68.43
		4 Erad	1	0.38	1.23	0.56	90.72
			2	1.62	8.35	1.91	87.58
			3	1.20	10.01	1.44	81.03
			4	1.33	19.64	2.32	74.65
		6 Erad	1	0.52	2.81	0.68	95.19
			2	0.54	1.64	0.63	93.04
			3	0.89	5.73	0.79	90.03
			4	0.79	15.00	1.33	84.80
		8 Erad	1	0.97	7.47	2.15	90.24
			2	0.81	5.28	1.32	87.38
			3	0.00	0.00	0.00	85.90
			4	0.43	1.52	0.73	82.59
		10 Erad	1	0.52	1.81	0.63	85.77
			2	0.55	1.98	0.51	83.91
			3	0.00	0.00	0.00	83.23
			4	0.00	0.00	0.00	80.25
12 Erad		1	0.37	0.48	0.23	85.35	
		2	0.37	1.48	0.34	83.42	
		3	0.00	0.00	0.00	81.72	
		4	0.00	0.00	0.00	80.23	
IPC	1	1.44	6.17	1.94	94.02		
	2	1.34	12.27	4.18	90.43		
	3	1.49	24.27	5.25	82.45		
	4	1.34	22.44	7.28	69.63		

CUADRO No. 7.

Resultados del análisis de regresión simple

VARIABLES		COEFICIENTE DE REGRESION	EFICIENCIA (r <sup>2</sup> )	ERROR STANDAR	INTERCEPTO	PENDIENTE	t 0.05
X	Y						
NUMERO DE BROTES-LECTURA		0.1211	0.0147	1.0312	0.6528	0.1122	*
LONGITUD DE BROTES-LECTURA		0.3776	0.1426	16.9136	-4.5618	6.1510	*
GROSOR DE BROTES-LECTURA		0.2328	0.0542	1.8786	0.4935	0.4010	*
PESO DE PAPAS- LECTURA		-0.4978	0.2478	8.7565	99.6103	-4.4815	*

$$Y_{ij} = B_0 + B_1 X + E_{ij}$$

Y = 0.6528 + 0.1122 X = Ecuación para número de brotes por lectura.

Y = -4.5618 + 6.1510 X = Ecuación para longitud de los brotes por lectura.

Y = 0.4935 + 0.4010 X = Ecuación para grosor de los brotes por lectura.

Y = 99.6103 + (-4.4815) X = Ecuación para peso de papas por lectura.

CUADRO No. 8.

Nomenclatura utilizada en las pruebas de Tukey.

TRATAMIENTOS	PERIODOS DE APLICACION EN LA VIDA DEL TUBERCULO	LUZ	LECTURAS
T = TESTIGO	P <sub>1</sub> = 15 DIAS DE COSECHADOS	L = Luz Indirecta	1 = 15 días de almacenamiento
Q = IPC			2 = 2 meses de almacenamiento.
4K = 4 Krad			3 = 4 meses de almacenamiento.
6K = 6 Krad	P <sub>2</sub> = 45 DIAS DE COSECHADOS		0 = Oscuridad
8K = 8 Krad			
10K = 10 Krad			
12K = 12 Krad			

\* = Krad = Kilorad.

CUADRO No. 9.

Ejemplo de prueba de Tukey del ANDEVA de longitud de brotes para tratamientos aplicados.

$$WT = q (T - GLE) \alpha \times \overline{SXT}$$

$$WT = q (T - GLE) \alpha \times \frac{CME}{PXLX1Xr}$$

$$WT = q (7 - 224) 0.05 \times \frac{29.46}{2X2X4X3}$$

$$WT = 4.17 \times 0.78$$

$$WT = 3.27 \text{ mm.}$$

Cualquier diferencia entre dos medias que sea mayor a 3.27 mm. se debe considerar significativa

	T	Q	4K	6K	8K	10K	12K
	29.71	26.65	12.31	4.28	1.48	0.80	0.46
T = 0.46	29.25	26.19	11.85	3.82	1.02	0.34	0
Q = 0.80	28.91	25.85	11.51	3.48	0.68	0	
4K = 1.48	28.23	25.17	10.83	2.80	0		
6K = 4.28	25.43	22.37	8.03	0			
8K = 12.31	17.40	14.34	0				
10K = 26.65	3.06	0					
12K = 29.71	0						
	T	Q	4K	6K	8K	10K	12K

W = 3.27 mm

De los análisis de varianza obtenidos y analizados, se determinó que la utilización de diferentes dosis de Krad e IPC, como inhibidores de brotación, presentaron para este estudio diferencias significativas en los principales efectos (luz-tratamiento-lectura-período) de las variables número, longitud y grosor de los brotes por tubérculo, además, peso de tubérculos y en casi todas las interacciones de los mismos, Cuadros No. 10, 12, 14 y 16, es de mencionar que en cada una de las pruebas de Tukey que se realizaron de los diferentes ANDEVAS, se tomaron todas aquellas interacciones que por su representatividad presentaban mayor información.

De acuerdo al análisis de varianza y pruebas de significancia para número de brotes cuyos resultados se presentan en los Cuadros No. 10 y 11, indican que los tratamientos de 4 Krad, 6 Krad e IPC se comportaron igual que el testigo, presentando similar número de brotes por tubérculo, en contraste con los otros tratamientos. Muestra además, en la interacción tratamiento-período, que las dosis de 8, 10 y 12 Krad aplicadas a los 15 días posterior a la cosecha, su efecto fue análogo, inhibiendo el desarrollo de brotes. De éstas observaciones y de acuerdo con las figuras No. 1, 2, 3 y 4 del apéndice No. 1, se coincide con lo expuesto por Mazón M. y Fernández G. (10).

en el sentido que se inhibe la brotación de los tubérculos de papa con dosis de 9 Krad e incluso inferiores.

El análisis de varianza de la longitud de brotes, Cuadro No. 12 y la realización de pruebas de Tukey, cuyos resultados se expresan en el Cuadro No. 13, muestra que los tratamientos de 8, 10 y 12 Krad se comportaron de modo análogo, impidiendo el desarrollo de brotes y el tratamiento IPC se comportó de igual manera que el testigo, permitiendo la división y multiplicación de nuevas células, lo que dió origen al desarrollo de brotes. En la interacción Luz-Tratamiento las dosis de irradiación 8, 10 y 12 Krad su efecto de inhibición fue similar, evitando desarrollo de brotes, tanto en obscuridad como en luz indirecta y el tratamiento IPC se comportó de igual forma al testigo, dependiendo de la condición de iluminación, ya que en obscuridad los brotes presentaron mayor longitud que los de luz indirecta.

En base a las observaciones anteriores y de las figuras No. 1, 2, 3 y 4 del apéndice No. 2, se confirma lo que dice Fernández G. y García C. (3), que con dosis comprendidas entre 5 y 10 Krad se obtiene un control de la brotación de los tubérculos.

El grosor de los brotes fue analizado y se presenta en el Cuadro No. 14, decidiendo realizar también pruebas de Tukey, Cuadro No. 15, en el que se corrobora que el tratamiento IPC respondió de igual manera que el testigo, presentando brotes fuertes. En

los tratamientos con dosis de 8, 10 y 12 Krad, su efecto de modo análogo, manteniendo sin brotar los tubérculos. De la interacción Luz-Tratamiento, resultó que el IPC se mostró análogo al testigo, dependiendo de la condición de luz, ya que en luz indirecta los brotes fueron gruesos y en obscuridad delgados, esto se debe a que constantemente se están desarrollando nuevas células de los brotes del tubérculo por la fisiología y la iluminación que éstos tienen al estar bajo la acción de luz indirecta, que les permite realizar fotosíntesis, caso contrario sucedió con los expuestos a obscuridad, y las dosis 6, 8, 10 y 12 Krad, su efecto fue similar ya que impidió la división de nuevas células. Asimismo, la interacción Tratamiento-Período, indica que el IPC respondió igual que el testigo, permitiendo el desarrollo de brotes vigorosos, dependiendo del período de aplicación y las dosis de irradiación 6, 8, 10 y 12 Krad, presentaron similar efectividad, ya que truncaron el desarrollo de los brotes en diferentes épocas de aplicación.

Algunos tubérculos tratados con dosis de radiación presentaron brotes delgados en diferente condición de luz, lo que puede comprobarse en las figuras No. 1, 2, 3 y 4 del apéndice No. 3.

También se determina en las figuras No. 3 y 4 de los apéndices No. 1, 2 y 3, que los tubérculos tratados con altas dosis de irradiación a los 45 días de cosechados, presentaron incremento en la brotación y luego se detiene independientemente de la

condición de iluminación. Lo cual se confirma con lo expuesto por Mazón M. y Fernández G. (10), quienes expresan que cuando los tubérculos se irradian tardíamente puede haberse realizado un cierto número de divisiones celulares, y aunque después del tratamiento no se produzcan nuevas, el efecto del alargamiento de las células existentes inicialmente puede dar la apariencia de una brotación normal, sin embargo, si se continúa la observación, se puede comprobar que al cabo de un cierto tiempo, el crecimiento del brote se detiene y puede eliminarse fácilmente con el manejo.

En base al análisis de varianza y pruebas de significancia respectivas, Cuadros No. 16 y 17, para el peso de tubérculos se indica que el IPC y la dosis de 4 Krad su efecto fue similar al testigo, presentando tubérculos arrugados y los tratamientos de 6, 8, 10 y 12 Krad, su efecto fue análogo, permitiendo un mínimo porcentaje de pérdida de peso. En la interacción Luz-Tratamiento, resultó que el tratamiento IPC y 4 Krad su efecto fue igual al testigo, permitiendo mayores pérdidas de peso en diferente condición de luz, y con las dosis de 8, 10 y 12 Krad éstos tubieron un comportamiento análogo, conservando tubérculos duros, sin mayor reducción de peso, independientemente de la condición de luz. Con la interacción Luz-Período, se manifiesta que los tratamientos presentan similar efecto en obscuridad, independientemente de la época de aplicación. Además, en la interacción Tratamiento-Período, indica

que el tratamiento IPC y 4 Krad, se comportaron de una forma similar al testigo, presentando tubérculos aguados en diferente época de aplicación, y los tratamientos de 8, 10 y 12 Krad fue análogo su efecto, evitando pérdidas de peso y así conservando tubérculos duros y turgentes en diferentes época de irradiación.

Con las observaciones anteriores y las figuras No. 1, 2, 3 y 4 del apéndice No. 4, corroboramos lo que dicen Mazón M. y Fernández G. (10), que los tubérculos irradiados presentan pérdidas de peso del 5 y el 10% durante un período de 6 meses de almacenamiento, mientras que en tubérculos testigo pueden variar del 20 al 30%.

En las tablas I y II del apéndice No. 5, se expresan los resultados, sobre el contenido de humedad de los tubérculos de cada tratamiento en diferente época de aplicación y condición de luz.

De acuerdo a éstos resultados y a las figuras No. 1, 2, 3 y 4 del apéndice No. 5, los tratamientos con 4 Krad e IPC se comportaron de modo análogo al testigo, permitiendo una reducción del contenido de humedad de los tubérculos con lo cual se comprueba lo expuesto por Mazón M. y Fernández G. (10), quienes manifiestan que la transpiración, actividad fisiológica del tubérculo, que consiste en un desprendimiento de vapor de agua a través de la piel del tubérculo, causando pérdidas de peso. Cuando la humedad perdida es mayor del 5% los tubérculos presentan

síntomas de pérdida de turgencia.

En contraste, los tratamientos de 8, 10 y 12 Krad su efecto fue similar, ya que mantuvieron una pérdida de humedad menor del 5% durante 6 meses que duró el experimento, independientemente a la época de irradiación y condición de luz.

Tomando en cuenta todas las observaciones anteriores y las figuras No. 1, 2, 3 y 4 del apéndice No. 5, en las cuales podemos ver el aspecto que presentan los tubérculos al final del experimento, por lo cual nos permite afirmar que los tratamientos de 4 Krad e IPC, se comportaron similar al testigo, perdiendo completamente la turgencia. Y los de 6, 8, 10 y 12 Krad su efecto fue análogo, manteniendo la dureza y turgencia del tubérculo, tanto los anteriores\* tratamientos como éstos\*\*, presentaron su aspecto independiente a la época de aplicación y no así de la condición de luz en la cual fueron almacenados, ya que los tubérculos almacenados en obscuridad, figuras No. 1 y 3 del apéndice No. 5, y tratados con dosis altas de irradiación, presentaron el mejor aspecto para consumo humano, manteniendo su color amarillo crema. Caso contrario con los tubérculos almacenados en luz indirecta Figuras No. 2 y 4 del apéndice No. 5, ya que presentaron un color café opaco y verdoso, con lo que

---

\* = 4 Krad e IPC.

\*\* = 6, 8, 10 y 12 Krad.

se corrobora lo expuesto por Moreno G. (12), que la luz provoca verdeo y como se sabe, los tubérculos son tallos modificados, capaces de sintetizar clorofila que forma una sustancia llamada solanina la -- cual es tóxica para el ser humano.

En base a los resultados obtenidos a través de la interpretación de los diferentes ANDEVA y pruebas de significancia y el comportamiento de la brotación de los tubérculos con sus tratamientos durante el período de 6 meses de almacenamiento, Figuras No. 1, de los apéndices No. 1, 2, 3 y 4, nos permite afirmar que con dosis de 8 Krad aplicada 15 días posterior a la cosecha, inhibe la brotación de los tuberculos en forma irreversible, manteniendo las características para consumo humano, almacenados bajo condición de obscuridad.

La no efectividad del producto químico Isopropyl-n-phenil Carbonato, durante el presente estudio, puede ser a causa de un mal estado del producto por las - condiciones de almacenamiento del mismo y por la forma en que fueron tratados y colocados los tratamien- tos en diferentes ambientes.

Las pudriciones de tubérculos presentadas durante el estudio (menores del 5%), es a consecuencia del cuidado a que se le dé al material durante el manejo, ya que para aplicar las radiaciones hubo necesidad de traer y llevar el material del municipio de Chimaltenango a la planta de irradiación ubicada en el Ministerio de Energía y Minas en la ciudad capital,

lo cual provocó algunos daños mecánicos a los tubérculos, con lo que se corrobora (10) que deben tenerse en cuenta el posible aumento de la podredumbre, al inhibirse la formación del "peridermo de heridas", sin embargo, este último inconveniente puede subsanarse irradiando los tubérculos después de transcurrido el tiempo necesario, para la recuperación de las heridas producidas en la recolección. También fue debido a los cambios del clima ocurridos durante la época de estudio, Figuras No. 1 y 2, lo que concuerda con Moreno G. (12) en el almacenamiento, la temperatura apropiada debe ser menos de 15°C, ya que a mayor temperatura, existe pudrición de tubérculos por no estar en un ambiente frío y lo cual favorece al desarrollo de fitopatógenos.

Al final del experimento se comparó los tubérculos con mejor aspecto para consumo, resultado del experimento, con tubérculos de la misma variedad comprados en el mercado, presentando igual tiempo de cocción y sabor pero menor consistencia los irradiados, estos resultados fueron obtenidos a través de pruebas que se efectuaron con personas tomadas al azar, dándoles a probar las muestras de los tubérculos cocidos, opinando el 90% que no encontraban diferencias en sabor, únicamente que en los tubérculos irradiados, su consistencia era blanda pero aceptable.

CUADRO No. 10.

ANDEVA de un multifactorial 2X2X7X4 en completamente al azar para número de brotes.

Datos transformados a  $\sqrt{X}$

FUENTES DE VARIACION	GL	Fc	Ft (0.05)
<b>PRINCIPALES EFECTOS.</b>			
LUZ	1	10.55	*
TRATAMIENTO	6	471.34	*
LECTURA	3	14.44	*
PERIODO	1	90.94	*
<b>INTERACCIONES DE 2º ORDEN</b>			
LUZ-TRATAMIENTO.	6	1.85	NS
LUZ-LECTURA.	3	2.96	*
LUZ-PERIODO.	1	0.87	NS
TRATAMIENTO-LECTURA.	18	15.81	*
TRATAMIENTO-PERIODO.	6	9.15	*
LECTURA-PERIODO.	3	21.03	*
<b>INTERACCIONES DE 3er ORDEN.</b>			
LUZ-TRATAMIENTO-LECTURA.	18	1.64	NS
LUZ-TRATAMIENTO-PERIODO.	6	0.95	NS
LUZ-LECTURA-PERIODO.	3	0.43	NS
TRATAMIENTO-LECTURA-PERIODO.	18	1.73	*
<b>INTERACCIONES DE 4º ORDEN.</b>			
LUZ-TRATAMIENTO-LECTURA-PERIODO.	18	1.76	*
ERROR	224		
TOTAL	335		

CUADRO No. 11.

