

REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA



APLICACION DE RADIACION GAMMA EN
LA CONSERVACION DE PAPAS

por

J. Pahissa Campa, M. H. Hercovich de Pahissa, R. V. A. Gabarain y C. Tramontini



BUENOS AIRES

1972

INIS CLASSIFICATION AND KEYWORDS

C25

POTATOES
SPROUT INHIBITION
IRRADIATION
GAMMA RADIATION
PRESERVATION
STORAGE LIFE
RADIATION DOSES
IONIZING RADIATIONS
QUALITY CONTROL
RADIATION EFFECTS
ORGANOLEPTIC PROPERTIES

**APLICACION DE RADIACION GAMMA EN
LA CONSERVACION DE PAPAS**

J.Pahissa Campa*, M.H. Hercovich de Pahissa*,
R.V.A. Gabarain* y C. Tramontini*

RESUMEN

La papa, producto estacional de consumo uniforme a lo largo del año, entre los 40 y 60 días de cosechada comienza a brotar, a expensas de sus propias sustancias nutritivas, deteriorándose notablemente su calidad. La acción directa de la radiación gamma produce cambios sustanciales en las células germinales evitando el brotado de los tubérculos.

Los ejemplares seleccionados para este estudio (variedad Huincul y Kennebec) recibieron 3, 6, 8, 10, 15 y 25 kilorad. Se efectuaron ensayos de calidad (observando la evolución, cambios morfológicos y variación ponderal), determinaciones químicas (humedad, azúcares reductores directos, glucosa, fructosa, sacarosa, vitamina C, diagrama de aminoácidos por cromatografía, etc.). En ninguna de las dosis se observaron cambios significativos con respecto a los testigos.

A partir de los 20 días post-irradiación se comenzaron las pruebas de degustación. Los ejemplares más apreciados fueron los irradiados y esta diferencia con respecto a los testigos se acentuó con el tiempo.

Los tubérculos utilizados tenían al comenzar las experiencias 2 ó 3 meses de cosechados. Luego se puede afirmar que su vida útil total se ha prolongado por medio de la irradiación a un período que oscila entre los 6 y 7 meses conservándolos a temperatura ambiente.

* Comisión Nacional de Energía Atómica.

SUMMARY

Application of gamma radiation for preservation of potatoes

Potatoes, a seasonal product uniformly consumed the whole year round, start their sprouting 40 - 60 days after the crop, losing some of their nutritive substances, and therefore lowering their quality. The gamma irradiation produces substancial changes in the germinative cells, avoiding the sprouting.

The selected specimens for this study (Huincul and Kennebec varieties) received 3,6,8,10,15 and 25 Krad. Some quality controls (evolution and changes in morphology and weight) and chemical determinations (moisture content, direct reductor sugars, glucose, fructose, saccharose, vitamin C, chromatographic diagram of aminoacids etc.) were made. At none of these dosis significant changes were observed in the irradiated samples with respect to non irradiated ones.

Twenty days after irradiation the tasting tests were commenced. The irradiated potatoes were more estimated than the non irradiated ones, and the difference increase along the time.

At the beginning of the investigation, the tubercles had 2 or 3 months from the harvest. As a result, it can be asserted that the useful life of the potatoes was extended till a 6 - 7 months period through the gamma irradiation, by storing at room temperature.

INTRODUCCION

Siendo la papa un producto estacional, cuyo consumo por parte de la población es sensiblemente uniforme a lo largo del año, se hace necesario su acopio para atender la demanda, durante la época en que no hay producción.

El problema del almacenamiento de estos tubérculos estriba en que pasados unos 40 a 60 días después de cosechados comienzan a brotar a expensas de sus propias sustancias nutritivas (fundamentalmente el almidón), deteriorándose notablemente su calidad. El brotado se puede evitar parcial o totalmente por tres mecanismos diferentes:

Bajas temperaturas

Por debajo de 5°C se inhibe el brotado de la papa y a su vez la protege contra la acción de microorganismos. Sin embargo, a bajas temperaturas, se provocan incrementos en la concentración de azúcares que afectan las cualidades culinarias del producto.

Inhibidores químicos

Existen varios productos químicos que pueden ser utilizados con efectividad en la inhibición del brotado. Entre estos productos se encuentran la hidrazida del ácido maleico, el isopropilfenilcarbamato, el tetracloronitrobenzeno, el alcohol nonílico, etc. Según el caso, estos inhibidores pueden aplicarse antes o después de la cosecha de los tubérculos. El problema de estos compuestos es que pueden dejar una cierta toxicidad residual. Además, no provocan una eliminación radical del brotado, sino que lo retardan considerablemente.

