

Tesis de Posgrado

Contenido en calcio de trigos argentinos de distintas variedades, cosechados en diferentes regiones de la zona triguera

López, Julia Rosario

1957

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

López, Julia Rosario. (1957). Contenido en calcio de trigos argentinos de distintas variedades, cosechados en diferentes regiones de la zona triguera. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0949_Lopez.pdf

Cita tipo Chicago:

López, Julia Rosario. "Contenido en calcio de trigos argentinos de distintas variedades, cosechados en diferentes regiones de la zona triguera". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1957.

http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_0949_Lopez.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

Contenido en calcio de trigos argentinos de distintas variedades, cosechados en diferentes regiones de la zona triguera

Resumen del trabajo de tesis presentado para optar al título de Doctora en Química por :

JULIA ROSARIO LOPEZ

Res. de Tesis 920

AÑO:

1957

Se presentan valores de contenido en calcio de trigos argentinos correspondientes a las cosechas 1953-54 y 1954-55, determinados sobre muestras standard de distintas variedades cosechadas en las diferentes subregiones de la zona triguera. Cada muestra era un standard preparado con trigos de la misma variedad provenientes de diferentes localidades de una misma subregión.

En la cosecha 1953-54, sólo se analizaron las variedades Massaux No. 5, Klein Lucero, Klein Cóndor y Benvenuto 3.085, cosechadas en las subregiones I y V Sur por no disponer de más muestras.

En la cosecha 1954-55, se analizaron las variedades Massaux No. 5, Klein Lucero, Buck Quequén, Benvenuto 3085, y Klein Cometa, cosechadas en las subregiones I, II Norte, II Sur, III, IV, V Norte y V Sur que integran la zona triguera en todos los casos. La variedad Klein Cóndor no se pudo analizar en la cosecha 1954-55, porque no figura más entre las aconsejadas por el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación.

El tipo oficial por calidad industrial de las variedades Massaux No. 5, Klein Lucero, Klein Cóndor y Buck Quequén es duro y de las variedades Benvenuto 3.085 y Klein Cometa semiduro.

Las distintas variedades de trigo no fueron cosechadas en la misma época del año, lo que sin duda pudo influir en el contenido mineral.

El procedimiento empleado para la valoración del calcio fue el de la Association of Official Agricultural Chemists, para la determinación de dicho elemento en harinas. Su fundamento es el siguiente: Calcinación de la muestra con nitrato de magnesio a 550°C. Insolubilización de la sílice

con ácido clorhídrico . Dilución y agregado de solución de acetato de sodio, en presencia de verde de bromocresol, para llevar a un pH de 4,8-5,0. Precipitación del calcio con solución de ácido oxálico y valoración del oxalato de calcio obtenido, con permanganato de potasio.

Independientemente del factor varietal y de la subregión de cultivo los trigos de la cosecha 1954-55, analizados, contienen 10,0 mg. de calcio por 100 g. de trigo seco como valor mínimo y 44,6 como máximo. En la gran mayoría de los casos los valores oscilan entre 20 y 35 mg.

Considerando las distintas subregiones, en la cosecha 1954-55, se puede establecer que las variedades cosechadas en la subregión III son en general las más ricas, en calcio, en cambio las correspondientes a la subregión II Sur, las más pobres.

Considerando las distintas variedades, en la cosecha 1954-55, se puede establecer de un modo general, que la variedad más rica en calcio es la Klein Lucero y la más pobre la Klein Cometa.

Los cuadros siguientes resumen los resultados obtenidos consignando los contenidos en calcio para cada variedad cosechadas en las distintas subregiones y para cada subregión independientemente de la variedad.

Los valores están expresados como mg. de calcio en 100 g. de trigo seco.

Variedades	Máximo	Mínimo
Massaux No. 5.	32,5	18,1
Klein Lucero	44,6	28,7
Buck Quequén	37,9	23,8
Benvenuto 3.085	41,1	22,6
Klein Cometa	30,4	10,0

Subregiones	Máximo	Mínimo
I	39,7	21,9
II Norte	33,3	16,3
II Sur	31,1	10,0
III	44,6	24,1
IV	33,1	13,4
V Norte	34,5	23,2
V Sur	41,1	21,3

El contenido en calcio de los trigos de las cosechas 1953-54 (27,7-53,8 mg. por 100 g.) y 1954-55 (10,0-44,6 mg. por 100 g.) analizados en el presente trabajo, es inferior a los valores registrados en la bibliografía para trigos norteamericanos y egipcios (29,8 - 70,7 mg por 100 g.) y (40,7-77,8 mg. por 100 g) respectivamente.

En vista de la posible acción antagonizante del ácido fítico sobre la absorción del calcio y sabiendo que el trigo contiene una cantidad considerable de ácido inositolhexafosfórico, fué de interés conocer si existía alguna vinculación entre el calcio y el ácido fítico contenidos en las mismas muestras.

Con ese fin se presentan gráficas relacionadas con los valores de calcio y de ácido fítico para las distintas variedades cosechadas dentro de una misma subregión y para cada variedad cosechadas en las distintas subregiones.

De los mismos no puede concluirse que puedan existir vinculaciones definidas entre esos contenidos, mientras no se dispongan valores correspondientes a considerable número de análisis.

Finalmente se presenta un gráfico relacionando los contenidos de ácido fítico en función de los de calcio, registrados en todos los análisis practicados.

La recta trazada por el método de los cuadrados mínimos, con un factor de correlación poco significativo (-0.54) no señala una vinculación definida entre esos contenidos.

La consideración amplia del tema abordado en este trabajo, requiere una planificación especial destinada a juzgar la probable influencia del gran número de variables (variedad, tipo de suelo, condiciones de crecimiento, cantidad de agua suministrada, tiempo de siembra etc.), que afectan los resultados.

-oOo-

Julia R. López

**Tesis para optar al título de
Doctora en Química**

JULIA ROSARIO LÓPEZ

TESIS! 949

AÑO 1997

Agradecemos al Dr. Jorge Cattáneo el haber patrocinado este trabajo, su eficaz dirección y oportunos consejos.

Desde también expresar el reconocimiento a la Dra. Inés P. de Soares Talles, por haberme permitido realizar este estudio en el laboratorio que dirige en el Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación, y haberme proporcionado las muestras para el análisis.

FOUR

A MI MARE.

RESUMEN

En el presente trabajo se determinó el contenido en calcio de trigos argentinos de diferentes variedades y zonas de cultivo, de las cosechas 1953-54 y 1954-55, por el método oficial de la Association of Official Agricultural Chemists para la valoración de calcio en harinas.

Se discutieron luego los valores obtenidos en relación a las distintas variedades y zonas de cosecha.

En vista de la posible acción antagonista del ácido fítico sobre la absorción del calcio, fue de interés conocer si existía alguna relación entre el calcio y el ácido fítico contenidos en las mismas muestras.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

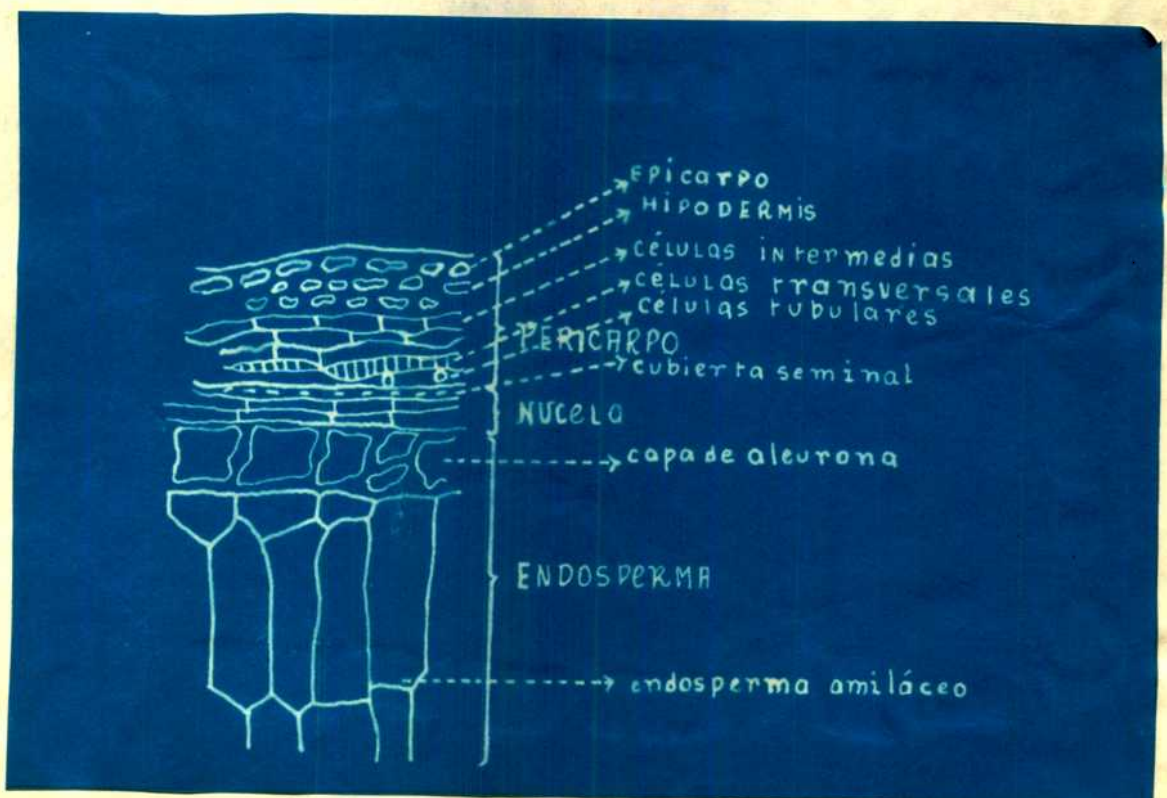
ESTRUCTURA DEL GRANO DE TRIGO

El trigo, *Triticum* sp. pertenece a la familia de las Gramíneas.

El grano maduro o fruto es un cariopse. El pericarpo y los restos de los tegumentos seminales se adhieren tan fuertemente que no resulta fácil separarlos a la madurez.

El grano puede ser dividido en tres regiones principales: (a) la capa de salvado, que comprende el pericarpo, restos de cubiertas seminales y la nucela; (b) el endosperma; (c) el embrión.

Corte transversal por un trozo de grano maduro, mostrando detalles del pericarpo, tegumentos, nucela y endosperma.



El pericarpo consta generalmente de cinco capas o zonas de células que, de afuera hacia adentro, se distribuyen de la siguiente manera: (I) el epicarpo o epidermis externa; (II) el perisquirma hipodérmico; (III) las células intermedias; (IV) las células transversales y (V) las células tubulares que constituyen la epidermis interna del pericarpo.

Las células del epicarpo son alargadas y perpendiculares al eje longitudinal del grano.

La cubierta seminal es muy comprimida a la madurez y aparece como una zona de células cuyas paredes apenas pueden ser distinguidas.

El tejido mucilar o perisperma es resorbido, en su mayor parte, durante el desarrollo del grano y a la madurez puede faltar completamente. Cuando existe, consta de una o dos capas de células de paredes gruesas situadas por encima de las células de aleurona; en el grano maduro suelen estar apicadas, de modo que forman una línea incolora refringente, la capa hialina.

Las células de aleurona constituyen la zona externa del endosperma. Contienen abundante cantidad de glúnicos proteínicos y algo de grasa. La proteína parece formarse por procesos de condensación durante la desecación del grano de trigo.

El endosperma amiláceo constituye la masa principal del grano, sus células son de paredes finas y sus ejes longitudinales forman ángulos rectos con la superficie del grano. Están llenos de almidón y contienen todo el gluten del endosperma. El endosperma incluyendo la capa de aleurona, constituye aproximadamente el 85 a 90 % de la ma-

en total del grano entero, el endosperma alrededor del 6 % y el resto corresponde a la capa de salvado (23).

COMPOSICION MINERAL DEL GRANO

Correspondiendo a las funciones especiales de cada una de las tres partes (salvado, endosperma y endosperma), hay profundas diferencias en la naturaleza química de las sustancias que las componen, y por consiguiente amplias diferencias en su valor nutritivo.

Morris, Passco y Alexander (42) estudiaron la distribución de los minerales en el grano de trigo, por un procedimiento espectrográfico para el análisis cuantitativo de pequeñas cantidades de ceniza de trigo, en dos variedades: Tanager (trigo rojo duro de invierno) y Trumbull (trigo rojo blanco de invierno). Determinaron los elementos principales: fósforo, potasio, sodio, calcio y magnesio y los tres secundarios: manganeso, hierro y cobre.

Observaron: que el fósforo y potasio se encuentran casi en la misma concentración en las cenizas del endosperma y del salvado; que el magnesio y manganeso eran más elevados en la ceniza del último y que el sodio, calcio, hierro y cobre se encontraban en mayor concentración en la ceniza del endosperma.

La composición del salvado se asemeja a la del endosperma en que tanto el fósforo como el potasio eran los principales constituyentes. Se diferenciaba en que el magnesio también era un constituyente principal, igualando su concentración casi a la mitad de la del potasio.