Resultados de las pruebas de Tukey para número de brotes por tubérculo en los principales efecto e interacciones de segundo orden.

FUENTES DE VARIACION	COMPARADOR	RESUMEN												
TRATAMIENTOS	WT = 0.12	<u>T</u>	<u>Q</u>	<u>4K</u>	<u>6K</u>	<u>8K</u>	<u>10K</u>	<u>12K</u>						
LECTURAS.	W1 = 0.08	<u>2</u>	-	<u>3</u>	-	<u>4</u>	-	<u>1</u>						
LUZ-LECTURAS.	WL-1 = 0.13	<u>L<sub>1</sub></u>	<u>L<sub>2</sub></u>	<u>L<sub>3</sub></u>	<u>O<sub>2</sub></u>	<u>O<sub>3</sub></u>	<u>O<sub>4</sub></u>	<u>L<sub>1</sub></u>	<u>O<sub>1</sub></u>					
TRATAM.-LECTURAS.	WT-1 = 0.28	<u>T<sub>4</sub></u>	<u>T<sub>3</sub></u>	<u>T<sub>2</sub></u>	<u>Q<sub>4</sub></u>	<u>Q<sub>3</sub></u>	<u>Q<sub>2</sub></u>	<u>T<sub>1</sub></u>	<u>4K<sub>4</sub></u>	<u>Q<sub>1</sub></u>	<u>4K<sub>2</sub></u>	<u>4K<sub>3</sub></u>	<u>6K<sub>3</sub></u>	<u>6K<sub>4</sub></u>
		<u>8K<sub>1</sub>-10K<sub>1</sub>-8K<sub>2</sub>-4K<sub>1</sub>-10K<sub>2</sub>-6K<sub>2</sub>-12K<sub>2</sub>-6K<sub>1</sub>-12K<sub>1</sub>-8K<sub>4</sub>-8K<sub>3</sub>-10K<sub>3</sub>-10K<sub>4</sub>-12K<sub>3</sub>-12K<sub>4</sub></u>												
TRATAM.-PERIODO.		<u>TP<sub>1</sub>-TP<sub>2</sub>-QP<sub>2</sub>-QP<sub>1</sub>-4KP<sub>2</sub>-4KP<sub>1</sub>-6KP<sub>2</sub>-8KP<sub>2</sub>-10KP<sub>2</sub>-6KP<sub>1</sub>-12KP<sub>2</sub></u>												
		<u>8KP<sub>1</sub>-10KP<sub>1</sub>-12KP<sub>1</sub></u>												
LECTURA-PERIODO.	W1-P = 0.13	<u>2P<sub>2</sub></u>	<u>- 1P<sub>2</sub></u>	<u>- 3P<sub>2</sub></u>	<u>- 4P<sub>2</sub></u>	<u>- 4P<sub>1</sub></u>	<u>- 3P<sub>1</sub></u>	<u>- 2P<sub>1</sub></u>	<u>- 1P<sub>1</sub></u>					

CUADRO No. 12.

ANDEVA de un multifactorial 2X2X7X4 en completamente al azar para longitud de brotes.

FUENTES DE VARIACION	GL	Fc	Ft (0.05)
<b>PRINCIPALES EFECTOS</b>			
LUZ	1	109.11	*
TRATAMIENTO.	6	257.31	*
LECTURA.	3	183.84	*
PERIODO.	1	26.85	*
<b>INTERACCIONES DE 2º ORDEN.</b>			
LUZ-TRATAMIENTO.	6	38.29	*
LUZ-LECTURA.	3	17.59	*
LUZ-PERIODO.	1	3.17	NS
TRATAMIENTO-LECTURA.	18	45.04	*
TRATAMIENTO-PERIODO.	6	2.11	NS
LECTURA-PERIODO.	3	2.85	*
<b>INTERACCIONES DE 3er ORDEN.</b>			
LUZ-TRATAMIENTO-LECTURA.	18	9.14	*
LUZ-TRATAMIENTO-PERIODO.	6	0.95	NS
LUZ-LECTURA-PERIODO.	3	3.07	*
TRATAMIENTO-LECTURA-PERIODO.	18	0.95	NS
<b>INTERACCIONES DE 4º ORDEN.</b>			
LUZ-TRATAMIENTO-LECTURA-PERIODO	18	0.78	NS
ERROR	224		
TOTAL	335		

**CUADRO No. 13.**

Resultados de las pruebas de Tukey para longitud de los brotes en los principales efectos e interacciones de segundo orden.

FUENTES DE VARIACION	COMPARADOR	RESUMEN														
TRATAMIENTOS.	WT = 3.27	<u>T</u> <u>Q</u>	4K	6K	8K	10K	12K									
LECTURAS.	W1 = 2.15	4	-	3	-	2	-	1								
LUZ-TRATAMIENTO	WL-T = 5.25	<u>OT-QQ-LT-LQ-04K-L4K-L6K-06K-L8K-08K-010K-012K-L10K-L12K</u>														
LUZ-LECTURA.	WL-1 = 3.59	04	-	03	-	L4	-	<u>L3</u>	-	02	-	L2	-	01	-	L1
TRATAM.-LECTURA.	WT-1 = 7.85	<u>T<sub>4</sub>-Q<sub>4</sub>-T<sub>3</sub>-Q<sub>3</sub>-4K<sub>4</sub>-4K<sub>3</sub>-T<sub>2</sub>-Q<sub>2</sub>-6K<sub>4</sub>-T<sub>1</sub>-4K<sub>2</sub>-6K<sub>3</sub>-Q<sub>1</sub></u>														
		<u>8K<sub>1</sub>-8K<sub>2</sub>-10K<sub>2</sub>-6K<sub>2</sub>-12K<sub>2</sub>-10K<sub>1</sub>-4K<sub>1</sub>-6K<sub>1</sub>-8K<sub>4</sub>-12K<sub>1</sub>-8K<sub>3</sub>-10K<sub>3</sub>-10K<sub>4</sub>-12K<sub>3</sub>-12K<sub>4</sub></u>														
LECTURA-PERIODO.	W1-P = 3.59	<u>4P<sub>2</sub> - 4P<sub>1</sub> - 3P<sub>2</sub> - 3P<sub>1</sub> - 2P<sub>2</sub> - 1P<sub>2</sub> - 2P<sub>1</sub> - 1P<sub>1</sub></u>														

CUADRO No. 14.

ANDEVA de un multifactorial 2X2X7X4 en completamente al azar para grosor de brotes.

FUENTES DE VARIACION	GL	Fc	Ft (0.05)
<b>PRINCIPALES EFECTOS.</b>			
LUZ.	1	101.22	*
TRATAMIENTO.	6	600.24	*
LECTURA.	3	114.71	*
PERIODO.	1	131.58	*
<b>INTERACCIONES DE 2º ORDEN.</b>			
LUZ-TRATAMIENTO.	6	36.30	*
LUZ-LECTURA.	3	41.76	*
LUZ-PERIODO.	1	0.11	NS
TRATAMIENTO-LECTURA.	18	41.52	*
TRATAMIENTO-PERIODO.	6	3.79	*
LECTURA-PERIODO.	3	23.15	*
<b>INTERACCIONES DE 3er ORDEN.</b>			
LUZ-TRATAMIENTO-LECTURA.	18	12.53	*
LUZ-TRATAMIENTO-PERIODO.	6	4.12	*
LUZ-LECTURA-PERIODO.	3	3.97	*
TRATAMIENTO-LECTURA-PERIODO.	18	1.20	NS
<b>INTERACCIONES DE 4º ORDEN</b>			
LUZ-TRATAMIENTO-LECTURA-PERIODO.	18	1.58	NS
ERROR.	224		
TOTAL.	335		

CUADRO No. 15.

Resultados de las pruebas de Tukey para el grosor de los brotes de los tubérculos en los principales efectos e interacciones de segundo orden.

FUENTES DE VARIACION	COMPARADOR	RESUMEN						
TRATAMIENTOS.	WT = 0.39	<u>T</u>	<u>Q</u>	4K	6K	8K	10K	12K
LECTURAS	W1 = 0.18	4	-	3	-	2	-	1
LUZ-TRATAMIENTO	WL-T = 0.44	<u>LT-LQ-OT-OQ-L4K-O4K-L6K-L8K-O10K-O6K-O8K-O12K-L10K-L12K</u>						
LUZ-LECTURA.	WL-1 = 0.30	<u>L4 - L3 - O2 - L2 - O4 - O3 - L1 - O1</u>						
TRATAM. - LECTURA.	WT-1 = 0.47	<u>T4-Q4-T3-Q3-T2-Q2-4K4-T1-4K3-4K2-Q1-10K2-8K1-6K4-8K2</u> <u>6K2-6K3-12K2-10K1-4K1-8K4-6K1-8K3-12K1-10K3-10K4-12K3-12K4</u>						
TRATAM. - PERIODO	WT-P = 0.44	<u>TP<sub>2</sub> - QP<sub>2</sub> - TP<sub>1</sub> - QP<sub>1</sub> - 4KP<sub>2</sub> - 4KP<sub>1</sub> - 8KP<sub>2</sub> - 6KP<sub>2</sub> - 10KP<sub>2</sub></u> <u>12KP<sub>2</sub>-6KP<sub>1</sub>-8KP<sub>1</sub>-10KP<sub>1</sub>-12KP<sub>1</sub></u>						
LECTURA-PERIODO.	W1-P = 0.30	<u>4P<sub>2</sub> - 2P<sub>2</sub> - 4P<sub>1</sub> - 3P<sub>2</sub> - 3P<sub>1</sub> - 1P<sub>2</sub> - 2P<sub>1</sub> - 1P<sub>1</sub></u>						

CUADRO No. 16.

ANDEVA de un multifactorial 2X2X7X4 en completamente al azar para peso de tubérculos.

FUENTES DE VARIACION	GL	Fc	Ft (0.05)
<u>PRINCIPALES EFECTOS.</u>			
LUZ.	1	6.89	*
TRATAMIENTO.	6	9.46	*
LECTURA.	3	49.44	*
PERIODO.	1	19.96	*
<u>INTERACCIONES DE 2º ORDEN.</u>			
LUZ-TRATAMIENTO.	6	2.34	*
LUZ-LECTURA.	3	0.55	NS
LUZ-PERIODO.	1	4.24	*
TRATAMIENTO-LECTURA.	18	3.00	*
TRATAMIENTO-PERIODO.	6	2.82	*
LECTURA-PERIODO.	3	0.11	NS
<u>INTERACCIONES DE 3er ORDEN.</u>			
LUZ-TRATAMIENTO-LECTURA.	18	0.14	NS
LUZ-TRATAMIENTO-PERIODO.	6	4.16	*
LUZ-LECTURA-PERIODO.	3	0.02	NS
TRATAMIENTO-LECTURA-PERIODO.	18	0.08	NS
<u>INTERACCIONES DE 4º ORDEN.</u>			
LUZ-TRATAMIENTO-LECTURA-PERIODO.	18	0.023	NS
ERROR.	224		
TOTAL.	335		

**CUADRO No. 17.**

Resultados de las pruebas de Tukey para el peso de papas en los principales efectos e interacciones de segundo orden.

FUENTES DE VARIACION	COMPARADOR	RESUMEN
TRATAMIENTOS.	WT = 4.62	<u>6K - 12K - 10K - 8K - 4K - Q - T</u>
LECTURAS.	WI = 3.04	<u>1 - 2 - 3 - 4</u>
LUZ-TRATAMIENTO.	WL-T = 7.43	<u>06K-010K-08K-012K-L6K-L12K-04K-L10K-L4K-L8K-LQ-LT-OT-OQ</u>
LUZ-PERIDO.	WL-P = 3.04	<u>OP<sub>1</sub> - LP<sub>1</sub> - OP<sub>2</sub> - LP<sub>2</sub></u>
TRATAM.-LECTURA.	WT-1 = 11.11	<u>6K1-4K1-6K2-Q1-10K1-12K1-T1-4K2-8K1-6K3-12K2-10K2-Q2-8K2-T2</u> <u>10K3-12K3-8K3-12K4-10K4-6K4-4K3-8K4-Q3-T3-4K4-Q4-T4</u>
TRATAM.-PERIODO.	WT-P = 7.43	<u>12KP1-10KP1-8KP1-8KP2-12KP2-6KP2-10KP2-6KP1-QP1-4KP1-TP1-4KP2-QP2-TP2</u>

## VII. CONCLUSIONES

Como consecuencia de los resultados obtenidos se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. En el tratamiento testigo, la brotación comenzó al mes de la recolección, alcanzando el máximo desarrollo a los seis meses, comparado con los otros tratamientos.
2. Los tubérculos tratados con 4, 6 Krad (Kilorad) e IPC se comportaron de modo análogo al testigo, permitiendo la brotación de los tubérculos independiente de la época de aplicación y condición de almacenamiento.
3. La radiación gamma inhibe la brotación de los tubérculos de forma irreversible, con dosis de 8, 10 y 12 Krad, independiente de la época de irradiación y condición de iluminación, sin embargo, los tubérculos almacenados en oscuridad mantuvieron las características ideales para consumo humano.
4. La irradiación temprana con 8 Krad, bajo condición de oscuridad, es la dosis óptima para conservar perfectamente tubérculos para consumo durante más de 6 meses, sin mayores pérdidas de peso ni de turgencia y con buen aspecto para el consumidor.

5. Las pérdidas de peso en los tubérculos tratados con 4 Krad e IPC fue similar a la que se observó en el testigo 20-30% independiente del periodo de aplicación y condición de luz.
6. Las pérdidas de peso en los tubérculos irradiados con dosis de 8, 10 y 12 Krad, fue menor del 10%, siendo su efecto muy parecido, independiente de la época de irradiación y condición de luz.
7. Los tubérculos tratados con 4 Krad e IPC presentaron pérdidas de humedad igual al testigo, menores en 10%, provocándoles mal aspecto para consumo, independiente de la época de aplicación y condición de almacenamiento.
8. Los tubérculos irradiados con dosis de 8, 10 y 12 Krad, conservaron un porcentaje de pérdida de humedad menor del 5%, independiente de la época de irradiación y condición de luz.
9. En los tubérculos irradiados con altas dosis y almacenados bajo condición de luz indirecta, se inhibió la brotación pero presentaron solanina, lo que es tóxica para el humano, debido al sistema de almacenamiento.
10. La susceptibilidad de los tubérculos a las infecciones microbianas, está determinada por el manejo del material, al momento de efectuar la radiación, por el efecto de la humedad relativa y la temperatura durante el almacenamiento.

### VIII. RECOMENDACIONES

1. Para la región en la cual se llevó a cabo el estudio, se recomienda utilizar las técnicas nucleares para inhibir la brotación de tubérculos de papa, aplicando una dosis de 8 Krad, 15 días posterior a su cosecha y almacenados en condiciones de obscuridad.
2. Es conveniente continuar evaluando las diferentes dosis de irradiación e IPC para inhibir la brotación en tubérculos de papa utilizadas en este estudio, pero en condiciones climáticas - diferentes, para determinar la susceptibilidad de los tubérculos a las infecciones microbianas.
3. Efectuar estudios evaluando las dosis de irradiación gamma de Cobalto-60, utilizadas en el presente trabajo, en diferentes cultivos hortícolas sujetos a conservación.
4. Para un mejor resultado y aprovechamiento en la aplicación de rayos gamma de Cobalto-60, se recomienda construir un irradiador móvil de - uso múltiple, blindado de plomo, para irradiar distintos productos agrícolas. Permitiendo el desplazamiento a distintas zonas de producción y acopio, evitando daños mecánicos de los mismos y bajando los costos del almacenamiento de los productos sujetos a irradiación.