Aplicación de radiación ionizante

El proceso de irradiar la papa implica exponer el tubérculo a dosis adecuadas de radiación ionizante. La acción directa de la radiación sobre las células germinales, produce la inhibición. El mecanismo de este efecto, parece estar en la alteración del metabolismo de los ácidos en el tejido meristemático. La aparición de los brotes es acompañada por una rápida evolución del ácido ribonucleico citoplasmático. La radiación ionizante reduce el contenido de este ácido y como consecuencia las células germinales sufren cambios sustanciales. Se produce así la pérdida total del poder de brotado de los tubérculos, resultado que no se alcanza con otros agentes inhibidores.

IRRADIACION DE LOS TUBERCULOS

Para este trabajo se eligieron las dos especies que se cosechan en mayor proporción en nuestro país; la Huinca MAG, a la que corresponde el 68% del total y la Kennebec, que representa el 15%.

Se partió de una cantidad de 200 kg por variedad, de ejemplares bien tipificados suministrados por la Estación Experimental del INTA de Balcarce.

Los ejemplares, previa selección por su estado de conservación y tamaño, se dividieron en lotes para ser sometidos a las siguientes dosis de irradiación: 3, 6, 8, 10, 15 y 25 krad.

Estos lotes fueron irradiados en un equipo Gammacell 220 de la CNEA, que proporcionaba en el momento de la experiencia una dosis aproximada de 800.000 rad/hora.

Previamente a la irradiación, se efectuó una dosimetría de control para asegurar la uniformidad de dosis en todos los tubérculos. En la figura N^o1 puede verse la curva de isodosis de la cámara de irradiación del Gammacell. Para evitar las diferencias de dosis que se observan hacia los costados y los extremos de la misma, se construyó un receptáculo de igual forma que la cámara de irradiación, pero con un diámetro 4 cm menor y una altura 6 cm menor. En dicho receptáculo colocado dentro de la cámara en forma coaxial, se introdujeron tubérculos como se ve en la figura 2, y se colocaron dosímetros en posiciones adecuadas, dentro y fuera de ellos. Los resultados de esta dosimetría se ven en la tabla 1. Puede observarse que las diferencias entre los distintos puntos controlados no sobrepasan al 10%. Esta geometría fue la que se utilizó para la irradiación posterior de los distintos lotes citados.

Una vez irradiados los tubérculos y clasificados por dosis recibida, fueron almacenados en cajas de cartón de 30 cm de lado, convenientemente perforadas para obtener una adecuada ventilación. Periódicamente y en coincidencia con los exámenes realizados, los tubérculos fueron removidos dentro de sus cajas para asegurar una aireación uniforme. La habitación en que estaban depositados, permaneció durante los 120 primeros días, a una temperatura por debajo de los 15°C.

ENSAYOS DE CALIDAD

Se hicieron observaciones exteriores de los tubérculos, periódicamente desde que se inició la experiencia. En la figura 3 se pueden ver tubérculos de la variedad Huincul y Kennebec antes de la irradiación. La variedad Huincul muestra un aspecto mucho mejor que la variedad Kennebec. Los tubérculos Huincul eran perfectamente sanos, sin heridas superficiales y sin ojos. Los Kennebec, como se observa en la figura, eran ejemplares que si bien no tenían deterioros aparentes, ya mostraban ojos, pues al comienzo de la experiencia tenían un tiempo de cosechado mayor que los Huincul. De todos modos, éstos ya habían pasado el período de reposo vegetativo. La mayoría de los autores que han trabajado en el tema opinan que no es conveniente irradiar los tubérculos antes de pasado este período.

Las observaciones sucesivas después de la irradiación y hasta los 120 días de efectuada la misma, mostraron lo siguiente: los testigos a través del