Sullivan (58) estudió la composición mineral del trigo y de la harina. Encontró que el potasio, fósforo, azufre, magnesio, cloro, calcio, sodio y silicio eran los elementos

que se hallaban en cantidades relativamente grandes y que el cobre, hierro, níquel, manganeso, cobalto, selenio, aluminio, arsénico, iodo, bromo, flúor, vanadio y boro, para mencionar algunos de los más importantes, eran los que se hallaban en pequeñas cantidades.

En los cuadros I y II figuran los contenidos promedio de cada mineral hallados en su trabajo.

CUADRO I

Contenido promedio de los elementos que se encuentran en mayores cantidades en el trigo y la harina

Constituyente	Trigo	Harina patentada
	%	%
ceniza total	1,85	0,45
Potasio	0,571	0,168
Fósforo	0,428	0,113
Azufre	0,194	0,163
Magnesio	0,173	0,089
Cloro	0,075	0,051
Calcio	0,048	0,016
Sodio	0,009	0,003
Silicio	0,006	0,003

En la molienda del trigo, a medida que la cantidad de la harina disminuye, la ceniza total, que es generalmente tomada como un índice del contenido mineral, aumenta. Por esta razón, Sullivan supone que todos los minerales, tanto los más comunes como los raras, se encuentran en mayor

res cantidades en el arroz y el germen que en las separaciones del endosperma. No queriendo significar con esto, que todos los trigos son un contenido en cenizas más alto, tuvieren una mayor proporción de cada elemento.

GRANNO. II

Contenido promedio de los elementos que se encuentran en menores cantidades en el trigo y la harina

Constituyente	Trigo	Harina patentada
	Partes por millón	Partes por millón
Zinc	100	40
Níquel (x)	35	-
Hierro	31	8
Manganeso	24	3
Zoro	16	4
Cobre	6	2
Aluminio	3	0,6
Bromo (x)	2	1
Iodo (x)	0,006	0,004
Arsenico (x)	0,1	0,01
Cobalto (x)	0,01	-

normal crecimiento, como para el mantenimiento, constituyen un importante problema nutritivo. Los aspectos físico-químicos de su acción en el cuerpo han abierto preguntas difíciles, muchas todavía no contestadas. No es de sorprender por esto, que la literatura sobre calcio sea probablemente tan voluminosa como la que se refiere sobre el resto de los demás minerales juntos.

Las relaciones del calcio con los fosfatos, carbonatos, magnesio, enzimas de la leche, hormonas y vitaminas son particularmente íntimas y complejas.

Una cantidad suficiente de calcio es absolutamente necesaria para la formación conveniente de huesos y dientes. Este elemento tiene una función precisa en la coagulación de la sangre y en el metabolismo de los hidratos de carbono. También interviene en la irritabilidad neuromuscular; una de las causas de la tetania es la baja concentración de calcio en el suero (50).

Por consiguiente el calcio es un elemento esencial para la vida.

Los requerimientos de este elemento en el hombre y la mujer son de 0,8 g. diarios. Para la mujer embarazada suben a 1,5 g. y durante la lactancia hasta 2 g. En los niños, las necesidades son proporcionalmente mayores, desde 1 g. antes del primer año hasta 1.2 - 1.4 g. en la pubertad (15).

El metabolismo está regulado por los siguientes factores: (61)

1o. Endógeno a cargo del sistema endocrino consistente principalmente en la paratiroides y tiroideas.

2o. Endógeno a cargo de la vitamina D principalmente como fijador de calcio.

3o. También endógeno constituido por el apor de fósforo y calcio al organismo por los alimentos.

El déficit sistémico en la dieta de calcio o fósforo, o la falta de condiciones para su buena absorción intestinal, cuando está presente en cantidad adecuada, conduce a una imperfecta mineralización de los huesos, es decir al raquitismo en los niños y a la osteoporosis en el adulto, como trastornos principales. Cuando una dieta es deficiente, es habitual que lo sea más en calcio que en fósforo, de aquí la importancia que se da al primero de estos elementos.

La absorción del calcio tiene lugar en las primeras porciones del intestino delgado. El medio ácido favorece la absorción, pues en él, el calcio da sales solubles mientras que en medio alcalino precipita en forma de sales insolubles.

Aparte de la reacción, hay otros factores que localmente, en el intestino, pueden determinar una deficiente absorción. Entre estos factores son importantes la deficiente absorción de ácidos grasos en el intestino, que forman sales de calcio insolubles que se excretan, y la presencia en la dieta de cereales que contienen compuestos que insolubilizan el calcio dificultando su absorción (ácido fítico). Las proteínas en la dieta favorecen en cambio la absorción.

El calcio se excreta principalmente por vía intestinal, aproximadamente un 75 %, con una dieta normal. El resto se elimina por orina (15).

EFFECTO DEL ÁCIDO FÍTICO SOBRE LA ABSORCIÓN DEL CALCIO

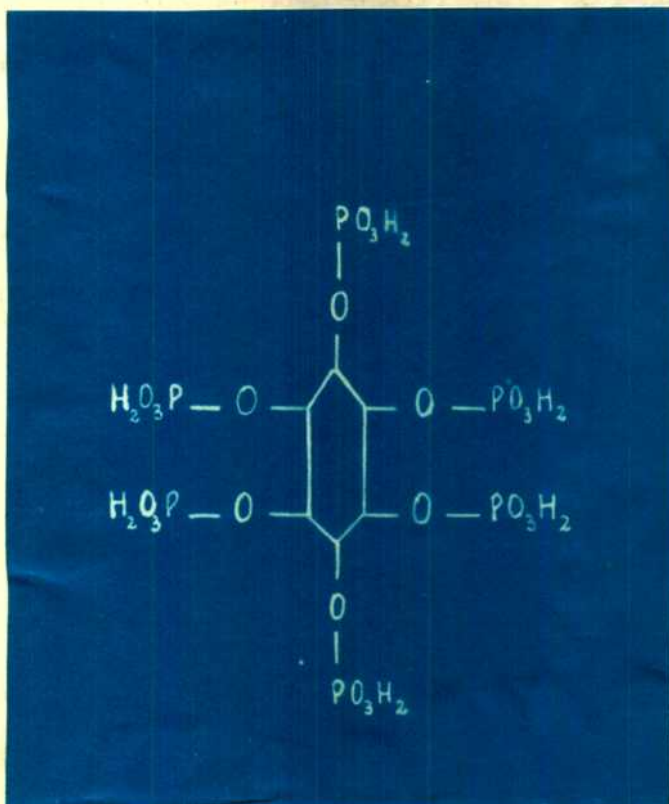
Existe una considerable literatura, para mostrar que la extinguida del contenido de calcio y fósforo del grano de los cereales, puede ser un índice inequívoco del valor de la semilla como fuente de estos elementos.

Hay varios compuestos orgánicos con fósforo : ácido fítico, fosfolípidos, nucleos-fosfatos, ácidos nucleí -

cos, fosfoproteínas, etc., que se encuentran en plantas y semillas.

De esos compuestos el ácido fítico (ácido inositol hexafosfórico) es de considerable interés.

La fórmula asignada por Anderson al ácido inositolhexafosfórico es la siguiente:



La sal cálcico-magnésica de este ácido, llamada fitina parece originarse en el grano de los cereales durante la maduración (11).

Según Mollgaard, Lorenzen, Hansen y Christensen (40) el 75-85 % del fósforo total de los granos utilizados para el consumo del hombre y para la alimentación de los animales de granja, se encuentra en forma de ácido fítico.

Beeth, Carter, Jones y Moran (7) hallaron que el fósforo de la fitina constituía el 70-75 % del fósforo total en el trigo entero, el 85-95 % del total en el salvado, el 40-50 % del total en el germen, y el 30-40 % del total en la harina blanca (75 % de extracción).

**Investigaciones relativamente recientes, nos -
traron la probable función del ácido fítico en la nutrición
humana.**

**Un amplio relato de la naturaleza y significa-
do de este compuesto fue dado por Morrison y Mellanby en 1939
(22). Estos investigadores realizaron experimentos para deter-
minar cuál era el elemento de la harina de avena responsable
de su acción requintegénica.**

**Llegaron a las siguientes conclusiones: a) El
ácido fítico y el fitato neutro de sodio, preparados a partir
de la fitina comercial, ejercían una fuerte acción requintegé-
nica cuando se añadían a una dieta rica o poco requintegénica.
b) El grado de acción requintegénica, mostrado por estos com-
puestos, era aproximadamente comparable con el mostrado por
la harina de avena, suministrada en cantidades equivalentes
respecto al fósforo de ácido fítico, c) La fracción de fósfo-
ro de ácido fítico extraída de la harina de avena, mostraba
la misma acción requintegénica.**

**El fitato de sodio, neutro, purificado, pre-
parado de esa fracción era igualmente potente, d) La acción
requintegénica del fitato de sodio, así como de los cereales,
era antagonizada por adición de calcio extra a la dieta. La
fitina comercial (fitato de calcio y magnesio) era brava-
mente antiraquílica.**

**Según estos autores, había evidencia de que
la acción requintegénica de los cereales no se debía, normal-
mente, a la ineficiencia de su fósforo, como había sido fre-
cuentemente sugerido, sino a la acción del ácido fítico que
inhibía la absorción del calcio en el intestino.**

Como la cantidad de ácido fítico, en la hari-

no de arena, era aproximadamente doble de la requerida para precipitar el calcio del cereal totalmente, ellos sugirieron que el ácido fítico ejercía un acción reguladora evitando la absorción del calcio del cereal y del que pudiera haber en el resto de la dieta.

De Case y Widdowson en 1942 (34), realizaron experimentos balanceados, durante un período de nueve meses, en cinco mujeres y cinco hombres sanos.

Estudiaron la absorción y excreción de minerales cuando el 40-50 % de las calorías de las dietas eran suministradas por harinas de trigo de los siguientes tipos: 69% de extracción; 92 % de extracción; 69 % de extracción con agregado de carbonato de calcio o fosfato ácido de calcio; 92 % de extracción con adición de las mismas sales; 69 % de extracción con el agregado de fitato de sodio y 92 % de extracción con un suplemento de 2.000 V.I de calciferol por día.

Llegaron a las siguientes conclusiones para el calcio: en dietas con harina de 92 % este elemento era mejor absorbido que en dietas con harina de 69 %. El fitato de sodio agregado a la harina de 69 % disminuía la absorción de calcio.

Aproximadamente el 50 % del fósforo del fitato de sodio era absorbido. La vitamina D no mejoraba prácticamente la absorción de calcio, en las dietas con harina de 92 %.

Fortificando el pan con sales de calcio, mejoraba la absorción de calcio y se evitaba una pérdida de este elemento del cuerpo si ésta hubiera ocurrido. El carbonato y fosfato eran igualmente eficaces. La adición de carbonato de calcio excesivamente disminuía la absorción de fósforo.

Recomendaron, que durante los períodos en que los fuentes de calcio estuviesen disminuidas, se le agregara carbonato de calcio a las harinas.

Mc Cance y Widdowson (1942) (35) publicaron otro trabajo, en el que concluyeron que el ácido fítico era el principal agente responsable, en el trigo entero, de la absorción disminuida de calcio y magnesio. También comprobaron que el fósforo del ácido fítico no era absorbido tan fácilmente como el fósforo inorgánico, y notaron que la simple hidrólisis del ácido fítico, no permitía que el calcio y magnesio fuesen tan fácilmente absorbidos de la harina de alta extracción como de la blanca. Algunos de los productos de hidrólisis también interferían un poco y el curso completo del estudio, sobre el metabolismo del calcio y del fósforo, les sugirió que los fosfatos inorgánicos eran los responsables de esta interferencia.

Consideraron por esto, evidente, que si se hidrolizaba todo el ácido fítico de la harina de alta extracción, el pan hecho con ella, sería inferior comparado con el pan blanco, en cuanto al calcio aprovechable.

Sin embargo, no consideraron el pan hecho con harina entera menos beneficioso para el hombre, que el pan blanco. Al contrario lo consideraron mejor, excepto en el hecho que contenía tanto ácido fítico.

Norr Jørgensen (1944)⁽²⁵⁾ estudió los sales de calcio del ácido fítico cuando precipitaban bajo condiciones similares a las del intestino, y sus solubilidades, para determinar si la absorción de calcio era perjudicada por la presencia de ácido fítico en los alimentos. Encontró que la relación fósforo: calcio en la sal era constante y correspondía a la

fórmula $C_6H_8O_{24}P_5Ca_5$, en el intervalo de pH 5-7 y que el fitato pentacálcico era ligeramente más soluble que la hidroxapatita $Ca_5(PO_4)_3OH$, en el intervalo de pH 4,4 - 7,2, pero menos soluble que el fosfato de calcio secundario: PO_4H_2Ca .

De acuerdo con estas investigaciones, lo más probable que la presencia de ácido fítico, en los alimentos, redujera considerablemente la concentración de iones calcio en el intestino.