LX. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. BAYER (GUATEMALA) Birgin. Circular Técnica.  
1 p.
2. CRUZ, R. DE LA. Clasificación de las zonas de vida en Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. p. 24.
3. FERNANDEZ G, J. y GARCIA C, M.A. Estudio de la radiación gamma sobre la brotación de yemas de tubérculos de patata (Solanum tuberosum L.) y desarrollo de un test biológico para la identificación de tubérculos irradiados. Madrid, Junta de Energía Nuclear, 1976. p. - irr.
4. FERNANDEZ, M.M. Niveles de nitrógeno, fósforo y magnesio en suelos bajo el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) variedad Loman, en el área de San José Pacul, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. pp. 9-10.
5. GUATEMALA, INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. El cultivo de la papa en Guatemala. Folleto Técnico No. 6, 1977. pp. 1-5.
6. \_\_\_\_\_. Primer curso sobre Tecnología del cultivo de la papa y técnicas de producción de semilla. Quetzaltenango, Guatemala, 1980. pp. 13-15.
7. GUTIERREZ A, A. Efecto de la aplicación del ácido giberélico sobre la brotación y rendimiento de los tubérculos de papa (Solanum tuberosum L.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. pp. 16-17.

8. HERNANDEZ D, A.G. Determinación de tamaño óptimo de parcela para estudios experimentales en dos variedades de papa (Solanum tuberosum L.) en el altiplano central de Guatemala. - Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. -- pp. 23-24.
9. JARAMILLO, A. La papa; control de sus enfermedades y plagas en América Latina. Florida, Rohm and Haas, s.f. pp. 3-5.
10. MAZON M, M.P. y FERNANDEZ G, J. Efecto de la radiación gamma sobre la conservación de tubérculos de patata (Solanum tuberosum L.) durante el período de almacenamiento. Madrid, Junta de Energía Nuclear, 1976. pp. 2-22.
11. MIRANDA, O.H. Determinación de dosis óptima económicas para capital limitado e ilimitado en el uso de nitrógeno, fósforo y distancias de siembra en el cultivo de papa (Solanum tuberosum L.) para el altiplano central de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. pp. 61.
12. MORENO, G.B. El cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.) en el municipio de Santa Cruz Balanyá, Departamento de Chimaltenango. Monografía EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1980. -- p. irr.
13. OVALLE, W.R. Evaluación de la efectividad de dos inhibidores de la brotación en papa almacenada para consumo en el valle de Orintepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. pp. 5-12.

14. REYES, C.P. Diseño de experimentos agrícolas. México, Trillas, 1978. pp. 61-116.
15. ROSALES, G.A. Preferencia a nivel de consumidor entre dos variedades comerciales de papa (Solanum tuberosum L.) y una variedad experimental. Tesis Ing: Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. pp. 5-38.
16. T. ALVIM, P. DE. Como conservar papa sin refrigerarla. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Serie de Divulgación Popular, Boletín No. 2. s.f. pp. 8.



*[Handwritten signature]*

X. APENDICES.

1. APENDICE No. 1.

CUADRO No. 1.

Número total de brotes referidos a 100 tubérculos, en función del tiempo, bajo condición de obscuridad, tratados a final de Febrero (I irradiación temprana).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4*	6*	8	10	12	
15-3-83	204.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	200.00
30-3-83	208.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	220.00
15-4-83	208.00	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	233.00
30-4-83	212.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.00
15-5-83	237.00	167.00	0.00	0.00	0.00	0.00	203.00
30-5-83	270.00	213.00	0.00	0.00	0.00	0.00	226.00
15-6-83	279.00	227.00	53.00	0.00	0.00	0.00	230.00
30-6-83	280.00	220.00	53.00	0.00	0.00	0.00	203.00
15-7-83	280.00	220.00	60.00	0.00	0.00	0.00	207.00
30-7-83	280.00	217.00	40.00	0.00	0.00	0.00	207.00
15-8-83	283.00	217.00	0.00	0.00	0.00	0.00	207.00
30-8-83	288.00	173.00	0.00	0.00	0.00	0.00	210.00

\* = Brotes sensibles al manejo

CUADRO No. 2.

Número total de brotes referidos a 100 tubérculos, en función del tiempo bajo condición de luz indirecta, tratados a final de Febrero (I irradiación temprana).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4*	6*	8*	10**	12**	
15-3-83	187.00	4.00	0.00	0.00	12.00	4.00	104.00
30-3-83	208.00	17.00	0.00	0.00	12.00	4.00	140.00
15-4-83	233.00	46.00	0.00	0.00	0.00	0.00	162.00
30-4-83	262.00	162.00	0.00	0.00	0.00	0.00	225.00
15-5-83	262.00	192.00	12.00	0.00	0.00	0.00	217.00
30-5-83	266.00	229.00	33.00	0.00	0.00	0.00	217.00
15-6-83	266.00	196.00	33.00	0.00	0.00	0.00	217.00
30-6-83	217.00	171.00	37.00	12.00	0.00	0.00	208.00
15-7-83	271.00	167.00	67.00	8.00	0.00	0.00	225.00
30-7-83	275.00	162.00	75.00	4.00	0.00	0.00	246.00
15-8-83	275.00	204.00	92.00	4.00	0.00	0.00	246.00
30-8-83	275.00	221.00	92.00	5.00	0.00	0.00	254.00

\* = Brotes sensibles al manejo.

\*\* = El desarrollo de los brotes truncado.

CUADRO No. 3.

Número total de brotes referidos a 100 tubérculos, en función del tiempo bajo condición de obscuridad, tratados a final de Marzo. (II irradiación tardía).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4*	6*	8**	10**	12**	
15-4-83	203.00	50.00	22.00	33.00	40.00	17.00	157.00
30-4-83	210.00	87.00	96.00	82.00	77.00	43.00	253.00
15-5-83	227.00	87.00	79.00	87.00	73.00	43.00	243.00
30-5-83	227.00	87.00	50.00	42.00	43.00	33.00	238.00
15-6-83	233.00	87.00	50.00	42.00	33.00	33.00	233.00
30-6-83	233.00	90.00	50.00	36.00	33.00	0.00	227.00
15-7-83	235.00	105.00	50.00	25.00	0.00	0.00	223.00
30-7-83	240.00	120.00	53.00	25.00	0.00	0.00	220.00
15-8-83	243.00	110.00	53.00	33.00	0.00	0.00	220.00
30-8-83	243.00	110.00	53.00	40.00	0.00	0.00	220.00
15-9-83	248.00	110.00	53.00	40.00	0.00	0.00	216.00
30-9-83	248.00	110.00	33.00	40.00	0.00	0.00	216.00

\* = Brotes sensibles al manejo.

\*\* = El desarrollo de los brotes truncado.

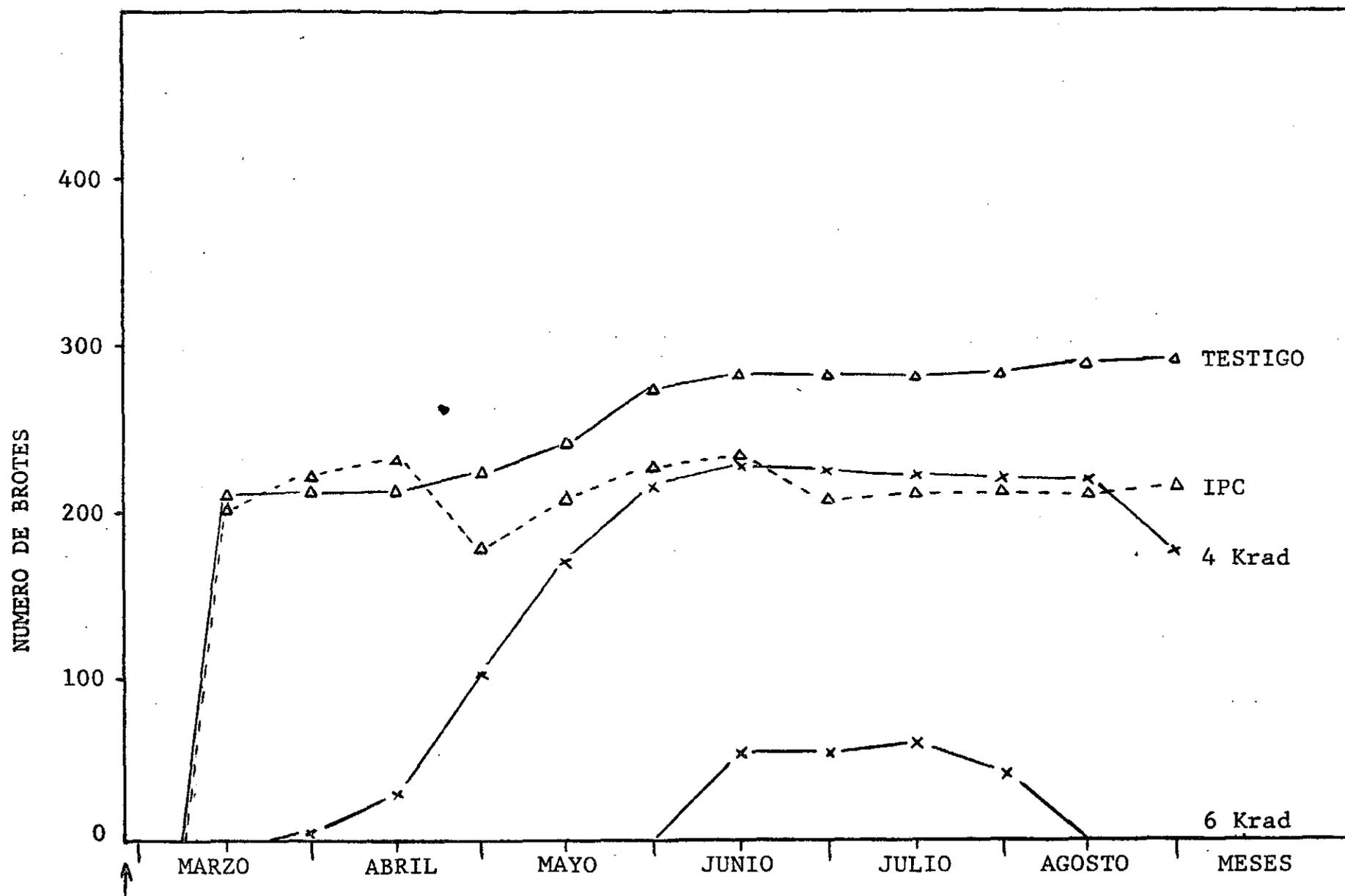
CUADRO No. 4.

Número total de brotes referidos a 100 tubérculos, en función del tiempo, bajo condiciones de luz indirecta, tratados a final de Marzo. (II irradiación tardía).

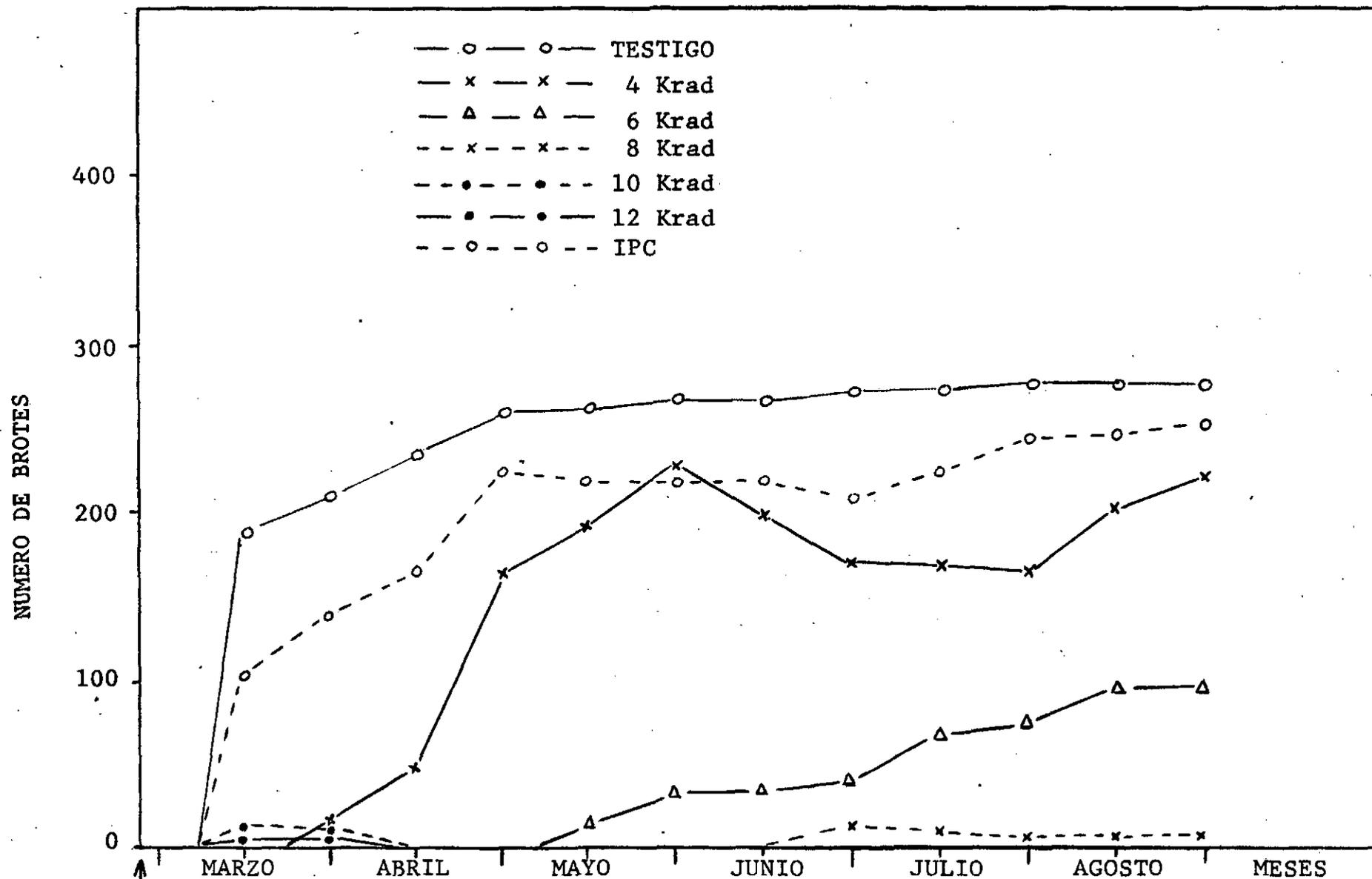
FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					IPC
		4*	6*	8**	10**	12**	
15-4-83	183.00	25.00	29.00	100.00	29.00	20.00	212.00
30-4-83	254.00	54.00	33.00	120.00	79.00	33.00	216.00
15-5-83	266.00	183.00	17.00	104.00	70.00	21.00	233.00
30-5-83	279.00	204.00	29.00	70.00	33.00	21.00	237.00
15-6-83	283.00	204.00	79.00	60.00	33.00	21.00	229.00
30-6-83	283.00	204.00	79.00	60.00	33.00	0.00	221.00
15-7-83	287.00	196.00	79.00	40.00	33.00	0.00	221.00
30-7-83	295.00	150.00	79.00	29.00	0.00	0.00	225.00
15-8-83	295.00	160.00	75.00	29.00	0.00	0.00	225.00
30-8-83	295.00	160.00	70.00	29.00	0.00	0.00	230.00
15-9-83	295.00	175.00	67.00	29.00	0.00	0.00	233.00
30-9-83	295.00	183.00	67.00	29.00	0.00	0.00	237.00

\* = Brotes sensibles al manejo.