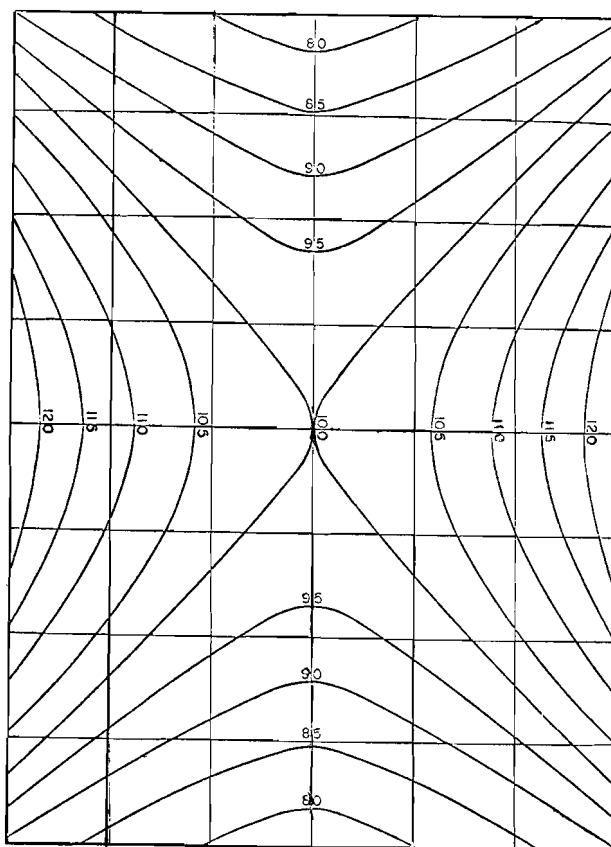


Figura 1

TABLA 1

POSICION	I	L(%)
C	0,47	100
A1	0,41	87
A2	0,41	87
B1	0,54	114
B2	0,53	112
1	0,48	102
2	0,47	100
3	0,49	104
4	0,49	104
5	0,45	96
6	0,46	98

Dosis en el punto C en aire: 90.000 rads.
 Dosímetro utilizado: Vidrio (Ag).

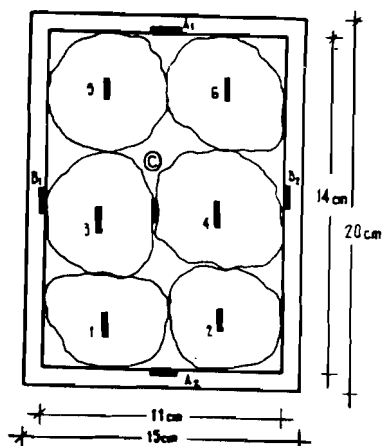


Figura 2

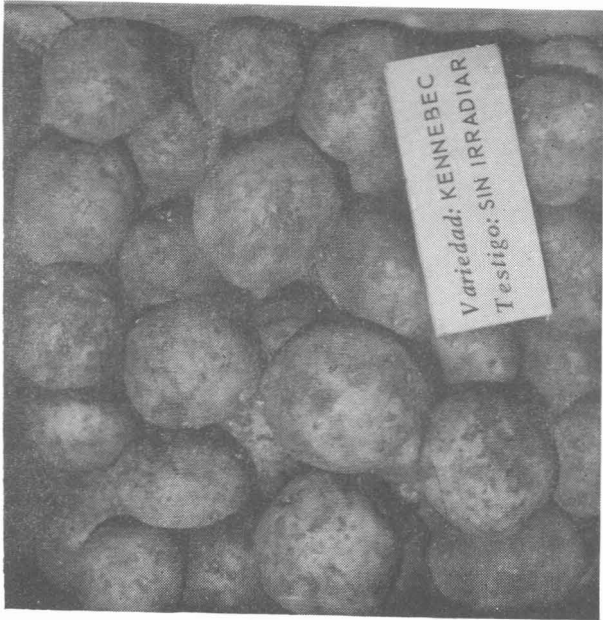
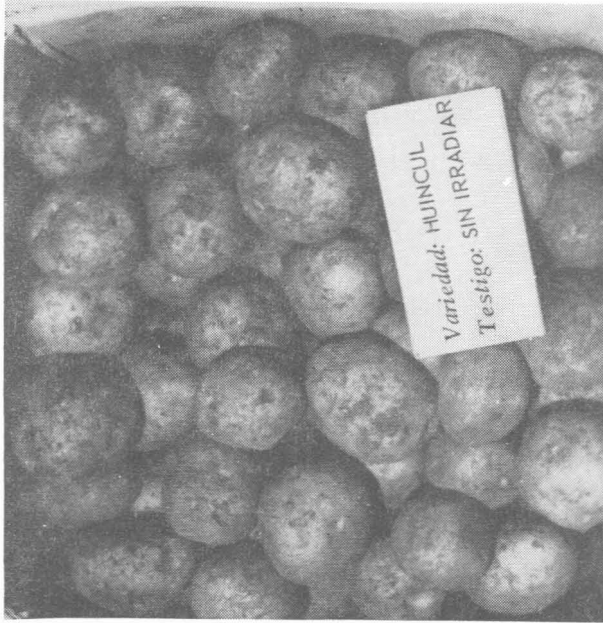


Figura 3

tiempo fueron brotando progresivamente. La longitud de los brotes para la variedad Huincul llegó a alcanzar 2 a 3 cm , mientras que en la variedad Kennebec los brotes llegaron a longitudes de 5 a 18 cm .