Hoff-Joungmann (1946) (26) investigó cuál era el papel desempeñado por el ácido fítico, en la absorción del calcio y fósforo, por el balance de estos elementos en perros.

Encontré que agregados de ácido fítico, a la dieta de los perros, provocaba una disminución en la absorción y retención del calcio, la cual era notoria cuando los perros eran menores de dos meses, volviéndose mucho más pronunciada con el aumento de la edad. Con una dieta que contenía cantidades equivalentes de calcio y ácido fítico (es decir cuando la relación de calcio a fósforo de ácido fítico era como cinco es a seis), el balance de calcio se transformaba en negativo, casi en el tiempo de la madurez, que era cuando los animales estaban alrededor de los seis meses, y mientras estaban aún creciendo rápidamente.

Por su trabajo anterior, (25) Hoff-Joungmann sabía que la solubilidad del fitato pentacálcico era menor que la del fosfato de calcio secundario, y que la sal de calcio del ácido fítico era precipitada instantáneamente, mientras que el fosfato de calcio secundario precipitaba lentamente.

El autor consideró que la diferencia en la

salubilidad del fosfato secundario y el fitato, no era suficientemente grande, como para explicar la menor absorción del calcio fítico. La diferencia en la regiones de precipitación, en cambio, podía explicar la distinta absorción de calcio presente como fitato y como fosfato.

Encontré que casi el 50 % del ácido fítico de la dieta era hidrolizado en el intestino, y que la adición de ácido fítico a la dieta, aumentaba la absorción de fosfato. No atribuí, que este aumento se debiera a la absorción de una gran parte del fósforo de ácido fítico hidrolizado, porque dicho aumento igualmente se verificaba cuando se agregaba oxalato, en vez de ácido fítico, a la dieta.

Consideré probable que, el aumento de absorción de fosfato, fuera debido al hecho que, tanto el ácido fítico como el oxalato precipitaban el calcio, con lo cual la concentración de los iones fosfato aumentaba, puesto que :



También consideré probable que la hidrólisis del ácido fítico se debiera principalmente a una bacteria y tuviera lugar en el colon, desde el cual no se absorben fosfatos.

Hoff-Jørgensen, Cluf Andersen, H. Bagtrup y Gunnar Nielsen (1946) (27) con el objeto de comprobar si los bebés reaccionan en una forma similar, realizaron experimentos en los cuales se les dió una dieta con cantidades variables de ácido fítico.

Durante toda la experiencia se administró leche de vaca y se añadió a ésta, una solución de fitato de sodio, en los períodos de fitato, para que se combinara con el 50, 75 y 100 % del calcio total de la dieta.

Los resultados de estos experimentos en bebés.

concuerdan con aquellos de Mc Cance y Widdowson (34), en adultos, en que mostraban que la adición de fitato de sodio a la dieta disminuía muy considerablemente la absorción de calcio.

El efecto del fitato sobre la absorción del calcio parecía ser más pronunciada en bebés de más edad, esto estaba de acuerdo con las observaciones en parvitos realizadas por Hoff-Jorgensen, pero el efecto era menos visible en los bebés.

El agregado de fitato a la dieta provocaba un aumento en la absorción de fosfato.

En algunos de los experimentos, la cantidad de fósforo absorbida era mayor que la cantidad de fósforo no fítico en la dieta. Por esta razón, un poco del fosfato que fue separado del fitato en el intestino (alrededor del 75 % del ingerido) debió absorberse.

Dos bebés tuvieron la misma dieta durante la experiencia, excepto que uno de ellos recibió diariamente, un suplemento de 500 U.I. de vitamina B₂ y de 100 mgr. de ácido ascórbico.

El efecto inhibitorio del fitato, sobre la absorción de calcio, fue esencialmente menor en el bebé que recibió las vitaminas, que en el otro. La diferencia no fue lo bastante significativa como para probar un efecto de las vitaminas.

Hoff-Jorgensen, O. Anderson y G. Nielsen (1946) (28) investigaron, en dos niños de diez años de edad, el efecto de una dieta rica en fitato sobre la absorción del calcio.

Los niños recibieron, durante tres períodos de cinco días, una dieta pobre en fitato, luego se les dio una dieta rica en él, por tres períodos similares, y finalmente se les

administró otra vez la primera dieta.

Se tuvo cuidado de que en los diferentes períodos experimentales de cinco días, cada uno, las dietas dadas fueran lo más uniformes posible. Contaban quinientos gramos de leche y casi novecientos miligramos de calcio.

Los resultados obtenidos mostraron que, la absorción de calcio, estaba muy disminuida durante los períodos de fitato. Los autores consideraron, sin embargo, que si los niños hubieran sido mantenidos con una dieta rica en fitato, por un período más largo, su absorción de calcio hubiera aumentado gradualmente. Es decir que notaron una indicación de adaptación a las condiciones desfavorables, para la absorción del calcio.

La absorción y retención de fósforo, fueron considerablemente mayores con una dieta rica en fitato, que con una dieta pobre en él. Los autores dieron para este hecho la misma explicación que dió Haff-Jørgensen en su experiencia con perros.

La cantidad de fitato hidrolizado en los intestinos de los dos niños, fué alrededor del 70 % de aquel contenido en la dieta. Algo del fosfato separado consideraron que pudo absorberse.

H. Maligaard (40) en colaboración con Lorenzen, Hansen y Christensen, estudió algunas propiedades del ácido fólico, en el año 1946.

Disolviendo cantidades equivalentes de fitato de sodio y cloruro de calcio en agua a pH 2, titulando con hidróxido de sodio, 0,1 N y midiendo los potenciales con electrodo de vidrio, obtuvieron una curva de titulación para el fitato de calcio. A pH 3,7 se formó un precipitado de fi-

tato de calcio, y el análisis de la sustancia mostró una relación de fósforo a calcio de 1,25 a 1.

Møllgaard y colaboradores compararon su resultado con el obtenido por Raff-Jørgensen, citado anteriormente (25) y comprobaron que ambos estaban de acuerdo. Luego la sal formada era fitato de pentacalcio $C_6 H_2 O_{24} P_6 Ca_5$

Consideraron importante que esta sal se precipitara en un medio más bien ácido, porque significaba que la presencia de ácido fítico en los intestinos, podía interferir seriamente con la absorción del calcio, aún en las primeras partes del intestino delgado, donde la reacción correspondía a un pH de 4-5.

Encontraron que ciertos ácidos orgánicos, formando sales de calcio complejas, eran capaces de modificar el punto de precipitación del fitato de calcio, hacia una reacción más alcalina.

Estudiando el efecto de las concentraciones en aumento de los ácidos tartárico, cítrico, láctico y gluconico, comprobaron que los dos primeros especialmente, en concentraciones elevadas, producían un desplazamiento muy grande del pH de precipitación. El ácido láctico también tenía una influencia considerable. Pensaron que este hecho era particularmente notable, ya que cantidades importantes de ácido láctico se producían, por fermentación, en los intestinos de muchos animales.

Christensen, en el laboratorio de Møllgaard, confirmó estos resultados, midiendo cuantitativamente el efecto de los ácidos tartárico y cítrico, sobre la solubilidad del fitato pentacalcico. Comprobó que los dos ácidos aumentaban, esencialmente la solubilidad del fitato.

Como encontraron el mismo efecto sobre el $(IO_3)_2$ Ca. OH_2O , presuntieron que sucedía lo mismo con cualquier sal insoluble de calcio, incluidas las fosfatos.

Consideraron que la influencia de los oxalatos, sobre la absorción del calcio, podía ser de mucho alcance.

Sabiendo que un elemento debía estar en solución para poder ser absorbido, y que la solubilidad de los iones calcio y fosfato dependía estrictamente de la reacción del solvente, pensaron que el valor del pH, en las diferentes partes del intestino, debía ser de importancia decisiva para la absorción de estos elementos, cuando se presuntieron juntos.

En el laboratorio de Malignard, midieron la reacción en las diferentes partes del intestino de ciertos, bajo condiciones de alimentación variadas. Obtuvieron las siguientes cifras, para el valor del pH, durante la digestión:

duodeno	3 - 6
mitad del yeyuno	5 - 6,5
parte más baja del íleo..	6,5 - 7,5

Largo la reacción era ácida en la mayor parte del intestino delgado, acida al final era alcalina.

Los autores presuntieron que lo mismo sucedía en los otros mamíferos, con un intestino relativamente corto, incluyendo al hombre.

Supusieron que si el intestino contenía cantidades relativamente grandes de ácido fítico, el ión calcio podía ser precipitado aún en un pH de 3,7 y la absorción era totalmente impedida dentro de todo el intestino delgado. Pero, si el ácido fítico era desdoblado en inositol y ácido fítico libre, las condiciones serían completamente modifica -

das. Como los jugos gástricos e intestinales de los mamíferos superiores, incluido el hombre, no contienen ferretasa que pudiera realizar la descomposición del ácido fítico, el calcio no podía ser asimilado, a menos que el alimento mismo contuviera una fitasa específica. Esto sucedía frecuentemente en las especies domésticas, porque algunas plantas y granos (trigo, cebada, centeno), usadas como alimentos, contenían a menudo cantidades considerables de esa enzima. La hidrólisis del ácido fítico por el día de la fitasa del alimento, no ocurría que ocurriera en el hombre, porque ordinariamente comía alimentos que, en una u otra forma, habían sido calentados a una temperatura que destruía toda actividad enzimática.

Pensaron que la precipitación del ion calcio, sin embargo, podía ser evitada, si la masa alimenticia intestinal contenía cantidades considerables de oxalatos, que formarían un complejo soluble con el ion. En los animales domésticos, tal vez esto podía ocurrir, porque normalmente contenían en el estómago y partes superiores del intestino, algo de ácido láctico producido por fermentación.

Pero tal circunstancia no podía suponer que existiera en el hombre, porque la fermentación de ácido láctico en su intestino era muy débil.

A menos que consumiera directamente oxalatos, el hombre no podía aprovechar su capacidad de formar complejos. En consecuencia consideraron que en el hombre, el ácido fítico podía desarrollar todo su efecto perjudicial.

Si no ocurría la descomposición del ácido fítico, el ácido ferférico contenido en él, tampoco podía ser absorbido, porque excepto para los ácidos ferféricos de la glicerona y el glicerol se conocían ningún compuesto orgánico del

ácido fósfórico que fuese absorbido como tal. Por esta razón presunieron, que el ácido fítico tenía otro efecto perjudicial: el que se ácido fósfórico fuera retirado del metabolismo.

Cuando la alimentación consistiera, en su mayor parte, en productos de granos, podría resultar una disminución peligrosa de la provisión de fósforo.

McColligan y colaboradores realizaron experiencias, para comprobar el efecto perjudicial del ácido fítico sobre la absorción del calcio.

Utilizando cerdos verificaron que la avena y el maíz, tenían un marcado efecto requitogénico, mientras que la cebada, trigo y arroz de trigo podían ser incorporados a las dietas en grandes cantidades, sin ningún efecto de sus efectos.

Como los granos requitogénicos no contenían fitato, mientras que esta enzima se encontraba en cantidades variables en los granos no requitogénicos, pensaron, que era completamente obvio, que esa diferencia daba la clave, para la comprensión de todo el problema del efecto requitogénico de los cereales.

Realizaron luego experiencias con cerdos, a las que se les administró dietas compuestas de diferentes especies, con un contenido de fósforo aprovechable variable, de acuerdo con la cantidad de ácido fítico en la comida. Para algunos grupos de cerdos el ácido fítico fue desactivado, antes de darles de comer, por medio de una solución de fitasa. Para otros el alimento fue calentado antes de dárselo, para destruir la fitasa. Para otros esta enzima se dejó intacta y se aumentó además, por el agregado de un extracto de arroz-

cho de trigo. Finalmente, para algunos grupos se agregó directamente al alimento, fitato de sodio.

Cada experimento duró seis días, con un período preliminar de ceba.

Observaron que signos de requitismo y un contenido bajo de fósforo en la sangre, estaban asociados con la presencia de ácido fítico, intacto en el intestino. No había requitismo o sólo muy poco, en los grupos donde el ácido fítico se había sido hidrolizado antes de la alimentación, o cuando los animales habían recibido fitasa activa. Notaron también que el agregado de vitamina B₂ a la dieta, no superaba enteramente el efecto requitigénico del ácido fítico, y que el agregado de fosfato de calcio secundario lo evitaba completamente.

De estos experimentos dedujeron, que el fósforo del ácido fítico no podía ser absorbido y participar en el metabolismo a menos que en alguna forma fuera hidrolizado en ácido fosfórico libre e inorgánico. Esto no sucedería en el intestino de los animales superiores, a menos que el alimento mismo contuviera una cierta cantidad de fitasa activa.

También efectuaron experiencias para comprender el efecto hídrico de las oxidaciones orgánicas, sobre la absorción del calcio y fósforo, en dietas conteniendo ácido fítico.

Para estos pruebas, utilizaron también cerdos. Su comida contenía los alimentos utilizados comúnmente en Dinamarca, para el crecimiento de los cerdos.