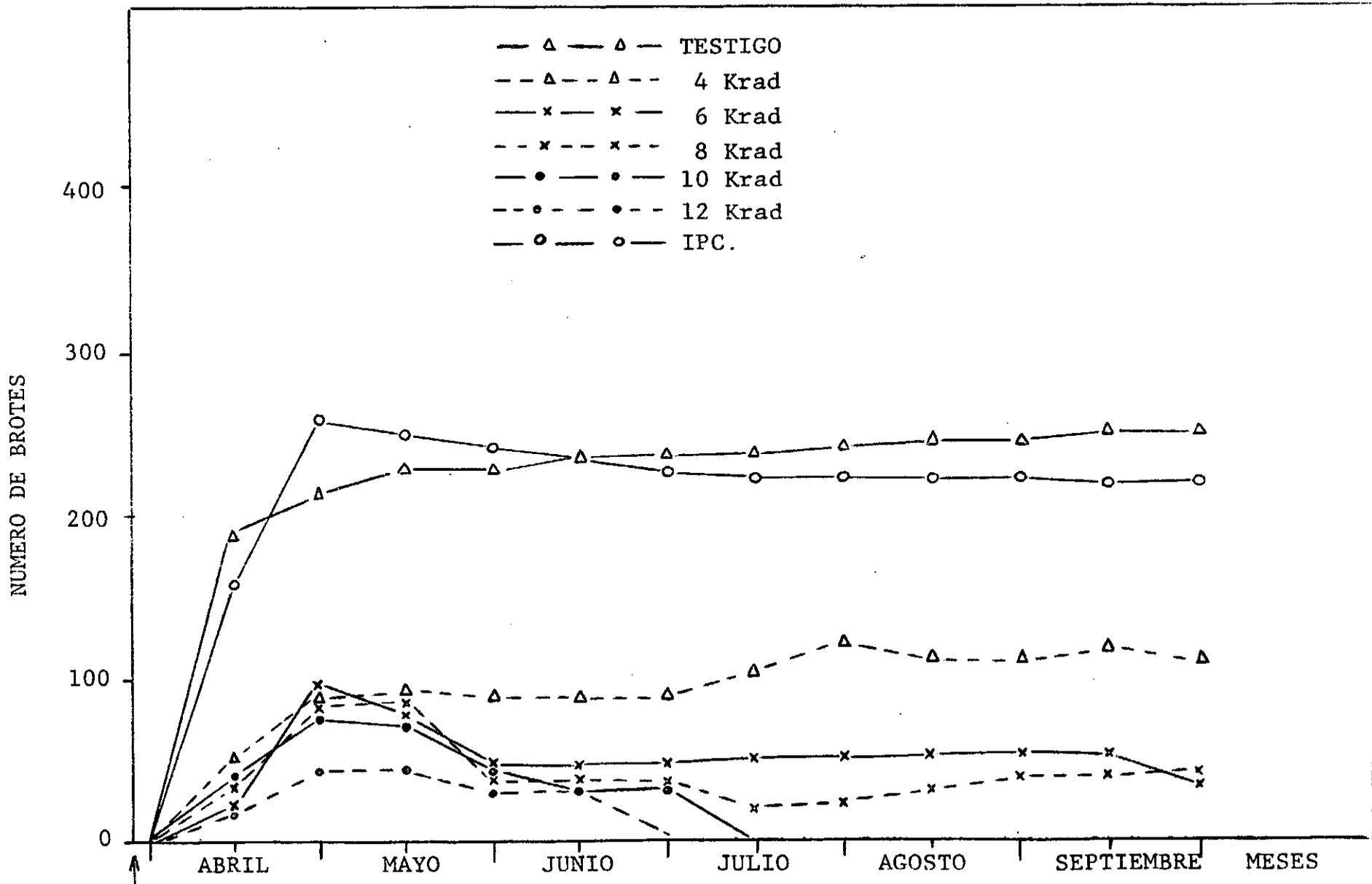
\*\* = El desarrollo de los brotes truncado.



Irradiación I. FIG. No. 1. Evolución del número total de brotes referido a 100 tubérculos en función del tiempo bajo condición de obscuridad. I : Irradiación de Febrero.



Irradiación I. FIG. No. 2. Evolución del número total de brotes referido a 100 tubérculos en función del tiempo bajo condición de luz indirecta. I : Irradiación de Febrero



Irradiación II. FIG. No. 3. Evolución del número total de brotes referido a 100 tubérculos en función del tiempo bajo condición de obscuridad. II : Irradiación de Marzo.

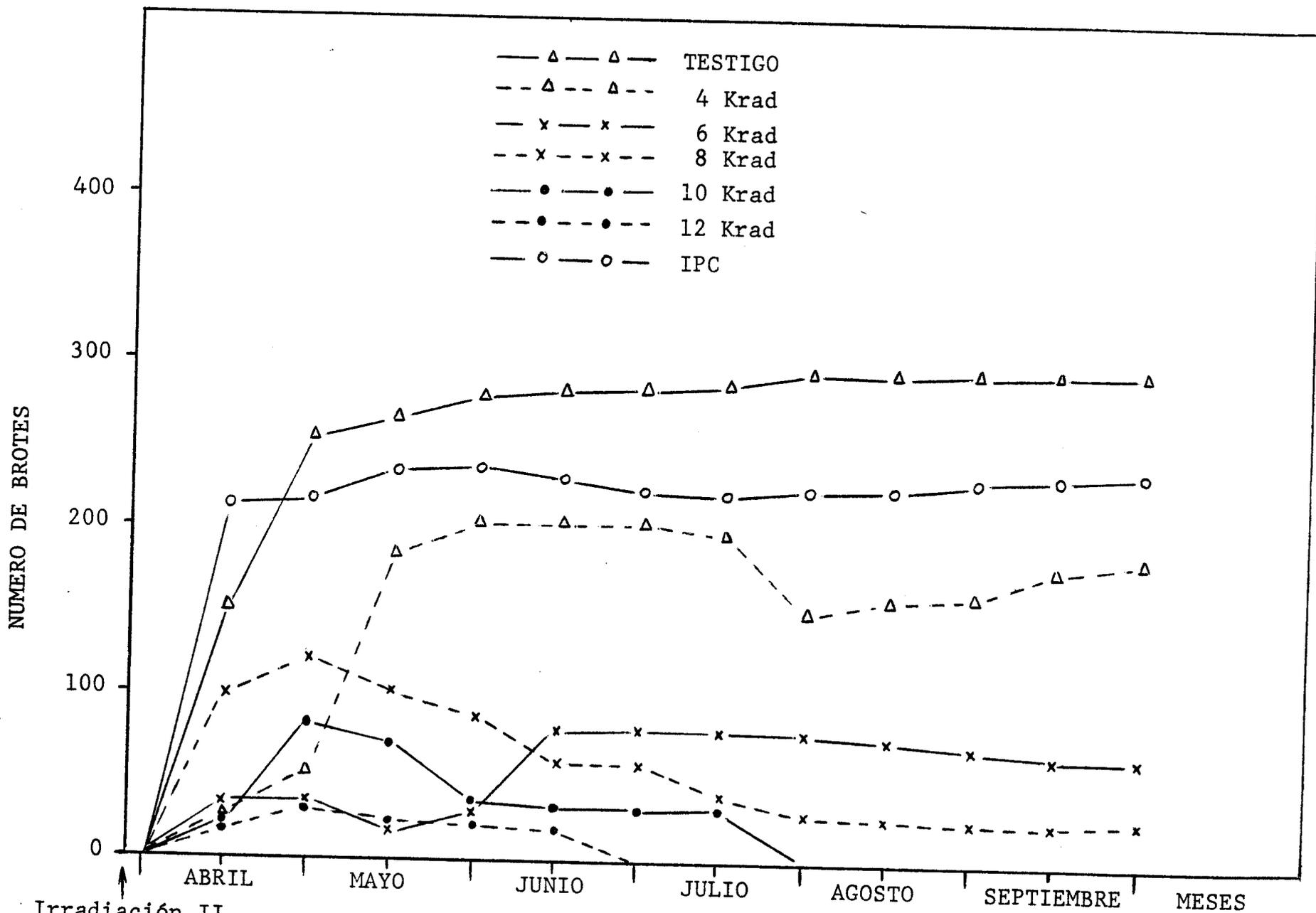


FIG. No. 4. Evolución del número total de brotes referido a 100 tubérculos en función del tiempo bajo condición de luz indirecta. II : Irradiación de Marzo.

2. APENDICE No. 2.

CUADRO No. 1.

Longitud total de los brotes en centímetros, referida a 100 tubérculos, en función del tiempo, bajo condición de obscuridad, tratados a finales de Febrero. (I irradiación temprana).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4*	6*	8	10	12	
15-3-83	51.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	34.90
30-3-83	80.00	4.20	0.00	0.00	0.00	0.00	91.80
15-4-84	166.67	28.40	0.00	0.00	0.00	0.00	177.10
30-4-83	183.61	51.80	0.00	0.00	0.00	0.00	163.00
15-5-83	213.33	84.50	0.00	0.00	0.00	0.00	205.10
30-5-83	283.33	122.00	0.00	0.00	0.00	0.00	230.04
15-6-83	306.67	162.40	39.90	0.00	0.00	0.00	283.20
30-6-83	447.46	179.60	47.10	0.00	0.00	0.00	287.40
15-7-83	533.33	201.00	57.90	0.00	0.00	0.00	347.50
30-7-83	646.67	204.50	27.40	0.00	0.00	0.00	456.70
15-8-83	760.00	218.20	0.00	0.00	0.00	0.00	563.70
30-8-83	888.00	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	731.90

\* = Brotes sensibles al manejo.

CUADRO No. 2.

Longitud total de los brotes en centímetros, referida a 100 tubérculos, en función del tiempo, bajo condición de luz indirecta, tratados a finales de Febrero. (I: Irradiación temprana).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4*	6*	8*	10**	12**	
15-3-83	23.01	0.00	0.00	0.00	3.80	2.10	13.60
30-3-83	34.54	13.80	0.00	0.00	3.80	2.00	49.20
15-4-83	54.98	29.80	0.00	0.00	0.00	0.00	73.90
30-4-83	61.45	44.30	0.00	0.00	0.00	0.00	61.70
15-5-83	108.70	76.00	4.80	0.00	0.00	0.00	121.70
30-5-83	147.92	108.76	16.25	0.00	0.00	0.00	154.06
15-6-83	215.50	117.44	29.79	0.00	0.00	0.00	203.40
30-6-83	289.08	121.50	34.57	5.00	0.00	0.00	212.33
15-7-83	295.93	130.92	51.33	5.00	0.00	0.00	231.37
30-7-83	318.02	155.56	77.17	4.17	0.00	0.00	260.50
15-8-83	348.75	166.73	116.88	4.17	0.00	0.00	296.06
30-8-83	357.28	191.03	158.83	6.25	0.00	0.00	322.60

\* = Brotes sensibles al manejo.

\*\* = El desarrollo de los brotes truncado.

CUADRO No. 3.

Longitud total de los brotes en centímetros, referida a 100 tubérculos, en función del tiempo, bajo condición de obscuridad, tratados a finales de Marzo. (II: Irradiación tardía).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4*	6*	8**	10**	12**	
15-4-83	120.75	24.67	19.60	19.58	26.00	15.00	104.00
30-4-83	183.78	100.83	79.58	50.92	72.00	43.00	141.50
15-5-83	197.04	102.54	75.00	66.46	66.00	41.00	177.38
30-5-83	243.00	102.54	74.58	40.21	44.38	37.08	228.96
15-6-83	269.00	125.15	74.58	40.21	20.40	37.08	284.70
30-6-83	401.70	168.00	75.10	30.40	20.40	0.00	305.60
15-7-83	442.74	170.03	75.10	18.50	0.00	0.00	340.00
30-7-83	535.63	304.17	80.42	16.50	0.00	0.00	420.00
15-8-83	580.00	290.40	80.00	24.00	0.00	0.00	480.00
30-8-83	620.00	286.98	62.00	40.00	0.00	0.00	586.00
15-9-83	732.96	292.17	62.00	37.29	0.00	0.00	713.88
30-9-83	763.05	292.17	36.38	37.29	0.00	0.00	754.58

\* = Brotes sensibles al manejo.

\*\* = El desarrollo de los brotes truncado.

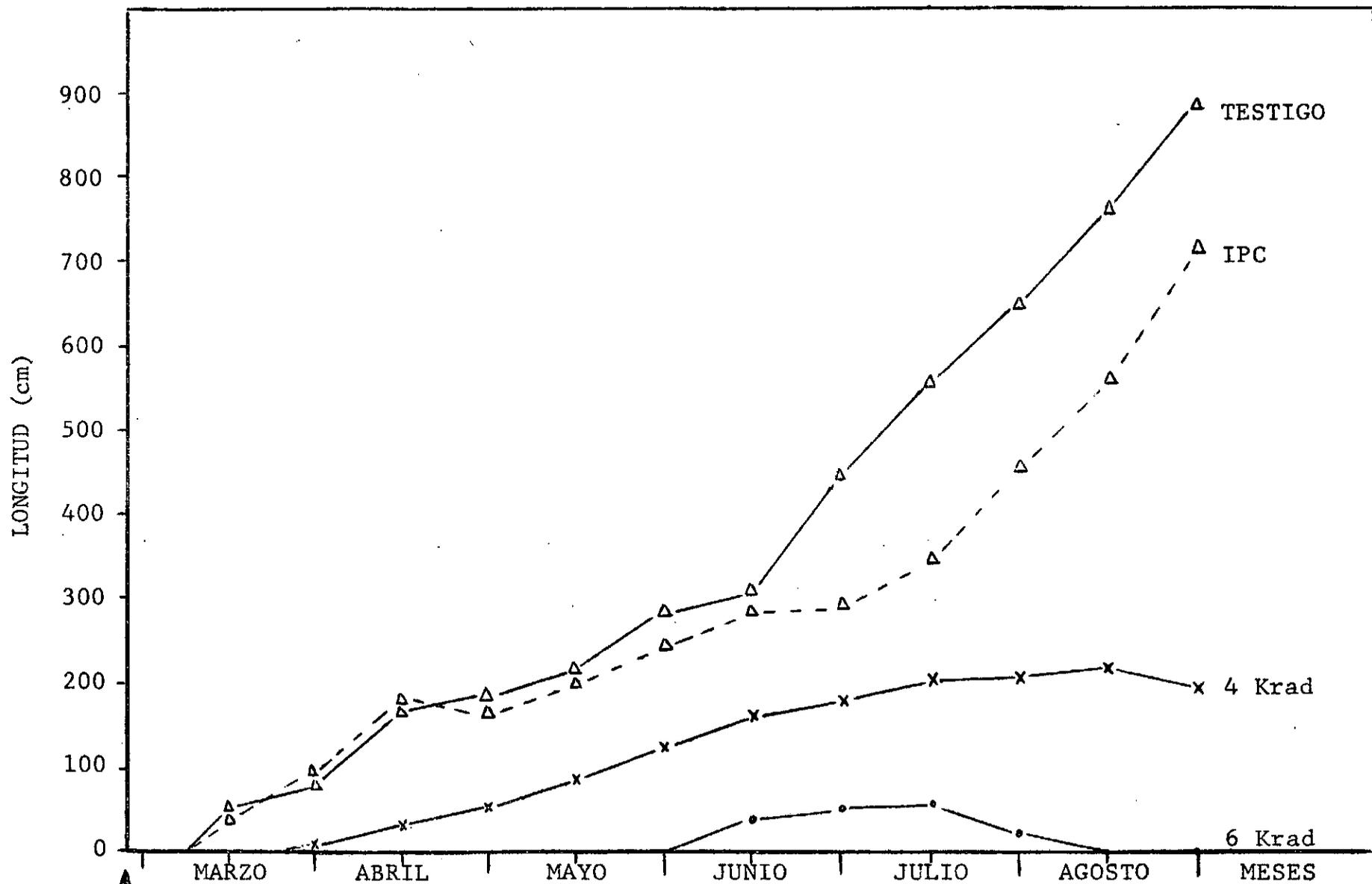
CUADRO No. 4.

Longitud total de los brotes en centímetros, referida a 100 tubérculos, en función del tiempo, bajo condición de luz indirecta, tratados a final de Marzo. (II: Irradiación tardía).