Los tubérculos irradiados con una dosis de 3000 rad también presentaron brotes a lo largo del tiempo aunque de longitud menor para ambas especies con respecto a los testigos. Dichas longitudes eran del orden del 50% al 70% de los testigos respectivos.

Con una dosis de 6000 rad , únicamente en el 30% de los tubérculos se encontró un brotado incipiente.

En el caso de las dosis comprendidas entre 8000 y 25 000 rad no se observó ningún tipo de brotado. Sólo en algunos ejemplares se vió la aparición de ojos. En los ejemplares de la variedad Kennbec que ya tenían ojos antes de empezar la experiencia no se notó ninguna evolución de los mismos.

En cuanto a las características exteriores de los tubérculos irradiados (sobre todo con dosis superiores a 6000 rad) mostraban un aspecto agradable, una textura normal, sin arrugas y con una dureza apropiada. En las figuras 4 y 5 pueden verse comparativamente, tubérculos de ambas variedades a los 20 y 120 días post - irradiación.

Entre los 120 y 160 días el cambio exterior de todos los tubérculos en general (testigos e irradiados), mostró un cambio brusco. Los tubérculos evidenciaron una deshidratación violenta. La pérdida de peso aumentó. El aspecto era deplorable, arrugados, blandos, olor desagradable y con un evidente estado de descomposición, estado muy notable en los lotes que habían recibido 15 000 y 25 000 rad , en los cuales ya se notaban algunos brotes, lesiones en superficie y proliferación micótica y bacteriana. Este cambio brusco entre los 120 y 160 días debe atribuirse a que los tubérculos de ambas variedades no fueron almacenados a temperatura constante (la literatura internacional aconseja almacenarlos a 10°C) y por lo tanto sufrieron las variaciones estacionales. En general, en los primeros 120 días se mantuvieron por debajo de los 15°C, pero la última parte de la experiencia coincidió con la llegada del verano y con éste una elevación brusca de la temperatura que se mantuvo constantemente por encima de los 25°C. El hecho de que este aumento actúe en mayor medida sobre los ejemplares más irradiados se explica, considerando que los mismos tienen más inhibidos los mecanismos de defensa.