Agregaron a las dietas suficiente fosfato de calcio secundario y carbonato de calcio, para proveer, junto con el calcio y fósforo ya presentes, una cantidad total de nueve gramos de calcio y seis gramos de fósforo, por kilogra-

se de sustancia seca. Aproximadamente el aumento por ciento del fósforo total estaba presente como ácido fítico.

No destruyeron la actividad de la fitasa de los granos, para que los animales tuvieran la oportunidad de hidrolisar el ácido fítico durante la digestión. En esta forma, estudiaron el efecto de los oxididos sobre la absorción del calcio y fósforo, en condiciones positivamente farináceas.

Utilizaron los ácidos tartáricos y lácticos.

Los resultados mostraron que los dos oxididos producían un aumento considerable en la excreción del fósforo y particularmente del calcio.

Al mismo tiempo realizaron pruebas con cerdos que recibían 1.800 V.I. de vitamina D, por día pero no oxididos.

Comprobaron que el efecto de la vitamina D era algo mayor, que el de los oxididos, en los experimentos donde el contenido de calcio del alimento era elevado, pero era de la misma magnitud en las experiencias con dietas de menor contenido de calcio.

Demostaron también que el suministro de cultivos de *Lactobacillus*, que podían desarrollarse en el intestino de los cerdos, aumentaba la cantidad de ácido láctico formado durante la digestión. Los cerdos, a los que se suministró tales cultivos, crecían mejor que los de control que no recibían el cultivo.

Walker, Fox e Irving (64) en el año 1946, estudiando el valor nutritivo de las hechas de trigo de alta extracción, llegaron a la conclusión de que la ingestión de pan con alto contenido en ácido fítico, parecía tener efecto

perjudicial en la absorción de ciertos minerales, particularmente en la utilización del calcio.

Pero a pesar de no subestimar la necesidad de proporcionar una cantidad adecuada de calcio con la dieta, sugirieron que si debido a ciertos rasgos, había que utilizar harinas de alta extracción, la perturbación del metabolismo del calcio se podía considerar como de naturaleza temporal, mientras el cuerpo se readaptaba a las nuevas condiciones¹

Según el trabajo de Genova, Pinto y Pedroni (18), del año 1946, un exceso de ácido fítico, derivado de las capas periféricas de los cereales, era perjudicial porque reducía la absorción del calcio.

Hunt-Jones y Ames (30) en 1947 citaron un caso ocurrido, en Dublín, durante la guerra, después de tres años de consumir pan hecho con harinas enteras del 100 %.

Se observó que el raquitismo (en su forma puramente liníar) había aumentado, desde un porcentaje prácticamente insignificante, hasta casi el 30 %, en los niños menores de dos años. Se consideró que había muchas razones por los cuales, ese hecho, había sido tan grave, en Dublín. Los niños estudiados pertenecían a las clases más pobres, cuya alimentación de leche era baja y cuya dieta no se podía considerar, en general, como muy satisfactoria.

Cuando más adelante se decidió reducir la extracción al 85 %, se comprobó que la incidencia de raquitismo había decrecido, aunque todavía era más elevada que en los días de guerra, por lo que se consideró que el contenido de ácido fítico en la harina de 85 % era todavía perjudicial. Se admitió que en los dos últimos años había habido alguna mejora, en el consumo de leche y vitamina D, pero se llegó a

la conclusión, después de un estudio cuidadoso, que la posici-
ón mejorada, respecto al requisito, se relacionaba principal-
mente con la reducción de la extracción.

Walker, Fox e Irving (65), en el año 1946,
publicaron los detalles completos de su trabajo date a conocer
en 1946.

Estudiaron la ingestión y excreción de calcio,
magnesio, fósforo total, fósforo de fitato y hierro, en cuatro
adultos sanos, varones, europeos, en Sud Africa, durante períodos
dos que variaron entre tres y diecinueve semanas consecutivas.

Planearon los períodos experimentales de la
siguiente manera: a) de una a dos semanas con la dieta usual;
b) de cuatro a nueve semanas con una dieta que contenía una li-
bra de pan hecho con harinas de 95-100 % de extracción; c) de
una a cuatro semanas en las que el pan de 95-100 % era reempla-
zado por una libra de pan blanco (70 % de extracción).

Señalaron que, al comparar los resultados ob-
tenidos por Mc Camo y Widarson en 1942 con los suyos, debía
tenerse en cuenta las condiciones climáticas de Sud Africa.
Los sujetos no solamente consumieron alimentos que habían si-
do enteramente irradiados por el sol, sino que ellos mismos
estuvieron continuamente expuestos a la luz solar, a una al-
tura de aproximadamente seis mil pies. Hubo así esta diferen-
cia entre los dos estudios, pero sin embargo, de acuerdo con
Mc Camo y Widarson, había poca evidencia para suponer, que
la adición de vitamina D a la dieta de adultos sanos, tuviera
algún efecto apreciable, sobre la absorción del calcio.

Llamaron la atención sobre ciertas maneras de
error, inherentes a los estudios de balances de ese género.

Resúmenes en los trabajos de otros investiga-

datos, sostuvieron que cuando un individuo habituado a un nivel de ingestión de calcio, era repentinamente colocado en uno inferior, un período de adaptación se producía inevitablemente. El tiempo necesario para alcanzar un estado estable, en el nuevo nivel de ingestión de calcio, dependía de la magnitud de la diferencia entre los dos niveles, y de la extensión que los nuevos suministros de calcio tuvieran de aprovechables.

De manera que si en aumento de ingestión de fósforo de fitato, estaba acompañado por una reducción en la ingestión de calcio, el balance negativo, que seguía a tales cambios, no podía ser interpretado como debido solamente a los efectos interferentes del fitato.

Además, estado se pasa de una ingestión de calcio alta a una inferior, era necesario asegurar que el nivel suficiente calcio se proporcionaba, para satisfacer las mínimas necesidades de las personas.

Por otra parte afirmaron que los balances negativos que se habían observado, se debían probablemente a lo que podía llamarse en "impulso de conservación" en unión con algunos efectos provenientes de un cambio en el valor del suministro.

Consideraron también qué constituía el mínimo requerimiento de calcio diario. En base a estudios efectuados por otros investigadores, adoptaron 10 mgr./lgr. de peso del cuerpo, cuando proyectaron sus experiencias.

En los informes dados por algunos investigadores, los períodos experimentales eran interrumpidos por días o semanas, durante los cuales el alimento consumido no estaba especificado y a menos que el mismo nivel de ingestión

de calcio fuera mantenido, les pareció inevitable que tal interrupción afectaría las observaciones siguientes.

Algunos autores empleaban períodos experimentales tan cortos y cambiaban la dieta tan frecuentemente, que consideraron dudoso la adaptación del cuerpo a una dieta, antes que la siguiente fuera tomada.

Escribieron que no era fácil comparar sus resultados sobre la asimilación del calcio, en la presencia de ácido fítico, con los obtenidos por otros investigadores, porque estos últimos habían empleado períodos experimentales comparativamente cortos. Afirmaron que si hubieran interrumpido sus observaciones después de tres o cuatro semanas, con la dieta de pan de alta extracción, sus resultados hubieran sido muy similares a aquellos informados por otros autores.

Combinando su propia experiencia con la de otros investigadores registraron lo siguiente:

Los personas que pasaban precipitadamente de su dieta habitual, a una conteniendo menos calcio y mucho más fósforo de fitato, mostraban un inmediato balance negativo de calcio. Cuando el cuerpo se acostumbraba a dicha dieta, la retención de dicho elemento mejoraba, de manera que después un cierto tiempo se restablecía el equilibrio y las pérdidas del calcio eran lentamente mejoradas. El período de adaptación era más corto y la pérdida de calcio menor, si la diferencia entre la ingestión de calcio habitual y aquella de la dieta experimental era pequeña.

Cuando más bajo era el contenido en calcio de una dieta, mayor era la cantidad de fósforo de fitos hidrolizada.

Los mencionados autores estudiaron también

los trabajos realizados en personas obligadas por las circunstancias, a consumir dietas ricas en fósforo de fitato y pobres en calcio. Consideraron que, para lograr una segura información, era mejor esto, que elegir unas pocas personas e ideas dietas, observando como se adaptaban a las nuevas condiciones, durante períodos cortos o largos, las cuales por razones prácticas obvias no podían ser muy prolongadas.

Estudiaron los ejemplos de balances positivos de calcio observados en no-europeos, de diferentes ^{T 225} cuando consumían sus dietas típicas de cereales ricas en fósforo de fitato y pobres en calcio.

De dicho estudio dedujeron que los balances positivos sucedían con bastante frecuencia, en tales circunstancias. Además, observando a los campesinos brachos de Sud Africa, comprobaron que no había una gran evidencia de una calcificación deficiente del esquiote, y que sus dientes estaban a menudo bien formados y algunas veces notablemente libres de caries.

Como tales observaciones no estaban de acuerdo con las opiniones convencionales y tampoco podían considerarse debidas a diferencias raciales, pensaron que mejor sería verlas como una adaptación, que cualquier ser humano podía experimentar bajo circunstancias similares.

Que una adaptación similar podía ser lograda por europeos, había sido sugerida por las observaciones realizadas en gente francesa, durante la ocupación. Consumían una dieta pobre en calcio y pes de alta extracción, sin embargo la decalcificación, que debería haber ocurrido, no tuvo lugar.

Walker, Fox e Irving sugieren que un proceso

similar de adaptación había sucedido en los sujetos de su experiencia, porque desde hacía varios años, los habitantes de Sud Africa consumían únicamente pan hecho con harina de alta extracción. Pensemos que esta adaptación pudo haber faltado en las personas estudiadas por Mc Cance y Widdowson, en 1942.

El mecanismo, por el cual sucedía la adaptación podía explicarse en dos formas. Una basada en los cambios químicos que el fitato podía sufrir en el intestino (a) y otra en la capacidad del cuerpo de adaptarse a una ingestión de calcio disminuida (b).

(a) Comprobamos que la mayor parte de los investigadores estaban de acuerdo en que el fósforo del fitato y el calcio se combinaban en el intestino para formar una sal insoluble, y comprendieron que este hecho debía considerarse, porque mucho de este calcio era algunas veces absorbido. Los distintos autores pensaban que la hidrólisis del fitato ocurría, en cierto grado, en el tracto digestivo, pero había dos opiniones sobre cómo se efectuaba con hidrólisis en el hombre. Mientras algunos sostenían que era debida a la acción de la flora intestinal, otros afirmaban que dicha hidrólisis sólo podía ocurrir cuando la dieta contenía una enzima específica, que se destruía por la acción del alimento. Coincidían en que al menos una parte del fósforo liberado por hidrólisis era absorbido, y que también lo era una parte del calcio precipitado.

Walker, Fox e Irving estudiaron el papel que el magnesio podía tener en esta reacción. Sus resultados experimentales les sugirieron que el ácido fítico había reaccionado, en el intestino, tanto con el calcio, como con el magnesio. Este era un punto importante porque decidía la cantidad

de calcio inaprovechable, para una cantidad determinada de fósforo de fitato.

(b) La adaptación no podía considerarse como debida solamente al aumento de hidrólisis del fitato, puesto que dicho aumento ocurría inmediatamente después que el régimen de pan negro se iniciaba, y en cambio la adaptación era gradual.

Algunos investigadores afirmaron que en la presencia de un suministro inadecuado de algún elemento nutritivo, incluyendo el calcio, el cuerpo podía ajustarse a la situación, por un uso más económico de la parte que tenía de aprovechable, o por una reducción de sus propias necesidades, de modo que finalmente volvía el equilibrio con el escaso suministro de alimento. Pensaban que ningún daño podía derivar de tal adaptación, siempre que la ingestión de calcio diaria, fuese de 10 mgrs. por Kgr. de peso del cuerpo.

A consecuencia del trabajo de Mc Cance y Widdowson, publicado en 1942, Walker, Fox e Irving habían iniciado esta investigación. Evidentemente, sus resultados confirmaron los de aquellos, hasta donde han demostrado que un régimen con pan hecho con harinas de alta ^{cción} fibra daba una cierta cantidad de calcio no aprovechable.

Los resultados de Walker y colaboradores mencionados, sin embargo, que el cuerpo podía ajustarse a un valor disminuido y que el consumo de tal dieta, durante largos períodos, no tenía efecto deletéreo sobre el metabolismo del calcio.

Según Nichol y Dalbey (1949) (48) junto con los alimentos, el hombre introduce en su organismo a veces antialimentos, sustancias que no son siempre tóxicas en sí mismas, pero cuya presencia o exceso es capaz de perturbar

la absorción o la utilización de los otros alimentos, por acción anticoleólica, antipéptica etc.

Ellos consideraron al ácido fítico como un antagonista con respecto al calcio, por su propiedad de precipitarlo al estado de fitato insoluble, siendo luego eliminado por el intestino.

Edward Mellanby, en 1949 (35), estudió en el perro en crecimiento, las condiciones que afectaban la acción del fitato de los cereales sobre el metabolismo del calcio y sobre los procesos de calcificación.