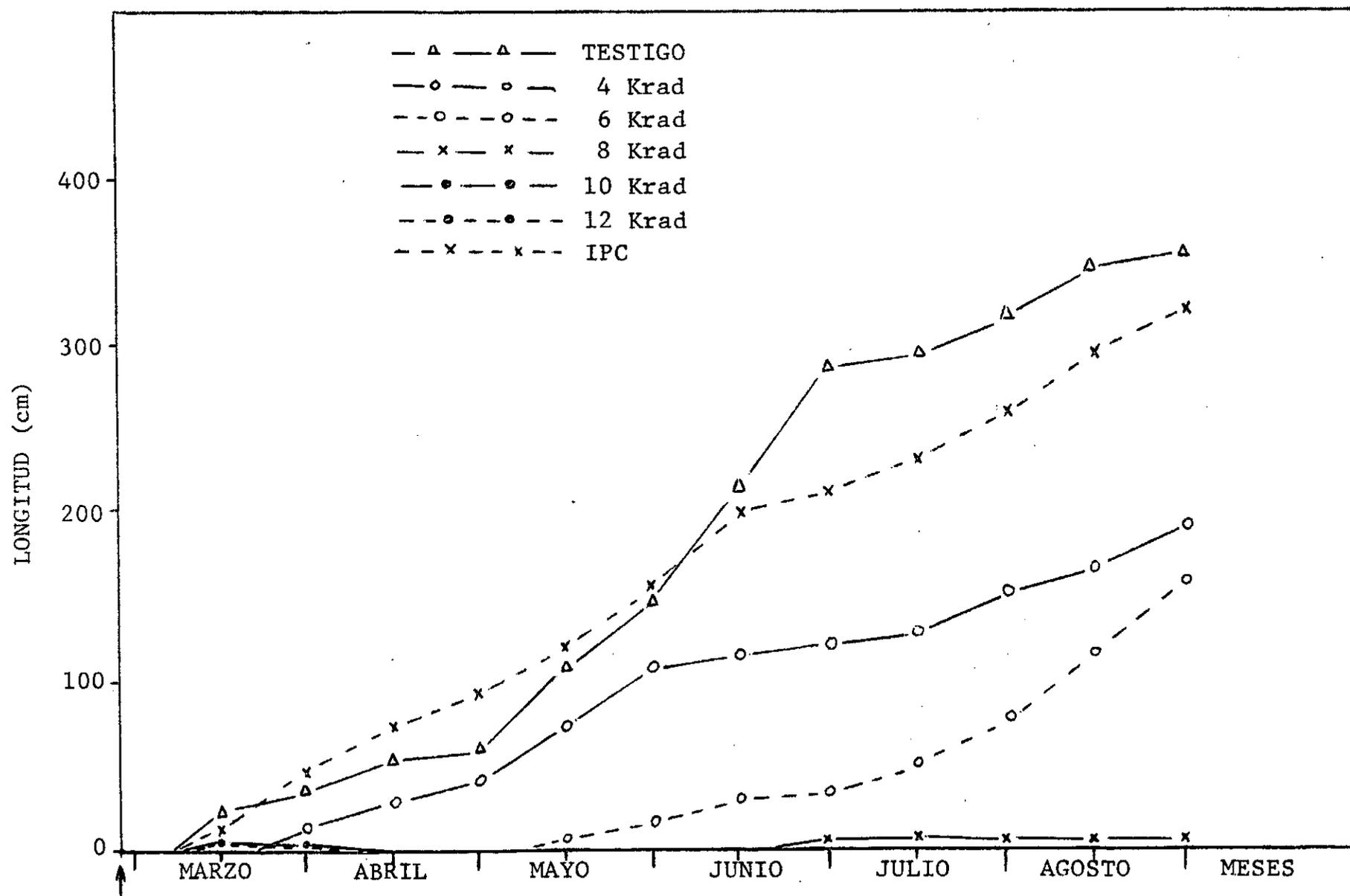
FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4*	6*	8**	10**	12**	
15-4-83	89.70	17.30	28.10	74.70	18.10	4.80	61.70
30-4-83	89.90	30.90	30.40	74.70	37.60	21.00	77.30
15-5-83	110.00	32.90	18.80	60.30	24.70	16.30	98.70
30-5-83	135.90	84.20	16.50	50.80	19.80	14.80	122.20
15-6-83	168.60	87.02	30.40	50.58	19.80	14.80	154.51
30-6-83	209.60	115.50	56.88	40.00	19.80	0.00	182.50
15-7-83	215.90	102.60	57.29	25.00	19.80	0.00	205.30
30-7-83	252.10	100.10	57.29	20.00	0.00	0.00	242.70
15-8-83	273.40	115.40	70.40	15.00	0.00	0.00	263.60
30-8-83	295.20	132.82	85.60	15.00	0.00	0.00	284.90
15-9-83	313.42	147.74	110.60	15.00	0.00	0.00	310.60
30-9-83	349.60	196.50	140.00	13.20	0.00	0.00	340.00

\* = Brotes sensibles al manejo.

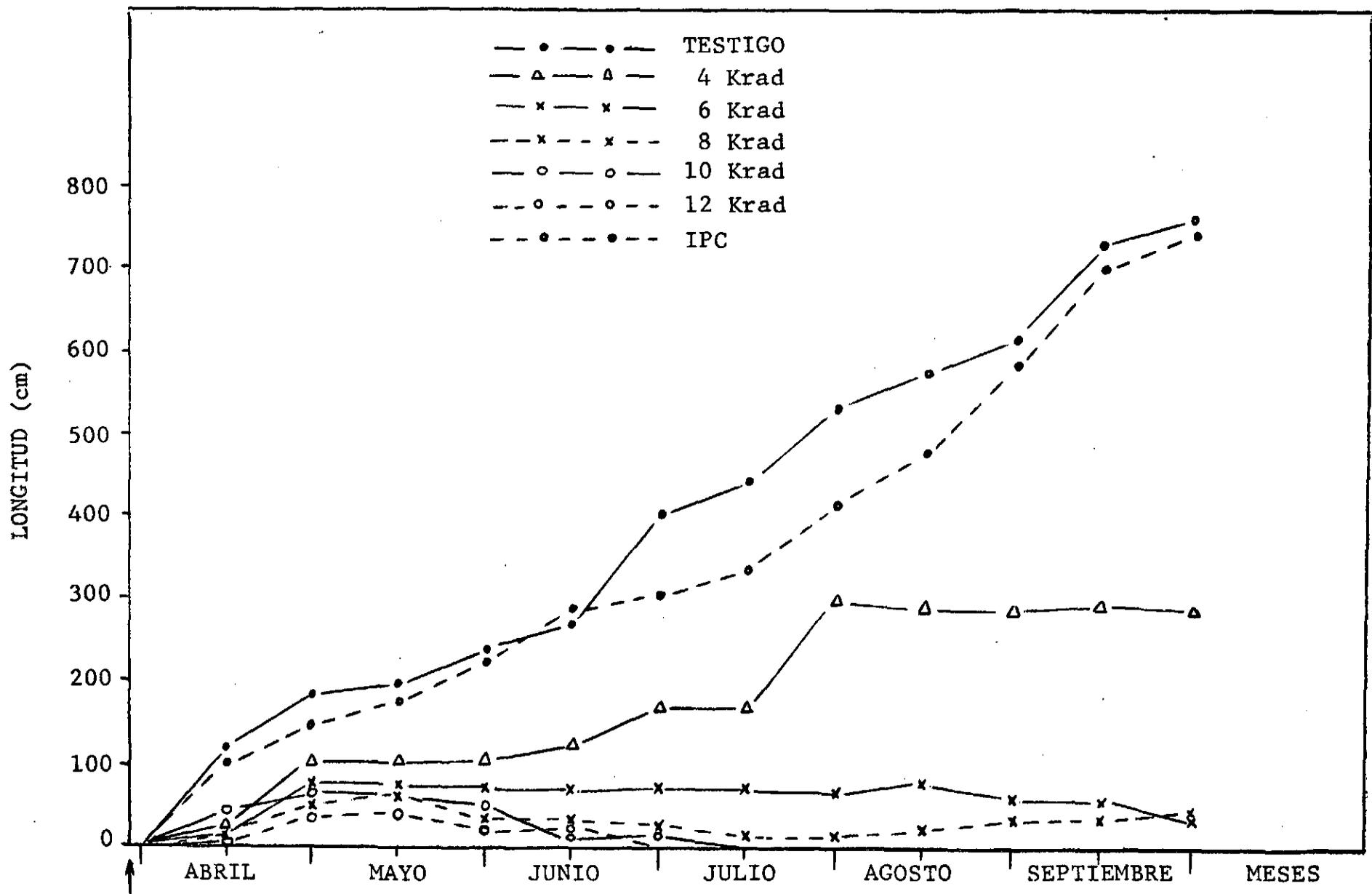
\*\* = El desarrollo de los brotes truncados.



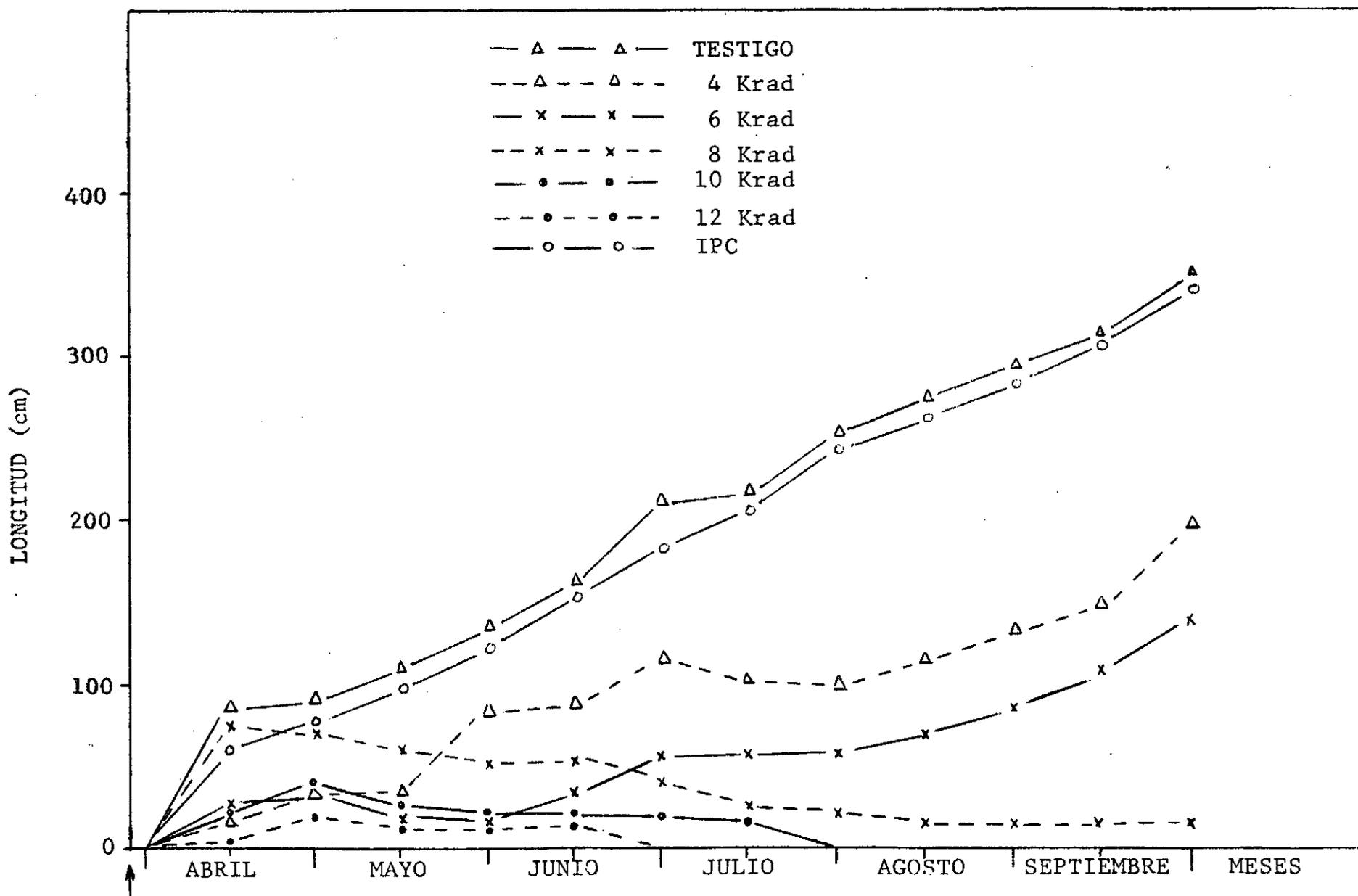
Irradiación I. FIG. No. 1. Evolución de la longitud total de los brotes referido a 100 tubérculos, en función del tiempo bajo condición de obscuridad. I : Irradiación de Febrero.



Irradiación I. FIG. No. 2. Evolución de la longitud total de los brotes referida a 100 tubérculos en función del tiempo, bajo condición de luz indirecta.  
I : Irradiación en Febrero.



Irradiación II. FIG. No. 3. Evolución de la longitud total de los brotes referida a 100 tubérculos, en función del tiempo bajo condición de oscuridad. II : Irradiación de Marzo.



Irradiación II. FIG. No. 4. Evolución de la longitud total de los brotes referida a 100 tubérculos, en función del tiempo bajo condición de luz indirecta.  
II : Irradiación de Marzo.

3. APENDICE No. 3.

CUADRO No. 1.

Promedio del grosor de los brotes en milímetros de los tubérculos, en función del tiempo, bajo condiciones de obscuridad, tratados a finales de Febrero. (I: Irradiación temprana).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4*	6*	8	10	12	
15-3-83	1.67	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.71
30-3-83	1.89	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	1.98
15-4-83	3.07	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.59
30-4-83	3.08	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	2.59
15-5-83	3.25	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00	2.72
30-5-83	3.34	2.06	0.00	0.00	0.00	0.00	2.90
15-6-83	3.36	2.02	1.20	0.00	0.00	0.00	3.00
30-6-83	3.37	2.02	1.00	0.00	0.00	0.00	3.14
15-7-83	3.38	2.21	1.00	0.00	0.00	0.00	3.26
30-7-83	3.39	2.34	1.00	0.00	0.00	0.00	3.35
15-8-83	3.45	2.45	0.00	0.00	0.00	0.00	3.42
30-8-83	3.58	2.53	0.00	0.00	0.00	0.00	3.50

\* = Brotes sensibles al manejo.

CUADRO No. 2.

Promedio del grosor de los brotes en milímetros de los tubérculos, en función del tiempo, bajo condición de luz indirecta, tratados a finales de Febrero. (I: Irradiación temprana).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTO APLICADOS						
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					IPC
		4*	6*	8*	10**	12**	
15-3-83	1.18	0.00	0.00	0.00	1.67	2.50	1.15
30-3-83	1.45	1.75	0.00	0.00	2.00	2.50	1.66
15-4-83	2.04	2.07	0.00	0.00	0.00	0.00	2.44
30-4-83	2.60	2.22	0.00	0.00	0.00	0.00	2.79
15-5-83	3.07	2.58	1.50	0.00	0.00	0.00	3.86
30-5-83	3.96	2.70	1.50	0.00	0.00	0.00	5.59
15-6-83	5.41	2.75	1.80	0.00	0.00	0.00	5.60
30-6-83	6.11	2.95	1.58	1.00	0.00	0.00	6.27
15-7-83	6.11	2.96	1.50	1.20	0.00	0.00	6.37
30-7-83	6.40	3.21	1.50	1.50	0.00	0.00	6.47
15-8-83	6.67	3.00	1.39	1.50	0.00	0.00	6.67
30-8-83	7.23	3.05	1.39	1.50	0.00	0.00	7.02

\* = Brotes sensibles al manejo.

\*\* = El desarrollo de los brotes truncado.

CUADRO No. 3.

Promedio de grosor de los brotes en milímetros de los tubérculos, en función del tiempo, bajo condición de obscuridad, tratados a finales de Marzo. (II: Irradiación tardía).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC.
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4*	6*	8**	10**	12**	
15-4-83	2.26	1.58	1.60	1.87	2.19	2.17	2.33
30-4-83	3.75	2.25	2.05	3.42	3.52	3.00	3.08
15-5-83	3.75	2.65	3.11	3.34	3.57	3.00	3.23
30-5-83	3.76	2.43	3.33	2.97	3.70	3.00	3.51
15-6-83	3.76	2.51	3.33	2.97	3.25	3.00	3.46
30-6-83	3.60	2.51	2.52	2.75	3.25	0.00	3.46
15-7-83	3.60	2.40	2.52	2.75	0.00	0.00	3.50
30-7-83	3.70	2.33	2.60	2.75	0.00	0.00	3.50
15-8-83	3.73	2.33	2.60	2.75	0.00	0.00	3.61
30-8-83	3.73	2.33	2.60	2.75	0.00	0.00	3.74
15-9-83	3.73	2.57	2.60	2.75	0.00	0.00	3.97
30-9-83	4.00	3.25	2.60	2.75	0.00	0.00	3.97

\* = Brotes sensibles al manejo.