VARIEDAD KENNEBEC

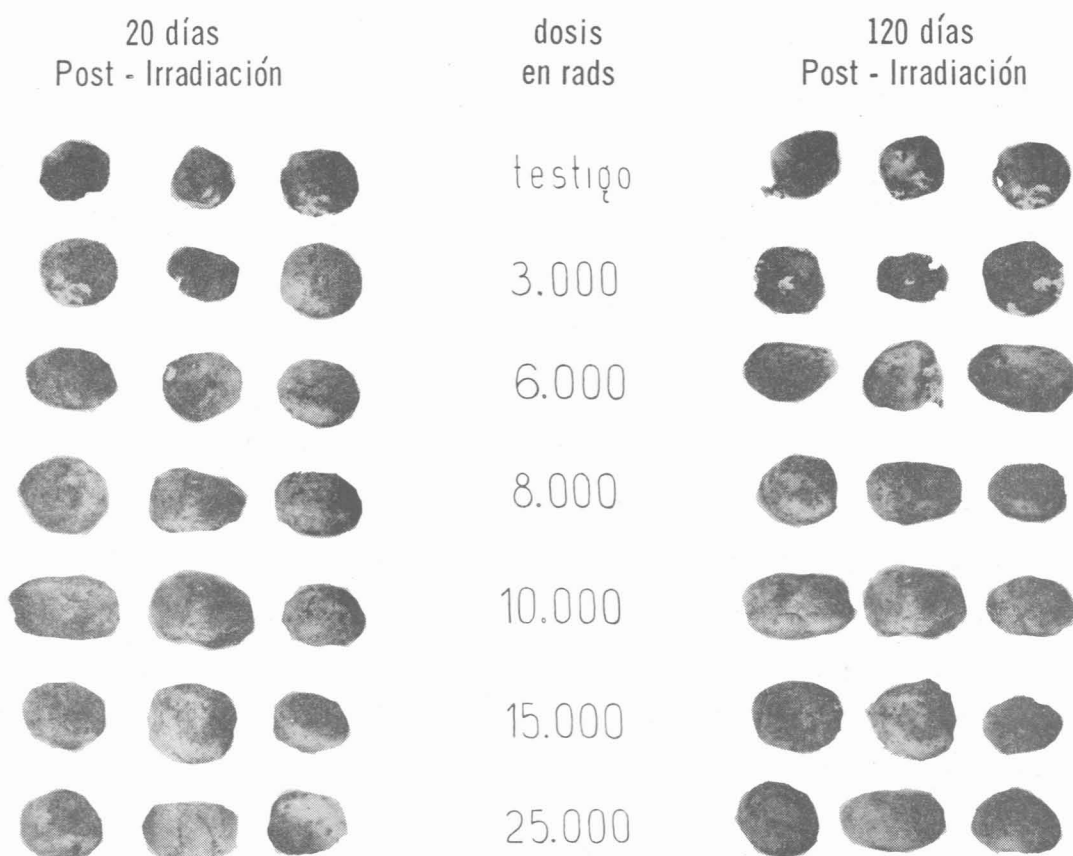


Figura 4

La observación a la lupa binocular (40 a.) de los brotes de los tubérculos irradiados con 3000 y 6000 rad , mostraron cambios morfológicos de cierta importancia con respecto a los brotes de los tubérculos testigos. Dichos cambios se traducen por una especie de descamación similar a la que se puede observar en los brotes tiernos de vegetales muy expuestos a la luz solar. Esta descamación es más acentuada en los ejemplares irradiados a 6000 rad que los ejemplares que recibieron 3000 rad .

Pese a que algunos autores han observado cambios en la estructura de los granos de almidón, particularmente en la membrana de los mismos, la observación microscópica de los diferentes tubérculos estudiados en este trabajo no dió diferencias significativas respecto de los testigos.

Se determinó también la curva de peso de los distintos lotes en estudio. El gráfico 1 muestra los resultados de estas determinaciones para ejemplares de la variedad Huincul. Como puede apreciarse las dosis más eficaces están entre los 8000 y 10 000 rad . El aumento brusco de los valores para 15 000 y 25 000 rad después del cuarto mes de experiencia se debe como ya se ha explicado antes, al mayor grado de putrefacción. No se han consignado los valores obtenidos con ejemplares de la variedad Kennebec por ser muy similares a los de la Huincul.

En el gráfico 2 se ven los resultados obtenidos sometiendo tubérculos de la variedad Huincul a una carga de 10 kg . Puede observarse la deformación progresiva que sufren los mismos a través del tiempo, lo que da una idea del cambio de su dureza. Los ejemplares de la variedad Kennebec se comportaron de manera semejante.