Llegó a las siguientes conclusiones:

El efecto anticoleificante del fitato era específico cuando el cuerpo contenía vitamina D. En ausencia completa de dicha vitamina, de la dieta y del cuerpo, la capacidad de su acción se perdía y el fosfato inorgánico también perdía ese efecto.

La propiedad descalcificante de los cereales había sido atribuida, en una época, a una antivitamina, pero el autor no creyó que el fitato lo fuese, un el sentido que directamente antagonizara con la vitamina D. Si bien, esta hipótesis, podía ser necesaria para explicar alguna de sus numerosas complejas interacciones con la vitamina, su principal efecto anticoleificante consideró que dependía del hecho de que, en el intestino, con el fosfato inorgánico, su término análogo de estructura, para el calcio. En esta forma el fitato limitaría la cantidad de calcio utilizable para la absorción, bajo la influencia de la vitamina D.

Aunque ésta en cantidad suficiente, impedía que el fitato produjera requitismo en los animales en crecimiento, ella sola no suprimía el efecto descalcificante del fitato. Cuando la ingestión de vitamina D era alta, el fitato



te reducía la cantidad de calcio absorbido en el intestino y producía huesos no tan bien calcificados y con más síntomas de osteoporosis que cuando estaba ausente de la dieta o reemplazado por el fosfato inorgánico.

Aumentando el fitato en la dieta, aumentaba no sólo éste, sino también el calcio, en las huesos. De ese modo se reducía el calcio utilizable por el organismo.

Una dieta con alta cantidad en fitato, necesitaba no sólo un suministro adecuada de vitamina D, sino, lo que igualmente importante, una ingestión suficiente de calcio. Cuando la dieta fuera rica en fitato, la formación perfecta de los huesos podría obtenerse únicamente, si una suficiente cantidad de calcio era añadida a la dieta, conteniendo vitamina D.

Aumentando el calcio de la dieta podía aumentar el fitato secretado, si la absorción de calcio no era aumentada, o disminuir el fitato en las huesos si más calcio era absorbido.

Bajo las condiciones experimentales descritas, la vitamina D no prevenía contra el antagonismo del fitato, sino que reaccionaba destruyendo algo de él. Esta acción era limitada y aumentando la vitamina, por encima de una cierta cantidad, no reducía más el fitato secretado y no aumentaba el calcio absorbido.

La vitamina D no sólo provocaba la absorción del calcio en el intestino y su acumulación en los huesos sino que, en animales en crecimiento, aceleraba la estructura y el tamaño para formar huesos mejor calcificados, en aquellos que tenían un máximo de tejido calcificante. Más vitamina D se necesitaba para asegurar una perfecta calcificación de los huesos.

sea, que pare procurar una máxina absorción de calcio. Esta ocurriría especialmente así cuando la dieta sea rica en fitato. De esta manera la absorción y reducción de calcio podría ser buena y sin embargo la calcificación de los huesos ser sub-normal.

El autor tuvo alguna evidencia, no comprobada enteramente, de que con fitato dietético consumía las reservas de vitamina D del organismo, más rápidamente que el fósforo inorgánico.

Smith, Carter y Van Holsten en 1949 (47), también confirmaron la influencia perjudicial de un alto contenido de ácido fítico en el pan integral de trigo, sobre la absorción del calcio.

Según Nicolayson y Hjan, en 1951 (45) en periodos de poco tiempo el ácido fítico ejercía una definitiva influencia sobre la absorción del calcio. En los hombres aparentemente no había efecto preciso del ácido fítico sobre la absorción del calcio.

Mattar, en 1953 (48) determinó el ácido fítico contenido en los huesos de vacas alimentadas con cantidades variables de una mezcla de granos.

El 51-54 % del fósforo total de esta mezcla estaba constituido por fósforo de fitina. Observó que el 75-81 % del fósforo fítico se recuperaba, mientras el resto era metabolizado e hidrolizado, y que un exceso de calcio reducía la absorción del fósforo fítico, mientras que un exceso de éste convertía al calcio en inaprovechable.

Shigeyoshi Tsuchiya en 1953 (57) realizó experimentos con tres adultos sanos, a los que suministró dietas normales y con alto contenido de ácido fítico, durante tres días. Observó que el 75-78 % del ácido fítico ingerido

era excretado por las heces y el 15-30 % era absorbido a través de la pared intestinal. En dietas con alto contenido de fítico, los cantidades de calcio absorbidas disminuían y el balance de este ión se transformaba en negativo.

El mismo autor (58) determinó el efecto fítico excretado, con dietas de cereales (arroz y arroz) y de legumbres. Observó que era similar, por lo que dedujo que no había diferencia entre la presencia en la primera dieta y la ausencia en la segunda de fitato.

Según el estudio clásico, hecho por Carter en el año 1954 (17), el pan blanco y el de baja y el contienen poca cantidad de ácido fítico. El pan de trigo de extracción elevada contenía cantidades considerables de ácido fítico, y podía tener influencia sobre el metabolismo del calcio. No pudo probar la existencia de disturbios permanentes en la retención del calcio, provocados por el ácido fítico.

La retención del calcio del yodo y de la fitina, por las ratas albinas, en relación con el lapso de la vida, fue estudiada por Hagushi y Mc Coy en 1954 (5).

Ciento sesenta ratas albinas recién nacidas, recibieron una de estas cuatro dietas: harina blanca con 0,3 % de fitato de calcio, harina de trigo entera con 0,3 % de sulfato de calcio, harina de trigo entera con 0,6 % de sulfato de calcio, harina de papa con 0,3 % de sulfato de calcio. La relativa utilidad del calcio en las dietas se encontró que iba en aumento de la primera a la cuarta dieta. El calcio del sulfato era más aprovechable que el calcio del fitato.

La proporción de mortalidad era la misma con todas las dietas.

**MÉTODOS PARA AÑILAR EL HIERRO MEDIANTE EL ÁCIDO HÉMO-
SUFUROSO.**

Se han estudiado varios, uno de ellos lo consi-
tituye el agregado de sales cálcicas a las harinas.

De Cance y Vidarson (34) recomendaron el añi-
lamiento de carbonato de calcio, para contrarrestar el efecto
perjudicial del ácido fítico, en los épocas en que hubiera un
aprovechamiento disminuido de las fuentes de calcio.

Hallgaard, Logansen, Hansen y Christensen (40)
al estudiar la dieta de la población danesa y comprobar
que era excesivamente pobre en calcio, acordaron que aproxima-
damente 0,5 % de calcio debía agregarse al pan de consumo. Es-
te se realizó agregando 1 % de carbonato de calcio a la harin-
a.

Según Burf (10), cuando el grado de extracción
de una harina es superior al 80-85 %, es conveniente añadir 0,5%
de carbonato de calcio.

Guillaumet, Jacquet y Tremblay (20) proponen
por la necesidad de añadir carbonato cálcico, solamente cuando
el pan llevara mucho ácido fítico, como sucede en tiempos de
granos.

Enb Regis Atkinson (2) recomendó la adminis-
tración de sales de calcio, junto con dietas ricas en fitina.

Marino Calvo (41) propone la divulgación del
pan fabricado con harinas muy enriquecidas y enriquecidas en
calcio. Por que a pesar de ser el pan integral anticancerígeno en
ciertos aspectos técnicos (obtención, conservación y enrique-
cimiento) lo consideraba superior. Era más rico en vitaminas y
compuestos minerales. Se evitaba la tendencia comercial inde-
seable, que podía ser a veces fraudulenta, de blanquear las

harinas por medios químicos (peróxidos, perborato, etc.) con el objeto de dar "mejor aspecto", destruyendo así las vitaminas.

Según el mencionado autor lo ideal sería el uso frecuente y cotidiano de pan blanco e integral, el primero para suministrar el valor nutritivo básico (glúcidos, proteínas y previamente enriquecido en aminoácidos con pequeñas cantidades de lisina, levaduras en polvo, harina de soja o leche en polvo) y el segundo para procurar y completar las vitaminas indispensables y los compuestos minerales.

Además aconsejé que se debería calcular en forma estadística el calcio medio ingerido por habitante y día, teniendo en cuenta especialmente el contenido en la leche, y cuando hubiese penuria o déficit de aquí, por producción o consumo insuficientes de leche y productos lácteos, se debería determinar las condiciones para que el calcio se suministrara en la forma más segura y eficiente. Para ella, lo mejor sería introducirlo en el pan y bajo la forma de carbonato de calcio, en pequeña cantidad.

Otro método, para anular el efecto requiritivo del ácido fítico, consiste en su parcial destrucción, en un eficaz proceso de purificación, donde se permita la acción enzimática de la fitasa.

Según Courtois y Pérez (14) el pH de actividad de la fitasa está alrededor del valor 5,2 y el contenido de ella en el trigo duro, es mayor que en el blando.

Widmann (66) realizó estudios para demostrar que esta enzima era activa en harinas de trigo comerciales y que podía destruir el ácido fítico, durante el proceso de cocido aceptado.

Observé que homogeneizando con levadura se produ-

era una considerable hidrólisis, y que el porcentaje de destrucción era mayor, cuando más refinada era la harina.

Cuando el polvo de hornear reemplazaba a la levadura, la destrucción era mucho menor. Consideré que probablemente existían dos razones para esta hecho. En primer lugar, cuando la masa con levadura era puesta a levar, proporcionaba a la enzima una oportunidad para actuar sobre su sustrato, antes que fuera inactivada por el levantamiento de la temperatura, en el horno. Cuando se hornaba con bicarbonato de sodio y cremor tártaro, las masas se cocaban dentro de un horno caliente, tan pronto como los ingredientes estaban mezclados y la enzima se destruía inmediatamente. En segundo lugar, como el pH óptimo de la fitasa del trigo es de 5,5, la concentración del ión hidrógeno de una masa con levadura era mucho más favorable, para la actividad de la fitasa, que aquella de una masa con polvo de hornear.

Estudí también la destrucción del fósforo orgánico que se producía cuando suficiente fitato de sodio se añadía, a la harina blanca de 70 % de extracción, para igualar su concentración con la de 92 % de extracción. La destrucción de ácido fítico era menor en la harina de 92 %.

Según el autor, esta podía haber sucedido porque el fitato de sodio era más soluble que los fitatos naturales que se encontraban en el trigo, pero evidentemente había una fitasa activa en la harina de 70 % de extracción.

Como el ácido fítico, en el trigo, está localizado principalmente en el salvado, consideré que la enzima estaba naturalmente más dispersa que su sustrato a través del endosperma, o que llegaba a estar separada de su sustrato por el proceso de molienda.

Estuvo de acuerdo con los autores citados anteriormente, en que la forma más barata y efectiva de frusturar la acción nociva del ácido inosito fosfórico era el aditamento cálcico; pero comprendió que algo podía ser realizado purificando en una forma conveniente.

Halligan, así, Lovinson, Hanson y Christensen (40) estudiaron también el desdoblamiento del ácido fítico en la masa de harina de centeno. Consideraron que era un problema mucho más difícil que el agregado de calcio, particularmente porque dicho aditamento demoraba el desdoblamiento, al precipitar el ácido como fitato de calcio insoluble. Sin embargo, en su trabajo tuvieron la ventaja de usar enzimas que eran capaces de retener los iones calcio y fitato en solución.

Halligan que bajo condiciones óptimas de contenido en agua, pH, concentración de enzimas, temperatura, tiempo de reacción, se podía llegar a una hidrólisis del 80-85% del ácido fítico, por fermentación enzimática durante la preparación de la masa y los primeros momentos del horneado.

Según Gouveia, Pinto y Pedrosa (18) el ácido inosito fosfórico se podía destruir elevando la temperatura de panificación en unos días gruesos.

Casares y Moreno (11) determinaron el ácido fítico y el calcio contenidos en las harinas y los productos dietéticos. Calcularon el calcio, que teóricamente hacía falta para neutralizar el ácido inosito fosfórico hallado, y lo compararon con el calcio encontrado, determinando luego el déficit de este elemento que existía en la mayoría de los productos dietéticos, y en las harinas de este grado de extracción. Para compensar dicho déficit, aconsejaron añadir cantidad suficiente de sales cálcicas o lo que consideraban mejor, sobre

todo para los dietéticos derivados de harinas, sometidos a una fermentación previa, para que por la acción de la inositol fosfatasa se enriquecieran en fosfatos y calcio asimilables y en el factor vitamínico inosita, produciendo en el desarrollo el ácido fítico.

Spitzer, Maruyama, Michael y Phillips (52) estudiaron el efecto de la vitamina D en la utilización del ácido inositolfosfórico. Observaron que la adición de vitamina D, a una dieta que contenía aproximadamente el óptimo de fósforo inorgánico, tenía poco o ningún efecto sobre la utilización del fósforo.

La adición de vitamina D a una ración conteniendo fitato de calcio mejoraba, en gran parte la utilización del fósforo.

Según estos investigadores, la vitamina D, mejoraba el aprovechamiento del fósforo de la fitina de una manera secundaria, ya que observaron que no parecía ser necesaria para la formación de fitana.