\*\* = El desarrollo de los brotes truncado.

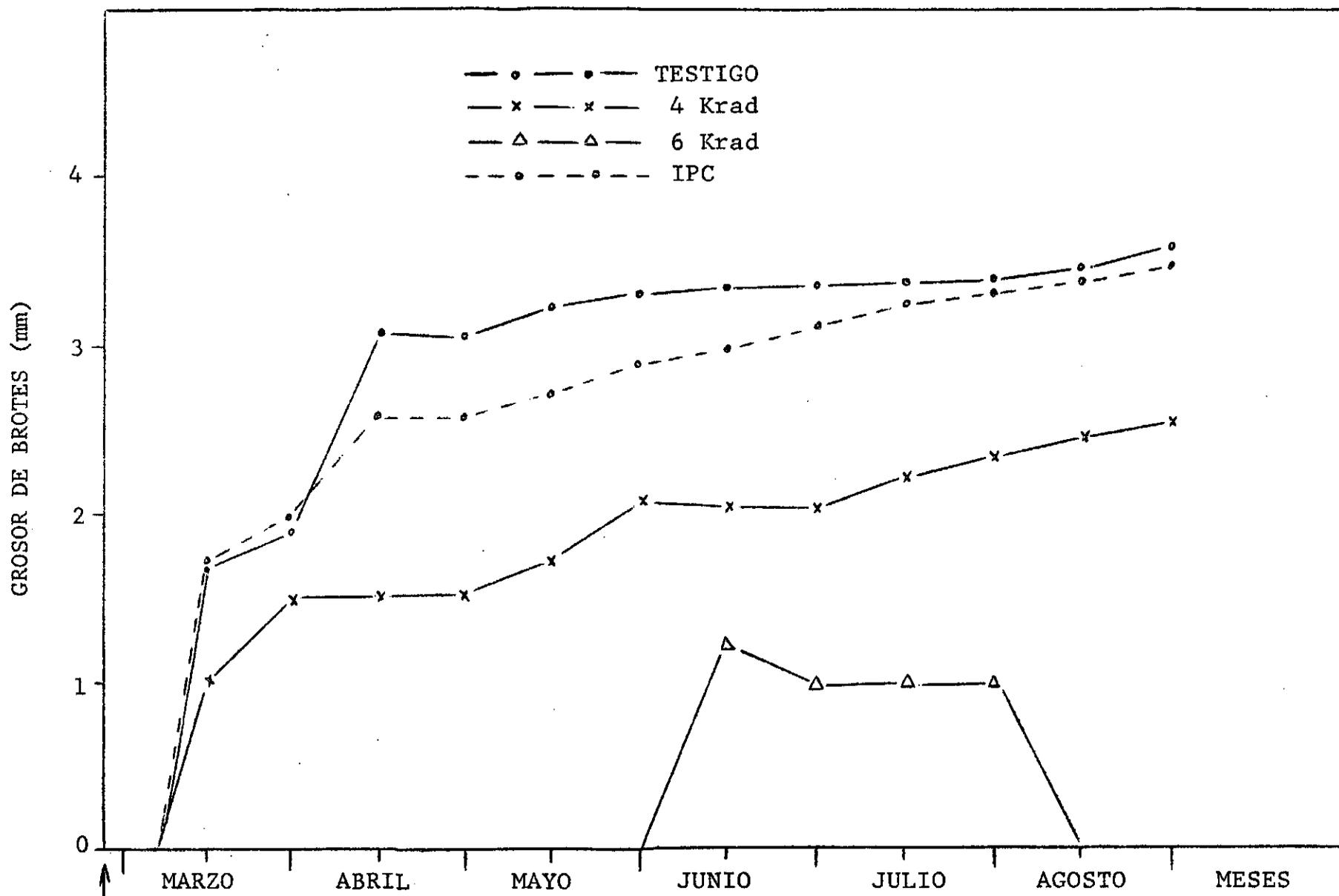
CUADRO No. 4.

Promedio del grosor de los brotes en milímetros de los tubérculos, en función del tiempo, bajo condición de luz indirecta, tratados a finales de Marzo. (II: Irradiación tardía).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4*	6*	8**	10**	12**	
15-4-83	2.99	2.69	3.26	3.44	2.52	1.84	2.33
30-4-83	3.34	2.69	3.26	3.44	2.45	2.92	3.01
15-5-83	3.34	2.38	3.02	3.44	2.30	2.92	3.20
30-5-83	4.49	2.29	2.52	3.40	1.75	3.00	4.09
15-6-83	5.36	2.29	2.34	3.50	1.75	3.00	4.16
30-6-83	5.50	2.48	2.00	3.50	1.75	0.00	5.00
15-7-83	5.56	2.48	2.06	3.50	1.75	0.00	5.84
30-7-83	5.89	2.62	3.00	3.50	0.00	0.00	5.89
15-8-83	6.00	2.62	3.00	3.50	0.00	0.00	5.89
30-8-83	6.79	2.50	3.00	3.50	0.00	0.00	6.32
15-9-83	8.19	2.50	3.00	3.50	0.00	0.00	7.00
30-9-83	8.46	3.13	3.00	3.50	0.00	0.00	7.90

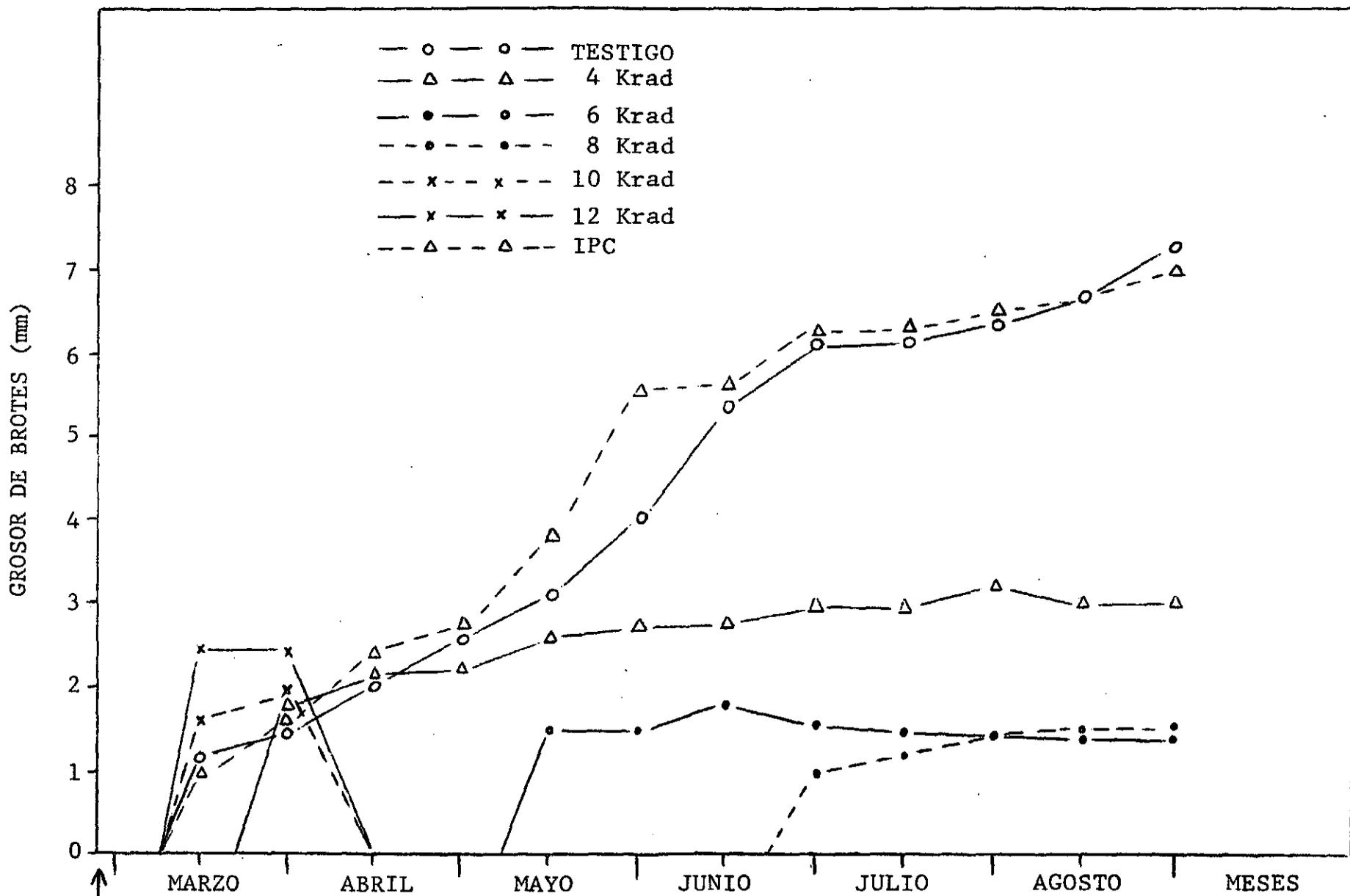
\* = Brotes sensibles al manejo.

\*\* = El desarrollo de los brotes truncado.

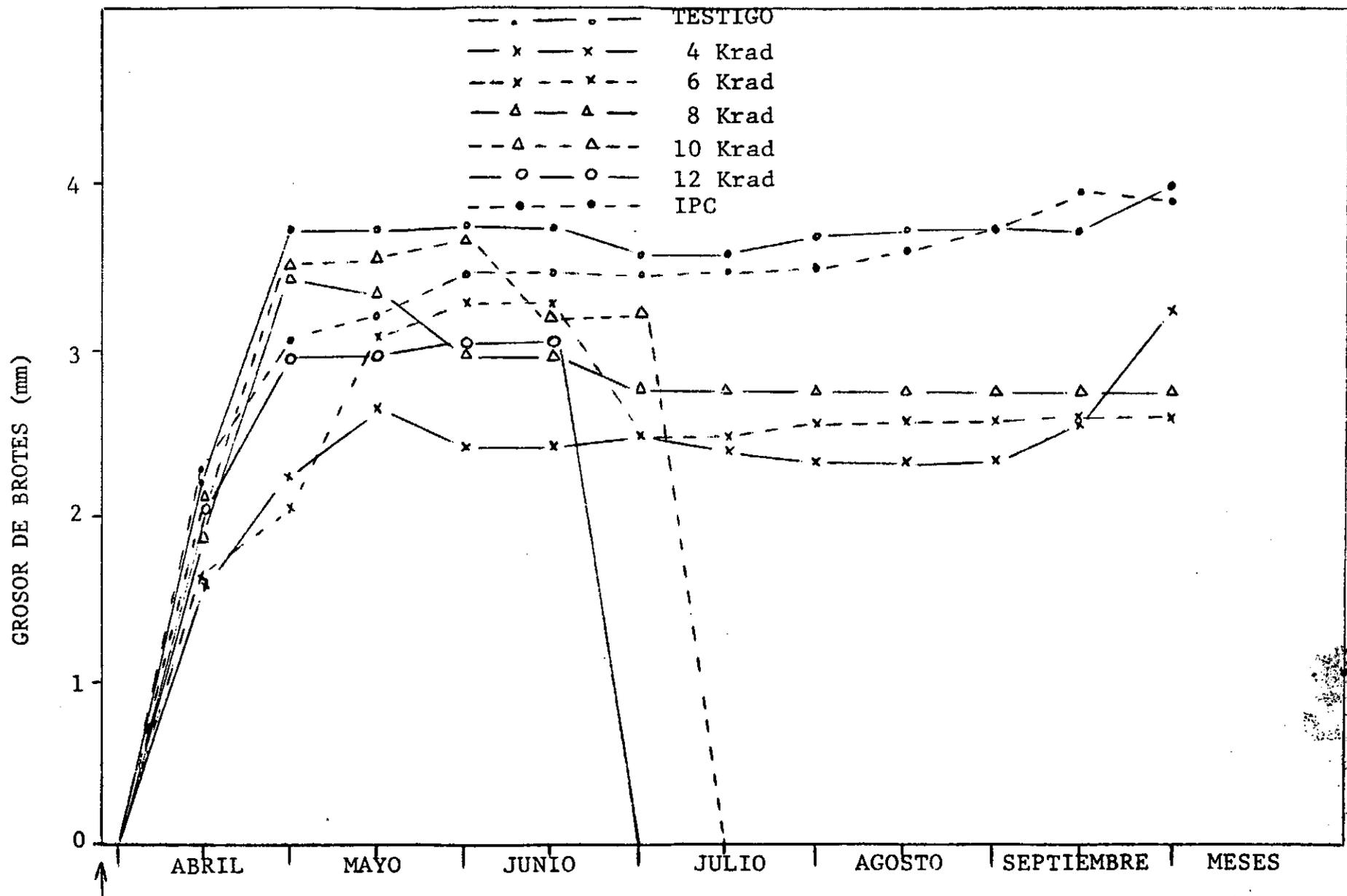


Irradiación I.

FIG. No. 1. Promedio del grosor de los brotes de los tubérculos en función del tiempo, bajo condición de obscuridad. I: Irradiación de Febrero.

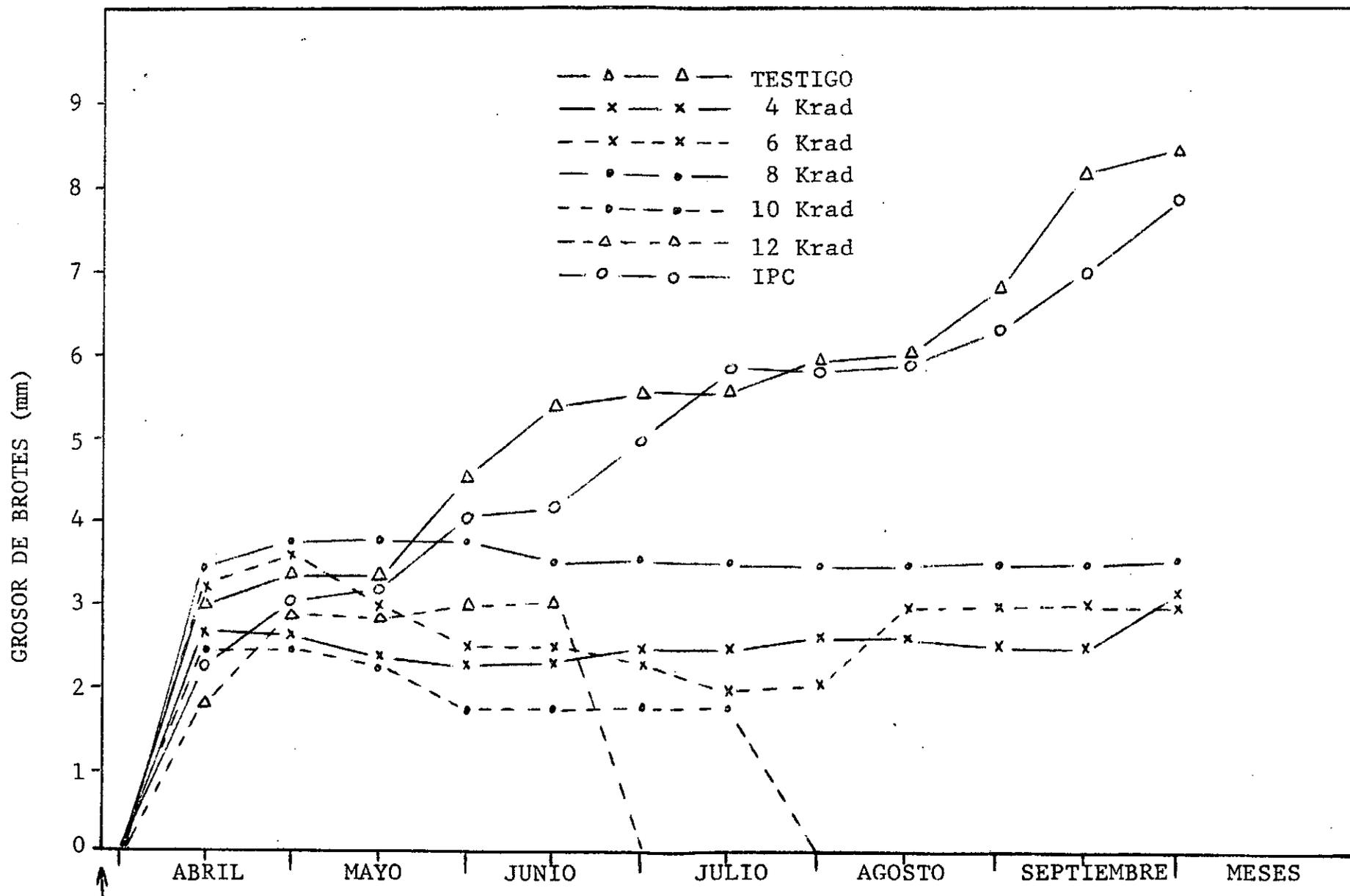


Irradiación I. FIG. No. 2. Promedio del grosor de los brotes de los tubérculos en función del tiempo, bajo condición de luz indirecta.  
I : Irradiación en Febrero.