VARIEDAD HUINCUL

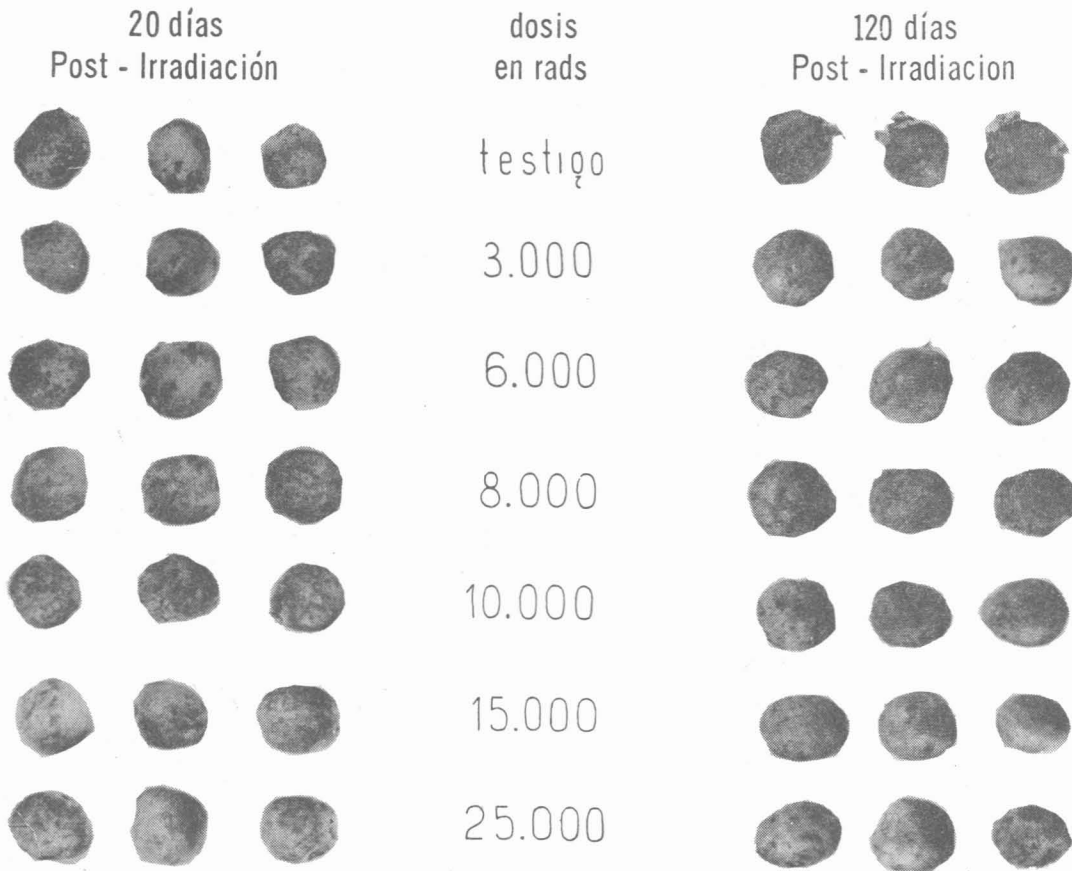


Figura 5

Un hecho interesante surgió de la observación de las papas cortadas y expuestas al aire. Los testigos ennegrecían más rápidamente que sus similares irradiados y en estos últimos el ennegrecimiento se retrasaba en función directa a la dosis recibida.

DETERMINACIONES QUIMICAS

Ejemplares de ambas variedades, Huinca y Kennebec, fueron sometidos a las siguientes determinaciones: humedad (g %); azúcares reductores directos (g %); glucosa (g %); fructosa (g %); sacarosa (g %); vitamina C (mg %). Los resultados de estas determinaciones están consignados en tabla 2.

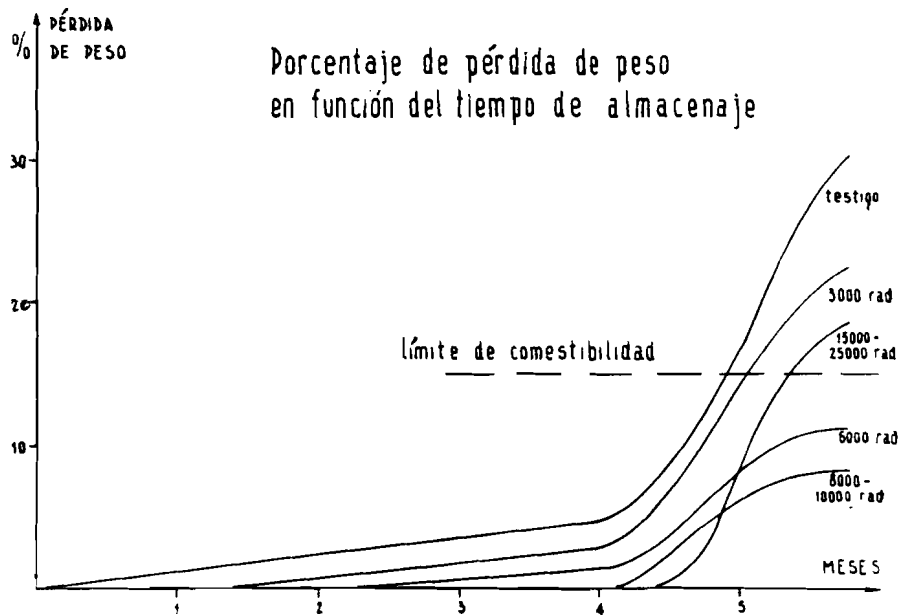


Gráfico 1

Llama la atención que en ambas variedades se nota un aumento marcado de la sacarosa, con respecto al testigo, en los datos obtenidos a las 24 horas post-irradiación, valores que se normalizan con el transcurso del tiempo. Esta variación concuerda con la obtenida por otros autores. Algunos de ellos encontraron una correlación entre este aumento y la función respiratoria de los tubérculos. Observaron que en las primeras horas siguientes a la irradiación

hay un aumento de anhídrido carbónico y del consumo de oxígeno. Esta función alcanza un máximo a las 48 horas de irradiación de los tubérculos y luego progresivamente va disminuyendo hasta normalizarse al cabo de una semana. Es interesante hacer notar como se ve en la tabla 2, que prácticamente no hay destrucción de vitamina C a la dosis en estudio.