Steenbock, Briggs, West y Pilaggi (53) comprobaron que los suplementos de vitamina D, tendían a aumentar la fitasa intestinal extraída de ratas y pollos, alimentados con raciones rquítoquímicas de cereales. Aparentemente esta reacción no estaba limitada a dietas de cereales a el estado rquítoico , porque la misma tendencia se observó, en ratas alimentadas con raciones que no contenían cereales, las que proporcionaban aproximadamente óptimas e excesivas cantidades de fósforo y óptimas cantidades de calcio.

Pilaggi, De Luca y Steenbock (46) realizaron un estudio, en ratas, sobre la función decarboxilada por la vitamina D, al evitar las propiedades rquítoquímicas de los cereales

los. Observaron que el ácido fítico, en dietas de cereales, con bajo contenido en calcio, era casi totalmente hidrolizado, aún cuando la vitamina D estaba ausente. Cuando el contenido en calcio de las raciones se aumentaba, la hidrólisis del fitato disminuía y la adición de vitamina D la aumentaba.

La actividad de la fitasa y de la fosfatasa alcalina de los extractos fecales e intestinales de los ratas aumentaba siempre cuando se suministraba vitamina D. No tenía importancia que la dieta tuviera o no cereales y que éstas fueran requiritagónicas o no.

El aumento de hidrólisis del ácido fítico, que observaban por la adición de vitamina D a dietas de cereales, con un contenido grande de calcio, no liberaba suficiente fósforo inorgánico para explicar la prevención del requiritagismo.

Aunque las ratas con requiritagismo hidrolizaban una menor cantidad de fitato, el fósforo inorgánico en las heces aumentaba, porque había disminuido su absorción.

Los mencionados investigadores consideraron que la acción antirequitagica de la vitamina D, con dietas de cereales, se debía principalmente a una mejor utilización del fósforo inorgánico.

CONTENIDO DE CALCIO EN TRIGO

Nuestros trabajos se han realizado para conocer la composición mineral del grano de trigo. Se han encontrado considerables variaciones según la variedad, tipo de suelo, condiciones de crecimiento, cantidad de agua suministrada, tiempo de siembra, etc.

Sullivan y Hoar (25) analizaron veinte trigos

de diferentes localidades y muy variadas cualidades y contenido en proteínas.

En el cuadro III figura el nombre de las variedades estudiadas, el de las localidades de las que provenían y el contenido de ceniza y óxido de calcio hallados.

Consideraron que demasiados factores influían sobre la composición del trigo: clima, irrigación, suelo, etc. para sacar relaciones inflexibles que no admitieran excepción, pero sin embargo en su trabajo mostraron que el porcentaje de calcio en las cenizas no tenía una relación directa con la calidad "fuerte" o "débil" de los trigos.

Según otro trabajo publicado por Sullivan y Moor (56), el porcentaje de las constituyentes minerales de diferentes trigos variaba apreciablemente. Trigos de primavera duros, contenían generalmente más ceniza total que las variedades de invierno duros e blandos. La ceniza de cualquier trigo, harina o salvado estaba compuesta principalmente de una mezcla de meta y pirofosfatos de potasio, magnesio y calcio. Los pirofosfatos estaban siempre en exceso sobre las metafosfatos.

El análisis de un trigo "Marquis" de primavera, duro, dió los siguientes valores para el calcio, expresados en g. de calcio por 100 g. de trigo.

trigo entero	0,0452 %
afrecho	0,1158 %
Cermen	0,0692 %

**Agricultural Experiment
Station Grand
Forks North Dakota**

State, South Dakota

Harding y Dysterhaft (21) analizaron también un trigo duro de primavera de variedad Marquis. Observaron que el contenido de calcio era más elevado en el trigo entero que en las distintas harinas y más elevado todavía en el salvado. Los valores para trigo entero y salvado eran respectivamente 0,0317 % y 0,0965 %, expresados como anteriormente.

Greaves y Nivet (19) recopilaron los análisis realizados durante diez años, en Utah Experiment Station, sobre el contenido mineral de granos enteros.

Por varias razones consideraron de mucho interés un resumen de esos resultados.

Primero, representaban el promedio de muchas determinaciones: trigo: 1.755 muestras, avena 1.805 muestras y cebada 110 muestras.

Segundo, esos granos habían crecido en tierras agrícolas irrigadas y no irrigadas.

Tercero: fueron cultivados en suelos que tenían una amplia variación en composición, variaban desde los llamados "libres de salis" hasta los "suelos alcalinos" y desde los altamente calcáreos hasta aquellos en los cuales el calcio se encontraba solamente en cantidades contiguas.

Cuarto: el azufre del suelo había variado mucho, mientras algunos de los suelos estaban muy impregnados con sulfato de calcio, otros contenían solamente pequeñas cantidades de azufre.

Quinto: el trigo representaba diversas variedades cultivadas bajo condiciones similares, por consiguiente

tenían una medida aproximada del efecto de la irrigación, suelo y variedad sobre el contenido mineral.

Nota: Las determinaciones habían sido realizadas por métodos modernos de análisis.

En el cuadro IV figura los porcentajes para el calcio en avena, trigo y cebada, cultivados bajo condiciones variables.

CUADRO IV

Contenido de calcio de la avena, trigo y cebada cultivados bajo condiciones variables

	Avena Ca %	Trigo Ca %	Cebada Ca %
Máximo	0,190	0,096	0,150
Promedio	0,117	0,090	0,086
Mínimo	0,019	0,008	0,029

Observaron que había un débil de variación mucho más amplia en el caso del trigo que en el de la avena o cebada. Desde el punto de vista del promedio la avena era más rica en calcio que los otros dos cereales, sin embargo unas pocas trigos contenían más calcio que cualquier avena.

Notaron también que el contenido en calcio promedio de estos granos era casi el doble que el informado por otros investigadores.

El trigo cultivado en algunas localidades contenía seis veces el calcio del trigo de otras localidades.

Trigo cultivado con 67,5 pulgadas de agua de irrigación, contenía 2,6 veces tanto calcio como un trigo similar, crecido en un suelo semejante, pero sin agua de irri

gación.

Algunas variedades de trigo, aún cuando habían sido cultivadas bajo condiciones similares, contenían el doble de calcio que otras variedades. Variaciones similares encontraron que existían en el caso de la avena y cebada.

Como muchas de esas grases habían sido cultivadas en suelos altamente calcáreos y a menudo con agua de irrigación, Crocker y Hirst pensaron que esas, eran las razones del elevado contenido de calcio de esas grases.

La variación en el contenido mineral de algunas variedades diferentes de cada grano era grande y sugirieron que se debía al uso de agua de irrigación, a la naturaleza del suelo, en el cual las grases eran cultivadas y a la variedad del grano.

Lo Fyfe y Schump - ⁱHerren (31) realizaron un estudio sobre la composición mineral de trigos egipcios.

Según figura en su trabajo debía tenerse en cuenta al estudiar el contenido mineral, de las diversas partes alimenticias, que aquí varía en proporciones bastante grandes según la especie y también la variedad. Cada especie poseía pues, en principio, una afinidad especial cuantitativa y cualitativa para las diversas sales del suelo.

Además de la afinidad global de una planta por las diversas sales, comprobaron también una afinidad especial de algunas de sus tejidos por las mismas sales. Por ejemplo las diferencias de mineralización que comprobaron entre los grases y la paja del trigo fueron notables, sobre todo para el calcio y el magnesio, en cuanto al grano de trigo sus capas corticales estaban mucho más mineralizadas que el

gremio.

Consideraríamos posible que pudiera producirse una sustitución parcial de una base por otra, según que el suelo la contuviera en exceso o en muy poca cantidad.

En este orden de ideas constataríamos hechos de interés, así las plantas de un mismo campo podrían mostrar divergencias de mineralización; de año en año, las mismas plantas, en la misma tierra, con los mismos abonos, estarían distintamente mineralizadas.

Schrumpf-Pierron (49) estudió el efecto del factor variedad sobre el equilibrio mineral del trigo.

El autor estaba de acuerdo con otros investigadores en que el contenido mineral de una planta dependía: 1.º de la especie y la variedad a la cual pertenecía, 2.º de la composición del suelo en el cual crecía; 3.º del clima y en general de todas las influencias fisiológicas. En razón de la plasticidad extraordinaria de los vegetales, la acción de esos tres factores podía producir variaciones considerablemente, aún muy poco estudiadas, del equilibrio mineral del protoplasma vegetal. Por eso las cifras encontradas en un análisis, estaban lejos de tener un valor absoluto y definitivo y no eran válidas más que para la variedad estudiada, en un suelo dado y no para la especie en general.

Este autor quiso dar un ejemplo evidente de la influencia del factor "variedad", solamente, en la composición mineral del trigo.

Se cultivaban principalmente en Egipto dos variedades: "Hindi" y "Baladi" ambas eran duros, pero relativamente pobres en nitrógeno. En toda el valle del Nilo los factores clima y suelo eran sensiblemente los mismos, la tie-

era para ser tanfa casi la misma compocicida por ciento que la tierra del lino del Nilo.

A continuacida figura las cifras medias para el contenido en calcio de calcio de los trigos Hindi y Hindi (en secha 1931-32).

	Hindi	Hindi
Orido de calcio:	0,069 - 0,071 %	0,055 - 0,061 %

Los resultados estin expresados como gramos de calcio de calcio en 100 gramos de trigo.

Analisis luego de las variedades de trigo como y de un rendimiento satisfactorio, cosechados en el mismo afo y cultivados en la misma tierra cerca de El Cairo. El autor considera que siendo las factores suelo y clima idnticas, las diferencias sorprendentes de mineralizacida se deban unicamente al factor variedad.

En el cuadro V figura el nombre de las variedades hibridas estudiadas y el contenido de ceniza y calcio de calcio hallados.

Las diferencias encontradas, para el contenido en calcio alcanzaron los limites siguientes: 40, 7 mg/100 g - 77,8 mg/100 g.

Booth, Carter, Jones y Moran (7) al analizar tres variedades de trigo, obtuvieron para el contenido de calcio los siguientes valores:

Trigo Marfona	32,4 mg/100 g.
Trigo Flato	41,7 mg/100 g.
Trigo English	43,6 mg/100 g.

CUADRO V

Valores hallados por Schumpf-Flores para el contenido en cenizas y ácido de calcio de doce variedades híbridas de trigo egipcio

Varietades	Cenizas %	CaO % (x)	Ca (xx) mg. por 100 g.
Kinzi 62	1,76	0,095	67,8
Kinzi 12	2,29	0,104	74,2
Kinzi 2	2,21	0,069	49,3
Quinch 13	1,76	0,085	45,0
Kalati 31	2,35	0,084	60,0
Quinch 14	2,35	0,086	61,4
Quinch 27	2,30	0,087	62,1
Quinch 24	2,20	0,109	77,8
Quinch 37	2,27	0,090	64,5
Quinch 7	1,82	0,095	67,8
Quinch 31	1,80	0,075	52,1
Falast 2	2,36	0,057	40,7

(x) El contenido de ácido de calcio está expresado como g de ácido de calcio en 100 g. de trigo.

(xx) El contenido de calcio está expresado como mg. de calcio por 100 g. de trigo.

Este estudio se ha realizado con el fin de comparar los resultados obtenidos en trigos argentinos con los egipcios.

Al considerar la composición mineral del trigo, desde el punto de vista nutritivo, observaron que este cereal no era rico en ninguno de los elementos minerales conocidos como importantes en la nutrición humana. La harina blanca carecía más de estos elementos que la harina integral.

Bailey y Hutchinson (3) examinaron el contenido de hierro, cobre, calcio y magnesio, de cuarenta y cuatro trigos de primavera duros, principalmente de las variedades Marquis y Coron, cultivados en los estados del Nordeste de Estados Unidos, la mayoría pertenecían a la cosecha del año 1953. En el cuadro VI figuran el máximo, mínimo y promedio de cada mineral y del contenido en cenizas total.

CUADRO VI

Contenido de cobre, hierro, calcio, magnesio y cenizas total de cuarenta y cuatro trigos de primavera, duros, cultivados en el nordeste de E. U.

	Cobre %	Hierro %	Calcio %	Magnesio %	Cenizas total %
Promedio	0,00086	0,0047	0,0494	0,1976	1,700
Máximo	0,00099	0,0096	0,0814	0,2508	2,184
Mínimo	0,00065	0,0055	0,0346	0,1306	1,313

Notaron que el calcio era el más variable de los cuatro elementos, seguido por el hierro, cobre y magnesio en el orden nombrado.

Morris, Fawcett y Alexander (42) al estudiar la distribución de los elementos minerales dentro del

grano de trigo, encuentran profundas diferencias debidas al tipo de trigo.

En particular para el calcio, notaron que si bien la ceniza del endosperma, de los dos variedades de trigo estudiadas, contenia más calcio que la ceniza del salvado, en la variedad dura la ceniza del salvado contenia alrededor de la mitad del calcio que el endosperma y la variedad blanda menos que un quinto. El porcentaje de calcio, en la ceniza del grano entero del trigo duro, era alrededor del doble que en el blando. La mayor diferencia entre los dos tipos de trigo se encontró en el contenido de calcio del salvado, el trigo duro tenia casi tres veces más calcio que el blando.