Irradiación II.

FIG. No. 3. Promedio del grosor de los brotes de los tubérculos en función del tiempo, bajo condición de oscuridad.  
II : Irradiación de Marzo.



Irradiación II.

FIG. No. 4. Promedio del grosor de los brotes, en función del tiempo, bajo condición de luz indirecta.  
II : Irradiación de Marzo.

4. APENDICE No. 4.

CUADRO No. 1.

Porcentaje de pérdida de peso, durante el tiempo de almacenamiento en obscuridad, de los tubérculos tratados a final de Febrero. (I: Irradiación temprana).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4	6	8	10	12	
15-3-83	0.45	0.40	0.40	1.50	0.60	0.54	0.63
30-3-83	0.80	0.69	0.63	1.73	0.74	0.61	0.88
15-4-83	1.61	1.72	1.48	2.49	1.53	1.25	2.22
30-4-83	2.18	3.12	1.43	2.95	2.01	1.85	3.39
15-5-83	2.79	4.10	2.50	3.46	2.48	2.84	6.60
30-5-83	4.42	6.54	3.46	4.33	3.32	3.31	8.27
15-6-83	5.95	8.51	4.51	4.78	3.80	3.82	9.93
30-6-83	8.36	10.09	5.08	5.21	4.12	4.20	12.94
15-7-83	12.12	13.05	7.36	6.08	5.27	5.77	16.72
30-7-83	15.13	15.12	8.46	7.25	5.94	6.15	20.16
15-8-83	16.96	15.46	8.70	8.25	6.30	7.11	21.83
30-8-83	22.24	17.91	10.92	8.41	6.46	7.33	24.90

CUADRO No. 2.

Porcentaje de pérdida de peso, durante el tiempo de almacenamiento en luz indirecta, de los tubérculos tratados a final de Febrero. (I: Irradiación temprana).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4	6	8	10	12	
15-3-83	0.69	0.75	0.40	0.30	0.80	0.50	0.60
30-3-83	0.72	0.91	0.53	0.52	1.17	0.79	0.92
15-4-83	1.67	1.59	1.15	1.20	1.62	1.22	1.57
30-4-83	1.67	1.59	1.59	1.35	1.76	1.39	2.05
15-5-83	2.93	3.69	2.58	2.06	2.47	2.36	3.49
30-5-83	4.07	5.26	3.43	2.82	2.99	3.04	5.56
15-6-83	5.13	6.89	4.10	3.32	3.49	3.56	6.53
30-6-83	7.15	8.96	4.70	3.77	4.02	4.100	7.45
15-7-83	14.05	11.25	6.28	4.02	4.92	4.32	10.29
30-7-83	15.09	12.82	6.34	4.42	5.49	4.75	13.33
15-8-83	15.81	14.85	6.89	4.79	5.53	5.14	16.19
30-8-83	16.69	16.91	8.84	5.16	5.65	5.30	19.14

CUADRO No. 3.

Porcentaje de pérdida de peso, durante el tiempo de almacenamiento en oscuridad, de los tubérculos tratados a finales de Marzo. (II: Irradiación tardía).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4	6	8	10	12	
15-4-83	0.56	0.37	0.44	0.40	0.31	0.18	0.48
30-4-83	1.13	0.97	0.97	0.98	0.83	0.75	0.64
15-5-83	3.86	1.78	1.23	1.51	1.72	1.65	2.34
30-5-83	5.65	4.60	2.30	2.47	2.43	2.79	4.04
15-6-83	7.94	6.89	2.30	2.72	3.07	3.84	6.24
30-6-83	10.70	7.29	3.34	3.26	3.40	4.15	9.48
15-7-83	13.26	9.65	4.34	4.49	3.63	4.95	11.12
30-7-83	16.73	10.99	5.40	4.94	4.47	5.45	14.34
15-8-83	20.40	14.07	6.45	5.88	5.16	5.57	17.67
30-8-83	23.95	15.46	7.00	6.20	5.47	5.75	20.59
15-9-83	25.06	18.62	9.76	7.50	6.52	6.20	24.95
30-9-83	30.20	18.86	10.00	7.62	6.85	6.25	28.81

CUADRO No. 4.

Porcentaje de pérdida de peso, durante el tiempo de almacenamiento en luz indirecta, de los tubérculos tratados a finales de Marzo. (II: Irradiación tardía).

FECHA DE LECTURA	TRATAMIENTOS APLICADOS						IPC
	TESTIGO	DOSIS DE Krad					
		4	6	8	10	12	
15-4-83	0.56	0.48	0.48	0.51	0.43	0.45	0.50
30-4-83	1.19	2.00	1.76	1.99	1.00	1.08	1.14
15-5-83	2.18	2.72	2.56	2.67	1.72	1.80	2.90
30-5-83	3.20	3.68	2.90	3.39	2.36	2.38	4.10
15-6-83	4.39	5.12	3.68	4.03	3.08	2.84	5.06
30-6-83	6.06	5.44	4.40	4.35	3.10	3.30	6.90
15-7-83	7.20	7.89	5.12	4.74	3.18	3.70	8.98
30-7-83	10.24	10.17	5.52	4.82	3.50	4.04	11.86
15-8-83	12.40	12.50	7.25	5.20	4.30	4.60	14.50
30-8-83	16.24	14.60	8.70	6.35	4.90	5.10	18.26
15-9-83	19.70	15.46	10.00	7.78	5.73	5.65	21.55
30-9-83	22.57	16.35	10.50	8.46	5.96	6.25	24.00

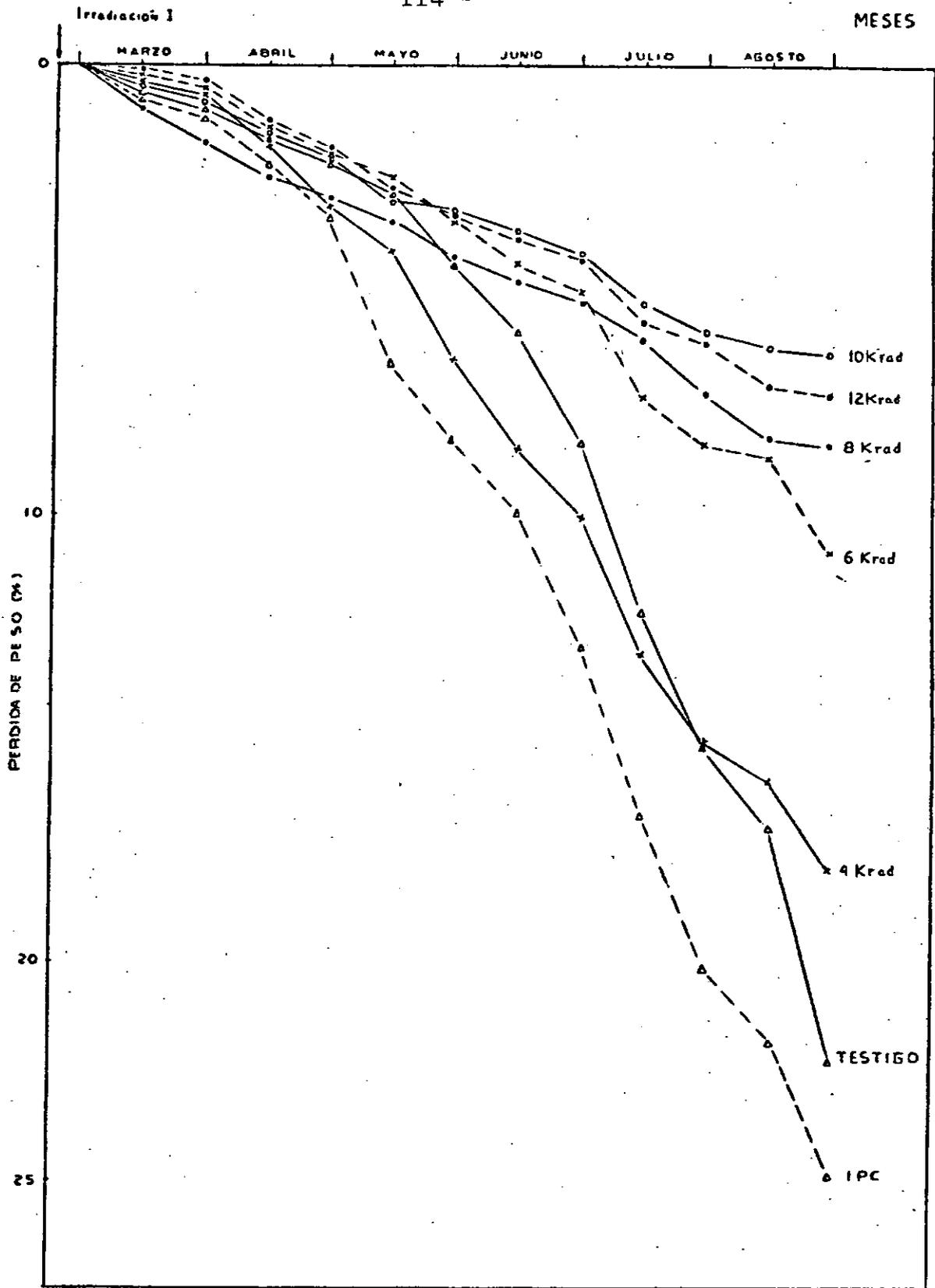


FIG. No. 1. Pérdida de peso a lo largo del tiempo de almacenamiento en obscuridad de los tubérculos testigo, tratados con IPC e irradiados a final de Febrero.

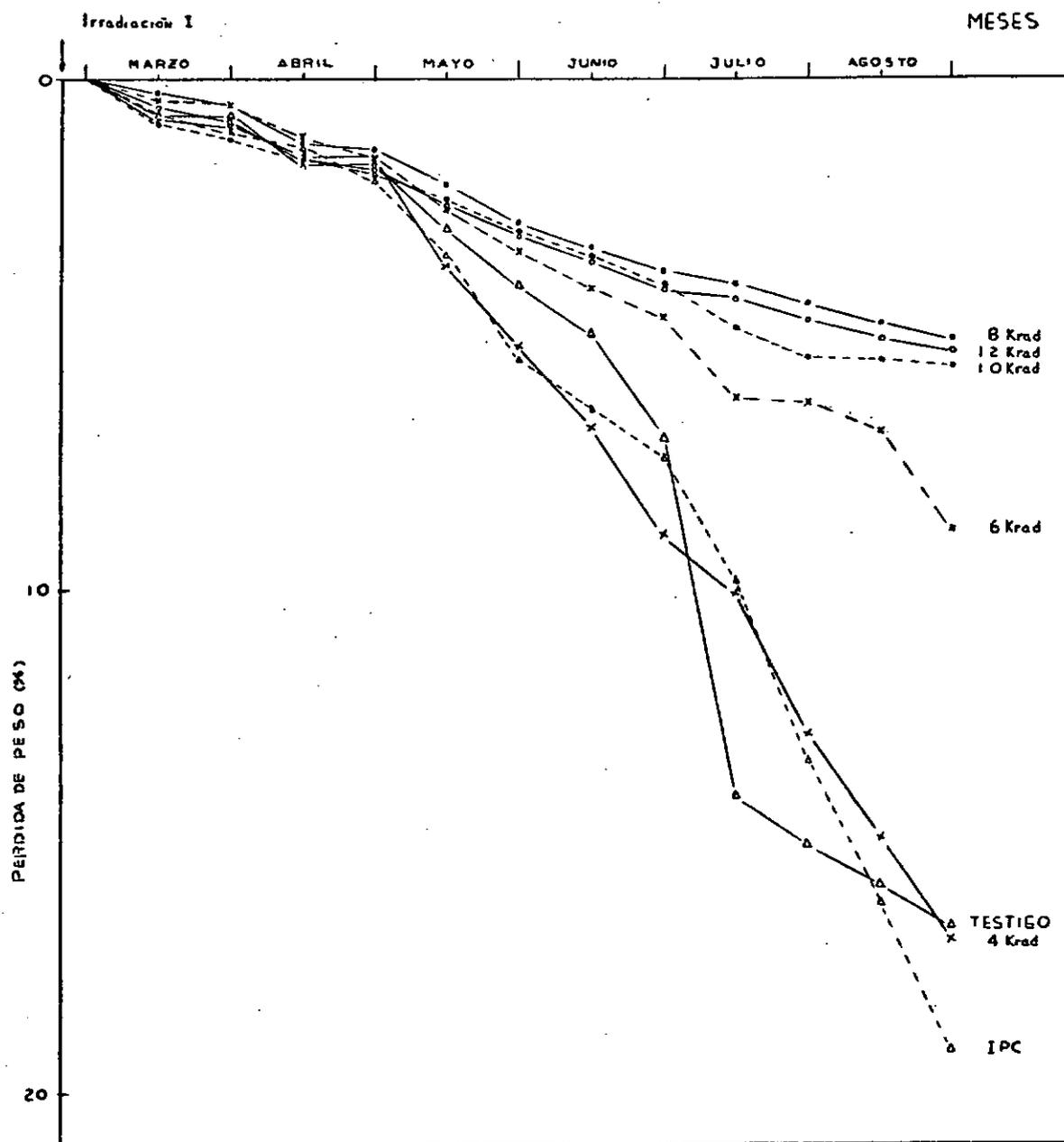


FIG. No. 2. Pérdida de peso a lo largo del tiempo de almacenamiento en luz indirecta de los tubérculos testigo, tratados con IPC e Irradiados a final de Febrero.

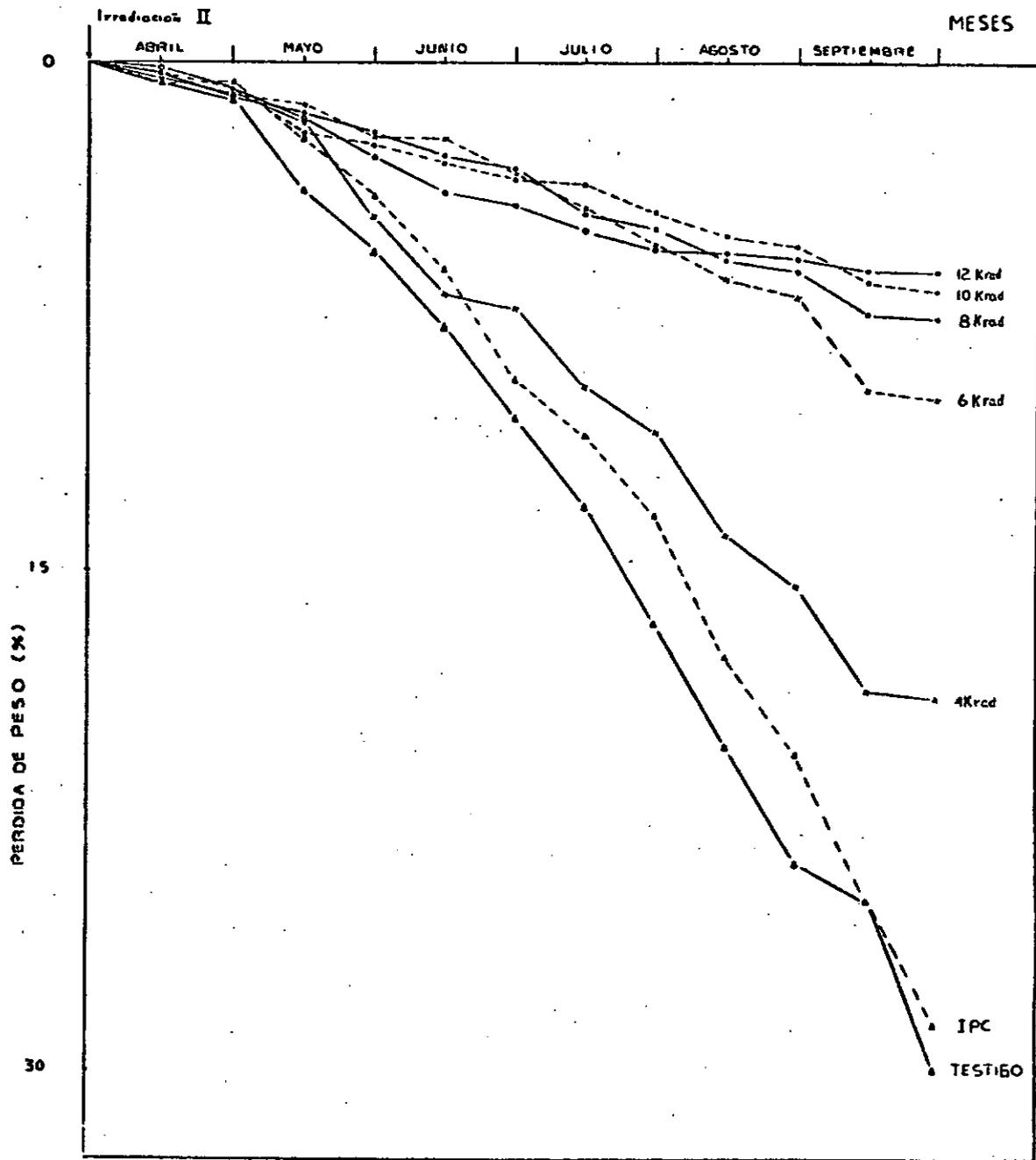


FIG. No. 3. Pérdida de peso a lo largo del tiempo de almacenamiento en oscuridad, de los tubérculos testigo, tratados con IPC e Irradiados a final de Marzo.