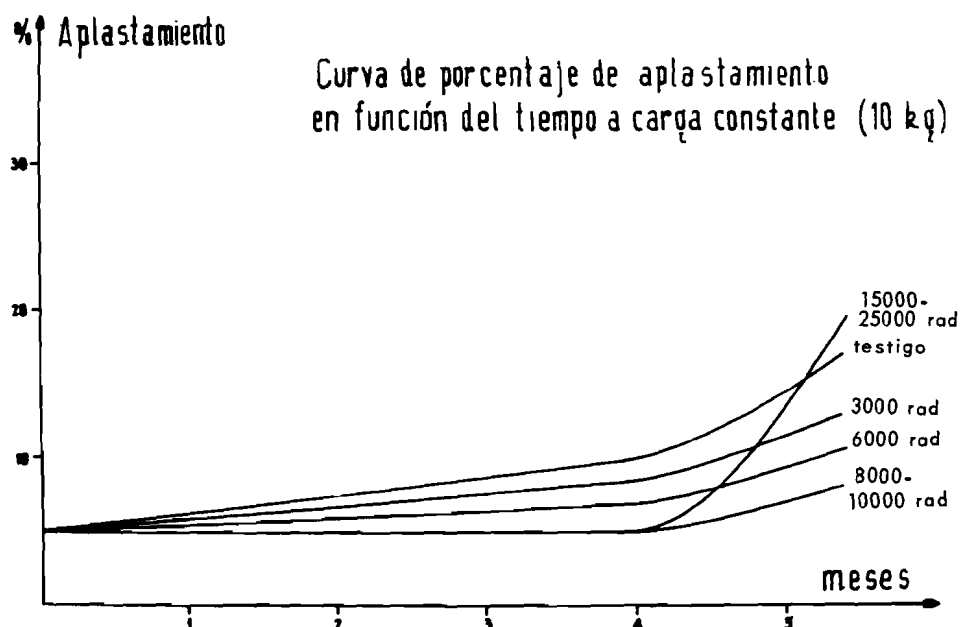


Gráfico 2

Se efectuaron también diagramas de aminoácidos por cromatografía. En ninguna de las dosis irradiadas se observaron cambios significativos con respecto a los testigos. En todos los diagramas (testigos e irradiados) se observaron 16 manchas grandes y 6 a 7 manchas pequeñas. Se corroboró esto con un dosaje de los principales aminoácidos obtenidos por cromatografía en columna. Esta experiencia se efectuó solamente con ejemplares testigos y ejemplares de los lotes irradiados con 15 000 y 25 000 rad por considerarse que éstos eran los que probablemente sufrirían un mayor castigo por irradiación. Los resultados figuran en la tabla 3. Las diferencias obtenidas no superan las que normalmente se tienen entre papas no irradiadas cuando son sometidas a la cocción.

PRUEBAS DE DEGUSTACION

A partir de los 20 días post-irradiación, se comenzaron las pruebas de degustación que prosiguieron en forma periódica. Dichas pruebas se efectuaron de la siguiente manera: se constituyó un comité de degustación integrado por seis personas. En días alternados se prepararon las papas cocidas o fritas. En ambas operaciones se controlaron los tiempos de cocción o de fritado, así como también la temperatura del aceite en el segundo caso.

Los integrantes del comité recibieron en cada oportunidad los distintos ejemplares bajo una letra clave, debiendo luego opinar sobre cada uno de ellos respecto a sabor, sabores extraños, textura, color, ennegrecimiento, aceptándose además otras observaciones ocasionales.

Los resultados de estas pruebas fueron sorprendentes: en todos los casos, y para ambas especies, los ejemplares menos votados fueron los testigos y ésta diferencia, con respecto a los irradiados, se acentuó con el tiempo. Los ejemplares irradiados resultaron en general mucho más sabrosos, con buen olor, textura adecuada y aspecto agradable. Entre éstos, las diferencias no se correlacionaban con la dosis, siendo más bien atribuibles a variaciones propias entre los distintos ejemplares.

Todas estas observaciones se efectuaron con las dos variedades en estudio hasta los 120 días post-irradiación.

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que los tubérculos de las variedades Huinca MAG y Kennebec utilizados en estas experiencias tenían, en el momento de comenzar las mismas, una edad de 2 a 3 meses de cosechadas, se puede afirmar que su vida útil se ha prolongado, por medio de la irradiación, a un período que oscila entre los 6 a 7 meses, conservándolos a temperaturas no superiores a los 15°C.

En dichos tubérculos no se han alterado propiedades fundamentales por el tratamiento aplicado, como se desprende de todo lo antedicho y las condiciones de comestibilidad se han conservado a lo largo de la experiencia.