Según Matheson (32) ha sido un poco incorrectamente supuesto, que si las plantas se desarrollan es porque el suelo está suficientemente mineralizado y que si los minerales esenciales se hallan en el suelo en suficiente cantidad y formas asimilables, las cosechas estarán abundantemente mineralizadas, desde el punto de vista del valor nutritivo.

El autor observó que en algunos casos, cosechas de habas, guisantes, trébol y alfalfa cultivadas en tierras sin abonar y sin irrigar contenían un porcentaje de potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, fósforo y nitrógeno, más elevado que las mismas plantas cuando crecían en suelos fertilizados e irrigados. Es decir que vegetales cultivados bajo condiciones "pobres" podían estar más abundantemente mineralizados que aquellos cultivados bajo condiciones "buenas".

Las proporciones de minerales en el suelo no condicionaban enteramente, las cantidades absorbidas por las plantas. En algunos casos, al menos, el agua no había

sido el factor crítico en la cantidad de minerales absorbidos.

En un trabajo posterior, Wankam (63) registró observaciones similares en un estudio realizado con trigo.

Una muestra de trigo "Berlimco" cultivado en un suelo sin fertilizantes y sin irrigación contenía un porcentaje más elevado de potasio, sodio, calcio, magnesio, hierro, fósforo y nitrógeno, que una muestra de la misma variedad, sembrada y cosechada en la misma época sobre un suelo con abonos e irrigado, de alto contenido mineral. Esta tierra, sin embargo, produjo una cosecha más abundante.

Newton (44) también estudió la influencia del suelo sobre la composición química de las cenizas. Observó que no había una relación directa entre el contenido de calcio en el suelo y en el grano.

Kamck y Newton El Cindy (45) investigaron el efecto del factor variedad y medio ambiente sobre el valor del pH y el contenido en cenizas, calcio, magnesio, potasio y fósforo de los trigos.

Analizaron trigos de las cosechas de los años 1947 y 1948, provenientes de doce provincias de Egipto. Observaron que el medio ambiente ejercía mayor influencia sobre el contenido de cenizas, calcio, magnesio, potasio y fósforo, que el factor variedad.

Boisak, Spitzner y Bühner (6) observaron que un área controlada producía trigo con 12,0 % de proteínas y 1,0 % de ácido de calcio en sus cenizas. Cuando se añadió suficiente cal al suelo para cambiar el pH de 4,2 a 6 el trigo obtuvo 13,9 % de proteínas y 2,2 % de ácido de calcio en sus cenizas.

VALORACION DE CALCIO EN MATERIALES DE PLANTAS

El decaje de calcio en materiales de plantas puede realizarse por diversos métodos.

Bourdon, Cotte y Gielfrich (8) estudiaron la determinación de los constituyentes inorgánicos de las plantas, después de destruir la materia orgánica con ácido perclórico. Mostraron la eficiencia de calentar con la solución concentrada de ácido nítrico y perclórico. Dieron directivas para destruir el material carbonoso y determinar fósforo, calcio, magnesio y potasio en la relación resultante. El calcio fue valorado por titulación, del oxalato de calcio precipitado, con permanganato de potasio.

Mason (9) también estudió un método valf-nítrico para el decaje de pequeñas cantidades de calcio, en materiales de plantas.

Según este investigador pueden determinarse 10-500 μg . de calcio, rápida y exactamente, con una solución acuosa de etilendiaminetetraacetato de sodio, en presencia de nuxetide como indicador.

Los fosfatos que interfieren se separan, por cambio de ión, en una columna con resina. La valoración no es afectada por el magnesio, hierro y manganeso en las cantidades en que están presentes.

El decaje de calcio se efectúa de la siguiente forma: Se prepara una solución de ceniza de planta en ácido clorhídrico o nítrico diluídos, se coloca una parte alícuota en un vaso de precipitados y se añade agua destilada.

Se traslada a una columna con resina y se libera el calcio con ácido clorhídrico. Se recoge el líquido

y evapora a sequedad. Se disuelve el residuo en agua destilada y se titula con una solución estándar de etilendiamino tetraacetato de sodio, cuando se utiliza como indicador.

Según Mason este método da resultados comparables con los obtenidos por el procedimiento estándar del analito.

Una persona puede realizar treinta y dos determinaciones en un día, debido a la facilidad y rapidez del análisis.

Tyner (29) empleó el ácido clorhídrico para detectar colorimétricamente pequeñas cantidades de calcio.

El fundamento del método es el siguiente: Se calcina el material, se disuelve el residuo en ácido clorhídrico diluido y se evapora a sequedad. Se agrega ácido acético y se diluye. Se trata una parte alícuota con ácido clorhídrico y se mide el color después de tres horas con un espectrofotómetro Coleman.

Se pueden determinar 0,4 mg. de calcio a temperatura ambiente y 0,1 mg a 50°.

La transmisión aumenta con el tiempo y es un poco afectada por la presencia de hierro y aluminio. Más de 0,05 mg. de cobre y 0,01 mg. de manganeso provocan precipitación y resultados altos.

Los datos muestran alrededor de 4,8 % más altos que los obtenidos por el procedimiento volumétrico de la A.O.A.S.

Mc Gregor (37) también usó un método colorimétrico para la microdeterminación de calcio. Precipitó este ión como oxalato y midió su efecto al reducir el color de una solución estándar de sulfocianuro férrico.

Empíese un absorbidor de Lyotier.

Según el mencionado autor este procedimiento puede utilizarse para dosis entre 0,05 y 0,6 μg . de calcio.

Comfield y Felloni (13) valoraron el contenido de calcio de materiales de plantas, indirectamente, por calorimetría.

El método, usado por estos autores, precipita el calcio como oxalato y lo separa por centrifugación.

El precipitado se disuelve en una cantidad conocida de sulfato cálcico y el exceso se determina colorimétricamente. La escala de actividad absorbida es de 100-1000 μg .

Entre las técnicas que emplean la fotometría de llama es importante la usada por Cooley (12) para dosis de calcio en forraje. Consiste en lo siguiente: la ceniza de forraje se disuelve en ácido clorhídrico diluido. Se añade un gran exceso de fosfatos y la solución se lleva a volumen, se atomiza a través del nebulizador y la intensidad de la llama se mide a 622 $\text{m}\mu$.

Por la adición de fosfatos, para llevar la relación P:Ca a 10:1 o más, los iones sodio, potasio, magnesio y manganeso pueden estar presentes en concentraciones mucho mayores a la del calcio, sin afectar la exactitud de la valoración. Las interferencias del cobalto, cobre y hierro son pequeñas, cuando están dichos elementos en concentraciones inferiores a la del calcio, como ocurre en el caso de las cenizas de forraje. El efecto del sodio (una fuerte banda de emisión a 589 $\text{m}\mu$) es disminuido por interposición de un filtro didimia, en el camino de la luz que llega al fototubo.

Las determinaciones duplicadas se verifican mutuamente tan bien o mejor que por el procedimiento químico del analito. Menos tiempo y gasto es necesario. Los resultados son comparables con los obtenidos por el método del analito de la A.O.A.C.

Williams y Morgan (87) también valoraron el contenido de calcio con el fotómetro de Laha.

Los mencionados autores perfeccionaron un gráfico standard para emplear en los dosajes de calcio y magnesio.

La técnica es, en resumen, la siguiente: El material de planta se digiere con ácido nítrico y perclórico, se disuelve en agua caliente y se lleva a un volumen conveniente. Partes alícuotas de esta solución son tratadas, en la centrífuga, con solución saturada de oxalato de amonio. El precipitado se disuelve con ácido nítrico. Los valores de calcio se determinan en el gráfico standard.

Al comparar este método con el macroanalítico se comprobó un notable acuerdo.

Byron , Lilliland y Jackson (9) determinaron calcio y magnesio en hojas, usando un espectrofotómetro de cuarzo Beckman y una llama fabricada especialmente.

Utilizando apropiados standards, que contenían algunos de los elementos interferentes, obtuvieron resultados completamente exactos.

Hyder (51) empleó igualmente la espectrofotometría de llama para el análisis de plantas. El método usado es, en resumen, el siguiente: Las muestras de plantas se tratan con ácido nítrico y perclórico, obteniéndose soluciones para la determinación de sodio, potasio, calcio y magnesio con el espectrofotómetro de llama Beckman.

Para verificar este método se analizaron

muestras de plantas, a las que se habían agregado cantidades conocidas de varias sales y se comparan ^{ta} con los análisis de las mismas muestras, sin agregado de sales. Se recuperó entre 95-100 % de los pesos añadidos.

Van den Hulst, Cottenie y Jonghe (60) usaron también la espectrofotometría de llama para determinar el contenido de calcio de las cosechas.

Hunter y Hall (29) emplearon la turbidimetría para el dosage de calcio en plantas y suelos.

El método usado por estos autores en base en la medida de la turbidez que resulta cuando un reactivo, conteniendo oxalato de amonio, ácido oxálico, agua, etanol y butanol 1, se añade a un extracto sucesivamente regulado. El reactivo es estable durante ocho horas y la turbidez se determina con un densitómetro foto-eléctrico, siendo constante durante 5-60 minutos.

Se valoraron 0,05 - 0,5 mg. de calcio en extractos de plantas y suelos dentro del 5 % del valor real. Hubo muy pequeña interferencia con otros iones.

VALORACION DE CALCIO EN TRIGO

Las determinaciones de calcio en trigo, que se encuentran en la literatura, separan el calcio como oxalato, llegando al resultado final por gravimetría o volumetría (oxidación con permanganato de potasio).

Sullivan y Bear (25) efectuaron el dosage de calcio en trigo por el método volumétrico del permanganato.

Es digno de mención el método de calcinación que emplearon. Se diluye porción de hidrógeno al 30 %

químicamente puro, de Merck, al 5 % con agua destilada. Se añade a la muestra de trigo, molida, una cantidad suficiente para hacerla entera. Cuando cesa la efervescencia debida a la acción del peróxido de hidrógeno sobre las enzimas se coloca la muestra en la eufia, para secarla, a baja temperatura. Luego se eleva ésta a $610^{\circ} - 620^{\circ}$, hasta obtener una ceniza blanca libre de carbono.

La calcinación dura de doce a diecisiete horas según las condiciones antes está método de ignición produce en un tiempo más corto, una ceniza más blanca con cualquier harina, trigo o arroz.

Harting y Dytchhoff (21) determinaron el calcio, contenido en trigo, por el método usado por Le Croydon (26) para valorar este íon en presencia de fosfatos y pequeñas cantidades de hierro, idénto especialmente para el análisis de alimentos, orina y heces.

El método es, en resumen, el siguiente: A la solución, que contiene calcio, magnesio, hierro y fosfatos, se añade solución de alizarina diluida y luego hidróxido de amonio, hasta que sea justamente alcalina. Luego se agrega ácido clorhídrico diluido, hasta débil ácido. Si la solución se calentó durante la neutralización, se le agregará unas pocas gotas de ácido en exceso, para compensar la completa disolución de los fosfatos; la solución se enfría y la neutralización se repite.

Cuando la solución es justamente ácido a la alizarina, se agrega ácido clorhídrico 0,5 N y ácido oxálico al 2,5 %. La solución se lleva a ebullición y se mantiene ésta, hasta que el precipitado se vuelva gruesamente granulado. Se añade entonces, solución de oxalato de amonio al 3 %, gota a gota, a la solución apenas hirviendo, esperando después de

caja agregado hasta que el precipitado se vuelva gruesamente cristalizado. Después de añadir un exceso de oxalato de amonio y que el precipitado se depositó, la solución, se enfría a temperatura ambiente y se añade acetato de sodio al 20 %. La mezcla se calienta en un lugar fresco por -48 horas, se filtra en frío y se lava, para eliminar los alúminos, con solución de oxalato de amonio al 1 %. Se incinera y para como usualmente se hace.

Kent Jones y Ames (30) valoraron el calcio, con el siguiente método: Luego de incinerar la muestra, se disuelve la ceniza en ácido clorhídrico. Si la sílice está presente en una apreciable cantidad, se insolubiliza por ebullición con ácido clorhídrico concentrado, hasta sequedad, repitiéndose la operación una vez más. Se disuelve el residuo en ácido clorhídrico. El calcio se precipita por la adición de acetato de amonio y oxalato de amonio, a la solución herviente. El precipitado se lava con una solución de oxalato de amonio, se seca e incinera. La ceniza se enfría y se humedece cuidadosamente, para convertirla en nitrato, con ácido nítrico diluido. Se incinera nuevamente, hasta peso constante y se pesa como óxido de calcio. El ácido nítrico sufre una conversión rápida, del calcio en óxido, durante la calcinación.