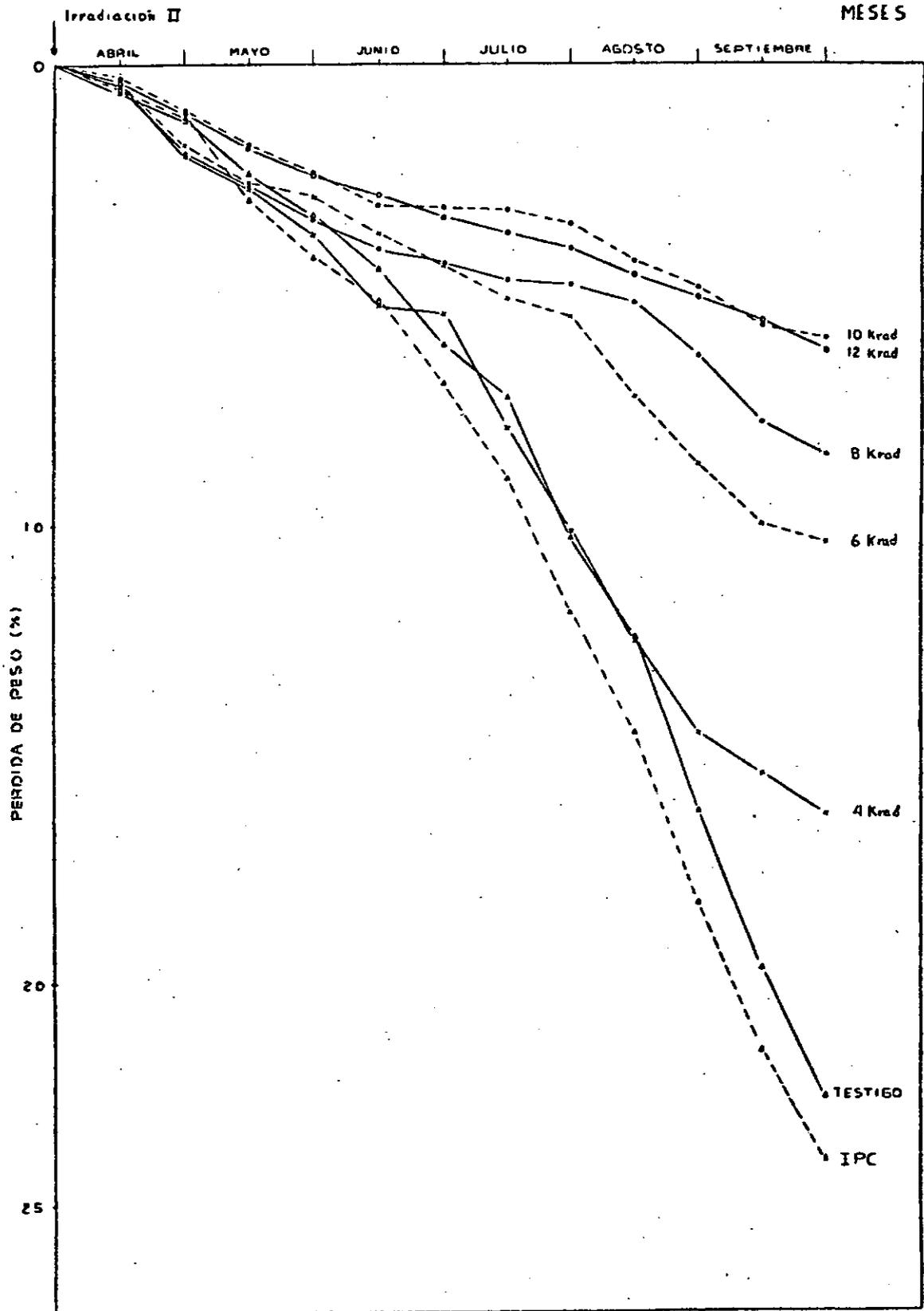


FIG. No. 4. Pérdida de peso, a lo largo del tiempo de almacenamiento en luz indirecta de los tubérculos testigo, tratados con IPC e Irradiados a final de Marzo.

5. APENDICE No. 5.

TABLA No. 1.

Variación del contenido de humedad de los tubérculos, cada dos meses durante el período de almacenamiento en obscuridad. Los valores se expresan en %.

I : Tubérculos tratados a final de Febrero.

II : Tubérculos tratados a final de Marzo.

Tratamientos.	Meses transcurridos de almacenamiento	0	2	4	6
TESTIGO	I	77.48	75.39	74.56	66.63
	II	76.61	74.95	74.87	65.10
4 Krad	I	77.48	75.62	73.60	67.96
	II	76.61	75.89	75.01	68.40
6 Krad	I	77.48	75.90	74.68	68.47
	II	76.61	75.35	74.30	69.30
8 Krad	I	77.48	74.94	74.92	74.00
	II	76.61	76.58	76.51	74.72
10 Krad	I	77.48	76.11	75.47	73.50
	II	76.61	76.00	75.49	74.00
12 Krad	I	77.48	76.54	74.39	73.83
	II	76.61	75.83	75.76	73.60
IPC	I	77.48	76.80	75.00	66.52
	II	76.61	73.32	73.67	67.60

TABLA No. 2.

Variación del contenido de humedad de los tubérculos, cada dos meses durante el período de almacenamiento en luz indirecta. Los valores se expresan en %.

I : Tubérculos tratados a final de febrero.

II : Tubérculos tratados a final de Marzo.

Meses transcurridos de almacenamiento		0	2	4	6
		Tratamientos			
TESTIGO	I	77.48	76.83	75.08	72.16
	II	76.61	75.29	75.15	73.60
4 Krad	I	77.48	75.04	74.82	74.37
	II	76.61	74.61	74.45	73.16
6 Krad	I	77.48	75.40	74.50	73.56
	II	76.61	76.58	75.73	74.14
8 Krad	I	77.48	77.00	76.95	76.87
	II	76.61	76.50	76.50	76.40
10 Krad	I	77.48	77.40	77.35	77.00
	II	76.61	75.64	74.93	75.80
12 Krad	I	77.48	76.95	76.93	76.49
	II	76.61	76.36	76.35	76.20
IPC	I	77.48	74.96	73.57	72.89
	II	76.61	75.65	74.75	71.40

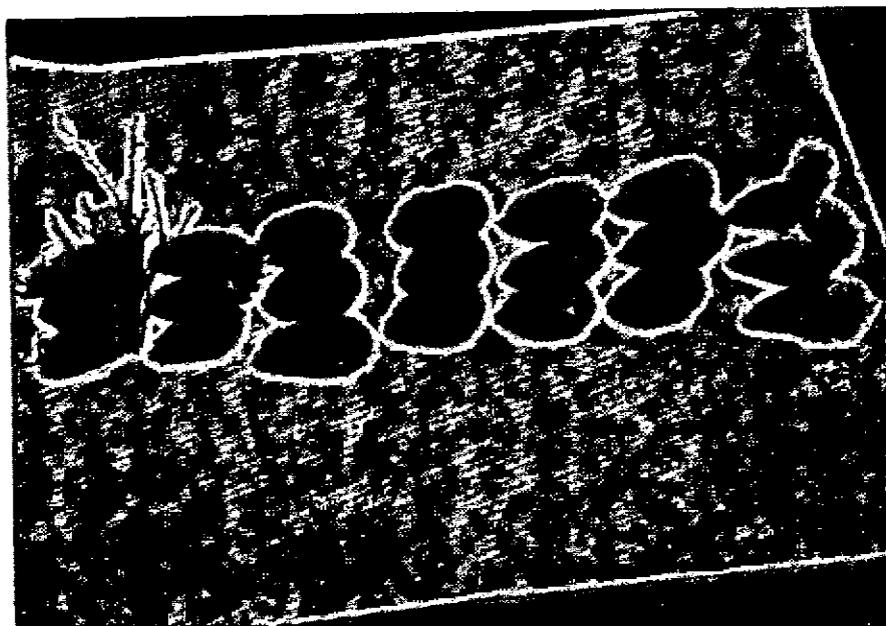


FIG. No. 1. Fotografía que muestra el aspecto de los tubérculos de izquierda a derecha con los tratamientos: Testigo, aplicando 4 Krad, 6 Krad, 8 Krad, 10 Krad, 12 Krad e IPC, al final del experimento, tratados a los 15 días de cosechados bajo condición de obscuridad.

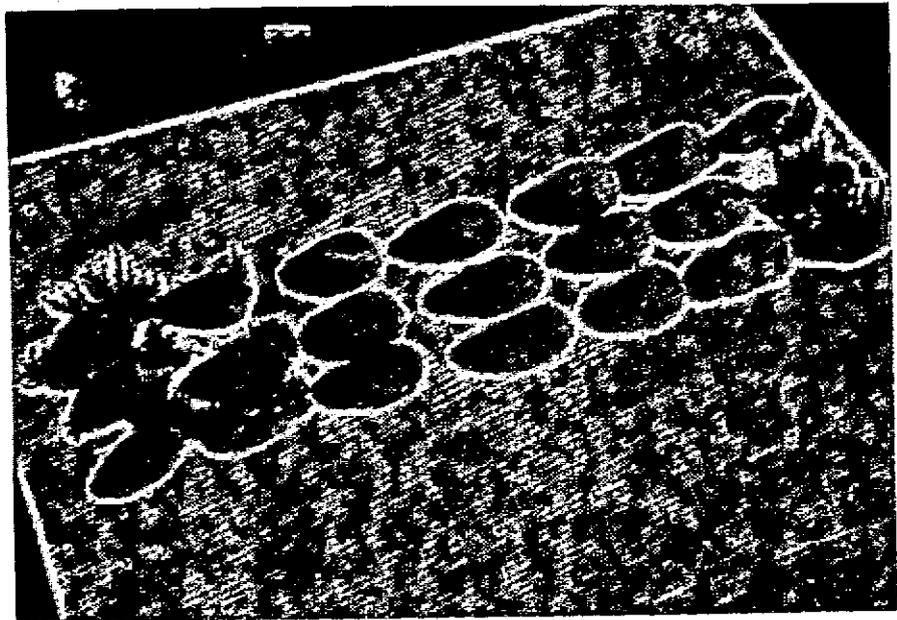


FIG. No. 2. Fotografía que muestra el aspecto de los tubérculos de izquierda a derecha con los tratamientos: Testigo, aplicando 4 Krad, 6 Krad, 8 Krad, 10 Krad, 12 Krad e IPC, al final del experimento, tratados a los 15 días de su recolección bajo condición de luz indirecta.



FIG. No. 3 . Fotografía que muestra el aspecto de los tubérculos de izquierda a derecha con los tratamientos: Testigo, aplicando 4 Krad, 6 Krad, 8 Krad, 10 Krad, 12 Krad e IPC, al final del experimento, tratados a los 45 días de cosechados bajo condición de obscuridad.

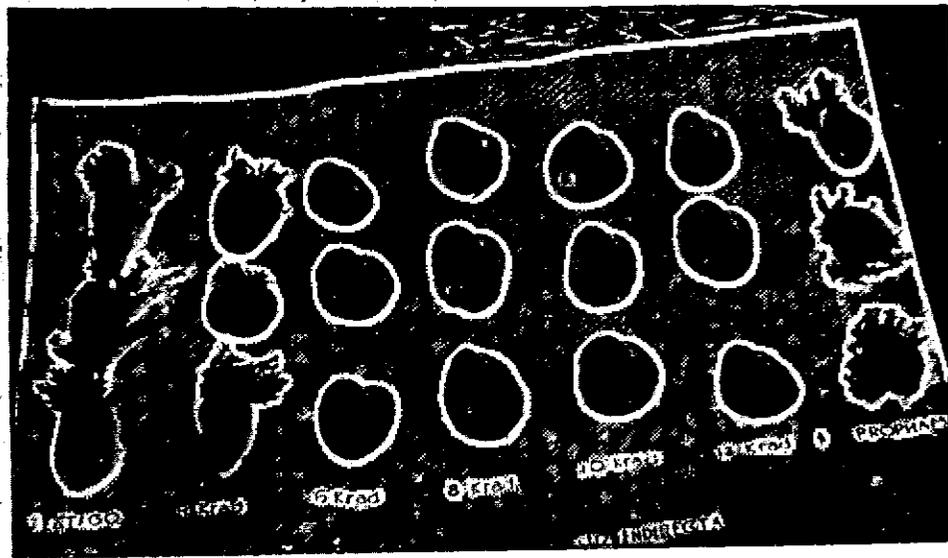


FIG. No. 4. Fotografía que muestra el aspecto de los tubérculos de izquierda a derecha con los tratamientos : Testigo, aplicando 4 Krad, 6 Krad, 8 Krad, 10 Krad, 12 Krad e IPC, al final del experimento, tratados a los 45 días de su recolección, bajo condición de luz indirecta.

BOLETA DE TOMA DE DATOS

LUGAR: \_\_\_\_\_  
FECHA: \_\_\_\_\_  
LECTURA No. : \_\_\_\_\_  
EPOCA DE IRRADIACION: \_\_\_\_\_  
CONDICION DE LUZ: \_\_\_\_\_

R I X	NB	LB	GB	PT	IM	OBSERVACIONES
T <sub>1</sub>						
T <sub>2</sub>						
T <sub>3</sub>						
T <sub>4</sub>						
T <sub>5</sub>						
T <sub>6</sub>						
T <sub>7</sub>						
T <sub>8</sub>						
R II X						
T <sub>1</sub>						
T <sub>2</sub>						
T <sub>3</sub>						
T <sub>4</sub>						
T <sub>5</sub>						
T <sub>6</sub>						
T <sub>7</sub>						
T <sub>8</sub>						
R III X						
T <sub>1</sub>						
T <sub>2</sub>						
T <sub>3</sub>						
T <sub>4</sub>						
T <sub>5</sub>						
T <sub>6</sub>						
T <sub>7</sub>						
T <sub>8</sub>						

NB = Número de brotes por tubérculo.  
LB = Longitud de brotes.  
GB = Grosor de brotes.  
PT = Peso por tubérculo.  
IM = Infecciones microbianas.  
R I X = Repetición uno tratamiento X  
R II X = Repetición dos tratamiento X  
R III X = Repetición tres tratamiento X  
T X = Tubérculo No. X



**FACULTAD DE AGRONOMIA**

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1848

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia .....

Asunto .....

.....

"IMPRIMASE"



ING. AGR. GERARDO CASTAÑEDA S.  
DECANO