TABLA 2
Determinaciones Químicas

VARIEDAD HUINCUL

	24 HORAS POST-IRRADIACION						40 DIAS POST-IRRADIACION						120 DIAS POST-IRRADIACION					
	0	3	6	8	10	15	0	3	6	8	10	15	0	3	6	8	10	15
Dosis (Krad)																		
Humedad (g %)	80,1	77,0	78,9	79,8	78,4	79,2	78,0	78,6	79,1	79,0	77,0	78,1	79,2	78,7	76,4	78,3	77,6	77,4
Az. red. directos (g %)	0,23	0,23	0,19	0,26	0,23	0,22	0,27	0,20	0,15	0,19	0,16	0,19	0,21	0,19	0,23	0,23	0,25	0,19
Glicosa (g %)	0,11	0,13	0,09	0,14	0,13	0,11	0,15	0,12	0,10	0,09	0,08	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,16	0,15
Fructosa (g %)	0,12	0,10	0,10	0,12	0,10	0,11	0,12	0,08	0,05	0,09	0,08	0,07	0,10	0,08	0,06	0,10	0,09	0,09
Sacarosa (g %)	0,04	0,19	0,17	0,24	0,20	0,23	0,29	0,11	0,07	0,19	0,16	0,12	0,13	0,14	0,09	0,24	0,14	0,13
Vitam. C (mg %)	11,0	9,10	9,77	9,77	11,4	10,8	11,0	9,57	12,3	13,2	8,90	11,2	10,1	9,2	11,2	11,3	11,5	11,1

VARIEDAD KENNEBEC

	24 HORAS POST-IRRADIACION						40 DIAS POST-IRRADIACION						120 DIAS POST-IRRADIACION					
	0	3	6	8	10	15	0	3	6	8	10	15	0	3	6	8	10	15
Dosis (Krad)																		
Humedad (g %)	77,3	75,0	73,2	75,8	74,5	76,7	72,0	77,4	78,6	74,1	73,3	75,3	77,2	75,3	74,5	72,8	74,1	73,8
Az. red. directos (g %)	0,31	0,29	0,49	0,38	0,34	0,41	0,28	0,23	0,22	0,20	0,22	0,28	0,24	0,31	0,29	0,27	0,27	0,23
Glicosa (g %)	0,17	0,16	0,29	0,20	0,19	0,21	0,16	0,13	0,13	0,11	0,12	0,16	0,13	0,15	0,15	0,14	0,16	0,18
Fructosa (g %)	0,14	0,13	0,20	0,18	0,15	0,20	0,12	0,11	0,09	0,09	0,09	0,12	0,11	0,16	0,13	0,12	0,13	0,16
Sacarosa (g %)	0,12	0,37	0,55	0,66	0,58	0,57	0,62	0,15	0,14	0,15	0,09	0,13	0,09	0,10	0,14	0,13	0,15	0,11
Vitam. C (mg %)	10,9	15,4	16,1	13,6	14,9	12,5	11,2	9,3	9,5	8,8	9,5	8,8	8,8	10,3	11,1	13,8	14,2	14,5

TABLA 3

<i>Aminoácido</i>	<i>Testigo</i>	<i>15.000 rad</i>	<i>25.000 rad</i>
Ac. Aspartico	23,4	23,6	21,8
Ac. Glutamico	15,6	14,8	15,5
Arginina	6,1	6,3	5,8
Leucina	5,2	5,5	5,1
Lisina	5,7	6,0	5,8

Datos expresados en g/100 g de proteínas, correspondientes a 16 g de nitrógeno.

BIBLIOGRAFIA

1. Q.R.C., U.S. Army, Preservación de alimentos por energía ionizante en bajas dosis, Massachusetts, 1961.
2. BRUNELET L. et VIDAL P., Irradiation des pommes de terre aux rayons gamma. Congres de l' I.I.F., Interlaken Sept. 1957.
3. BRUNELET L. et VIDAL P., Processing of foods with ionizing radiations: "Irradiation of potatoes". Low temperature Research Station-Rec. Mem.N 312.Cambridge Sept. 1957.
4. EVANS, J., Potato storage and gamma radiation. Atomic and atomic technology 6: 47-51, 1955.
5. ERVINGTON, R.F. y MACQUEEN, N.P., Irradiación gamma de papas para inhibir el brote. Gamma Irradiation in Canada, Volumen 2, 1961.
6. BRUNELET L. et VIDAL P., Etude technique sur l' inhibition de la germination des pommes de terre par radioexposition gamma.
7. Etude analytique des tubercules de pommes de terre soumis aux radiations nucleaires. A/Conf. 15/P/1602, Frande, 16 mai 1958.
8. MOORE S., STEIN W.H., Chromatography of aminoacids on sulfonated polystyrene resins. J. Biol. Chem. 241: 1954 893-906.
9. SANDRET F., MICHELS L., Los rayos gamma, inhibidores de la germinación de papas Industries Alimentaries et Agricoles Nº 9-10,1(66 1189.

FE DE ERRATA

En la página 5, párrafo 6º, renglón segundo, donde dice: “dósis”, debe decir: “dosis”.

En la página 9, párrafo 4º, renglón tercero, donde dice: “Kennbec”, debe decir: “Kennebec”.