El método seguido por Casares y Morano (11) para el ensaje de calcio, ha sido el siguiente: Luego de calcinar la muestra e insolubilizar la sílice, con ácido clorhídrico, el residuo se disuelve en ese ácido diluido. Se filtra en un vaso de precipitados y se lava con agua destilada. Se añade solución de oxalato amónico y solución de cloruro de amonio y como indicador se usa rojo de metilo, se en

lenta a ebullición, y se va enfriando, lentamente y agitando, sucesivo hasta viraje, ajustando después el pH a seis, con ácido acético, hasta débil color naranja, a este pH precipita mejor el calcio. Se deja en reposo unas seis horas y se centrifuga, se lava el precipitado con sucesivo y se disuelve en ácido sulfúrico. Se valora el calcio por permanganometría.

Tanto Bains (4), en su trabajo sobre el efecto de los abonos sobre el valor nutritivo del trigo, como Magríquez y Fouquet (24), en su estudio sobre la composición química y aptitud panadera de las harinas de diversos grados de extracción, emplearon el método de la A.O.A.C., para valorar el calcio contenido en los trigos.

MATEMÁTICA

I. - MÉTODOS

El procedimiento empleado, para la determinación del contenido en calcio de tejidos argentinos, fue el de la A.O.A.S. (1) para la valoración de dicho elemento en huesos.

Se fundamenta en el siguiente: Calcinación de la muestra, con nitrato de sodio, a 550°C . Insolubilización de la sílice con ácido clorhídrico. Dilución y agregado de solución de acetato de sodio, en presencia de vapor de bromocresol, para llevar a un pH de 4,8 - 5,0. Precipitación del calcio con solución de ácido oxálico y valoración del oxalato de calcio obtenido, con permanganato de potasio.

II - REACTIVOS

- 1) SOLUCIÓN DE NITRATO DE SODIO: Se prepara disolviendo 50 g. de $(\text{NO}_3)_2 \text{Na}$ 6 H_2O en agua destilada y diluyendo a 100 ml.
- 2) ÁCIDO CLORHÍDRICO COMERCIAL: (d = 1,19 p.p.)
- 3) SOLUCIÓN DE VAPOR DE BROMOCRESOL: Se agrega 14,3 ml. de Na. OH 0,01 N a 0,1 g. de vapor de bromocresol, para formar la sal monoxálica. Se diluye a 250 ml. con agua destilada.
- 4) SOLUCIÓN DE ACETATO DE SODIO AL 20 %: Se prepara disolviendo 20 g. de acetato de sodio, con tres moléculas de agua de cristalización, en agua destilada y diluyendo a 100 ml.
- 5) SOLUCIÓN DE ÁCIDO OXÁLICO AL 3 %: Se disuelven 3 g. de ácido oxálico, con dos moléculas de agua de cristalización, en agua destilada y se diluyó a 100 ml.

- 6) SOLUCIÓN DE NITRATO DE AMONIO (1 a 20) en volumen
- 7) AGUA DESTILADA QUIMICAMENTE: ($d = 1,50$, p.a)
- 8) SOLUCIÓN DE FOSFÓRICO DE POTASIO 0,05 N.

III. - SEQUEO

Para la calcinación de las muestras se empleó la siguiente técnica, que es una adaptación del método oficial de la A.O.A.C. (1) para calcinar harinas:

Se colocan 10 gramos de trigo entero en una cápsula de porcelana de aproximadamente 60 mm. de diámetro, la cual se pone sobre un trípode con tela metálica. Se calienta muy suavemente al principio, de modo que la llama del mechero no toque la tela metálica, para evitar que los granos se quemen. Se va aumentando poco a poco la temperatura y cuando el desprendimiento de humos ha disminuido y los granos están carbonizados, la cápsula se coloca en la estufa a una temperatura de 550°C .

A las 2 horas se retira la cápsula y se agregan 0,7 ml. de solución de nitrato de magnesio; con una varilla de vidrio con un extremo en forma de botón se agitan los granos. Para quitar las adherencias que pudiera tener la varilla se lava con agua destilada que se deja evaporar sobre la cápsula. Se coloca ésta en un baño maría para evaporar el agua y luego se introduce en la estufa de 100°C durante 10 minutos. Se lleva nuevamente a la estufa por 1 hora. Se deja enfriar, se humedecen los cenizas con agua destilada, se evapora el líquido, se seca el residuo en la estufa, y se introduce en la estufa durante media hora. Se repite este último tratamiento hasta obtener una ceniza blanca ligeramente grisácea.



En esta forma se obtienen cenizas en condiciones apropiadas para el decaje de calcio, en un tiempo relativamente corto, aproximadamente siete horas.

Para la determinación de dicho elemento en la muestra calcinada, se adoptó el método oficial de la A.O.A.C. que es el siguiente:

Se enfría la ceniza, y se añaden 5 cl. de ácido clorhídrico, de modo que limpie la parte superior de la cápsula. Se evapora sequedad en un baño maría, se disuelve el residuo añadiendo, exactamente medidas, 2,0 cl. de ácido clorhídrico, se calienta durante 5 minutos, en un baño María, con un vidrio de reloj sobre la capsula. Se lava con agua destilada el vidrio y se filtra en un vaso de precipitados de 400 ml.

Se diluye aproximadamente hasta 150 cl. Se añaden 8-10 gotas de indicador verde de bromocresol y suficiente solución de acetato de sodio al 20 % para cambiar el pH a 4,8 - 5,0 (aprox). Se cubre con vidrio de reloj y se calienta a ebullición. Se precipita el calcio lentamente añadiendo solución de ácido oxálico al 3 %, una gota cada 3-5 segundos hasta que se lleva el pH a 4,4 - 4,6 (óptimo para la precipitación del oxalato de calcio) que se nota por la aparición de una sombra verdosa. (Exceso de ácido oxálico desarrollaría tintos amarillos, mostrando un desplazamiento indeseable del pH).

Se hierve 1-2 minutos y se deja durante toda una noche para permitir que se forme el precipitado. Se filtra el líquido sobrenadante a través de papel de filtro cuantitativo. Se lava el vaso y el precipitado con aproximadamente 50 ml. de hidróxido de amonio (1 + 90) en pequeñas porciones, usando una pipeta que arroje un pequeña chorro. Luego se lava el precipitado con una mezcla de 125 cl. de agua destilada y 5 ml. de ácido sulfúrico a 80-90°.



Se titula a la temperatura de 70-90° con per-
manganato de potasio 0,05 N hasta obtener leve color rosado, se
añade el papel de filtro y se continúa la titulación si es ne-
cesario. Se realiza la corrección según el ensayo en blanco y
se calcula el contenido de calcio; 1 cl. de solución de perma-
nganato de potasio 0,05 N equivale a 1 mg. de calcio.

Para comprobar la exactitud del método es -
placando cápsulas de porcelana se realizó una determinación
por duplicado de la variedad Masamx No. 5, perteneciente a
la subregión I, de la cosecha 1953-54, en cápsulas de platino
y una valoración, también por duplicado, de la misma muestra,
en cápsulas de porcelana. En el cuadro VII figuran los valores
obtenidos.

CUADRO VII

Análisis de la variedad Masamx No.5 de la
subregión I, cosecha 1953-54, en cáp-
sulas de platino y porcelana

	mgCa/100g.		mgCa/100g
Cápsula de platino No. 18	53,7	Cápsula de porcelana No. 1	52,5
Cápsula de platino No. 20	53,7	Cápsula de porcelana No. 2.	53,4



y Consellería de la Nación.

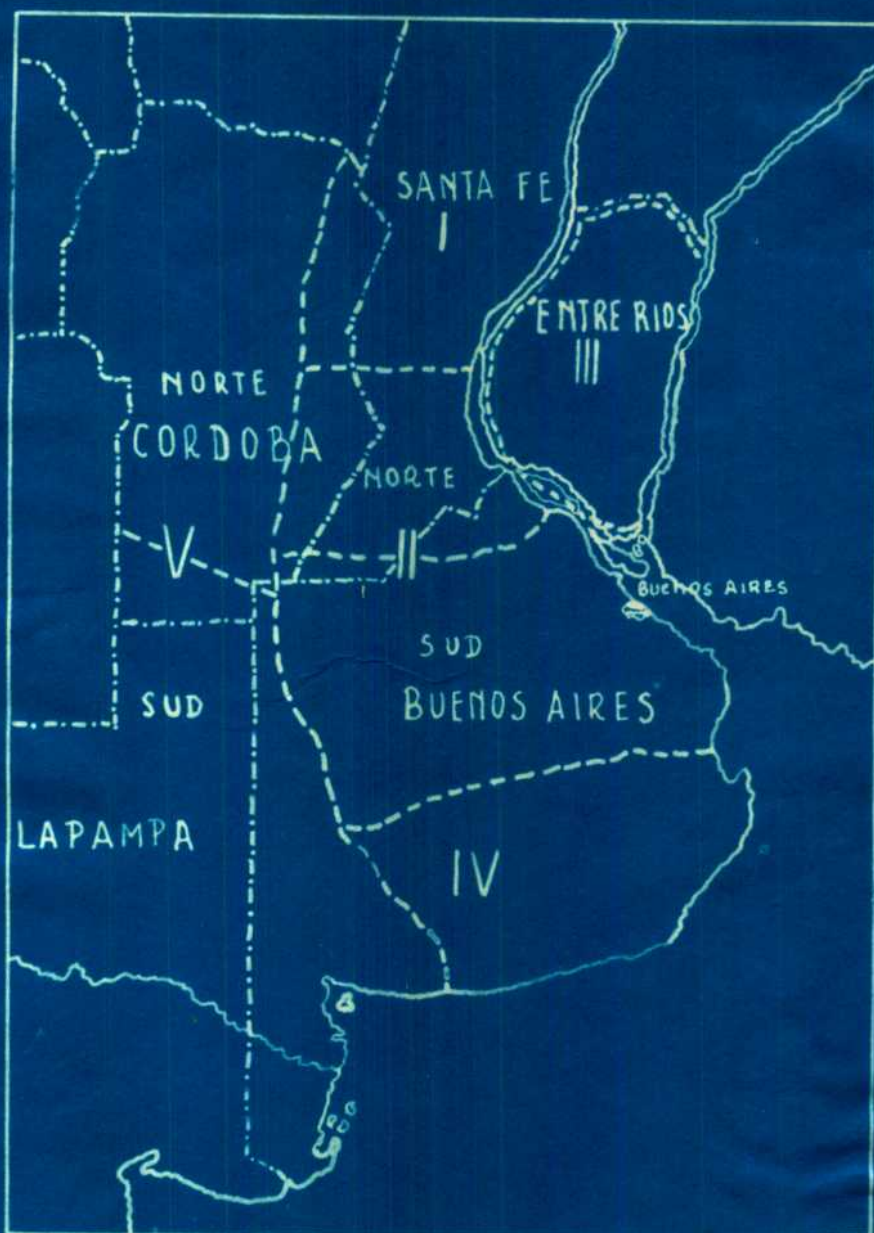
En muestras de variedades de trigo cultivadas en las diferentes zonas trigueras del país, cuando en particular cada muestra un estándar preparado con trigos de la misma variedad provenientes de diferentes localidades de una misma subregión.

La gran región triguera argentina abarca las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Entre Ríos, Córdoba, parte de Santiago del Estero y La Rioja.

Sobre esta región se extienden los siete millones de hectáreas que, poco más o menos, se cultivan actualmente con trigo en nuestro país. Dada la extensión y la ubicación geográfica del área mencionada, se originan en la misma diferentes subregiones ecológicas, las que se caracterizan por determinadas condiciones agroclimáticas. Existen cinco subregiones, señaladas en el mapa adjunto con los números de I a V, estando a su vez las subregiones II y V divididas en dos partes: norte y sur.

MAPA DE LA REGION TRIGUERA

1955



La subregión I toma el extremo norte de la superficie triguera argentina, abarcando la parte central de Santa Fe y nordeste de Córdoba, limitando: al sur, con la subregión II Norte, de la que está separada por una línea imaginaria que iniciándose en el río Paraná va de este a oeste, dividiendo en partes más o menos iguales a los departamentos de San Germán y San Martín (Santa Fe), para conti-

sur en la provincia de Córdoba, siguiendo aproximadamente el límite de separación entre el departamento de don Justo con los de Unión y Marcos Juárez, hasta encontrarse con el de la subregión V Norte . Al oeste limita con la subregión V Norte y al este con el río Paraná.

La subregión II Norte limita al este con el río Paraná, al sur con la subregión II Sur de la que está separada por una línea imaginaria, que iniciándose por el este en el ángulo noroeste del partido de San Pedro areviano, se sigue en su parte media, en dirección suroeste, prosiguiendo hacia el oeste por la parte norte de Bartolomé Mitre, sur de Ferganino y oeste de Rojas, continuando por el límite entre Colón y General Arenales, para seguir en Santa Fe, dividiendo el departamento de General López, un poco al sur de la localidad de Venado Tuerto, prosiguiendo en la misma latitud en Córdoba, por el departamento de Soans Poffa, hasta encontrar el límite de la subregión V Norte. Al oeste limita con la subregión V Norte.

La parte II Sur limita al norte con la II Norte, al este con los ríos Paraná, de la Plata, y océano Atlántico y al sur con la subregión IV, de la que está separada por una línea imaginaria que naciendo en la cascada de Santeiro - bía, al sur del partido de Castelli, sigue hacia el oeste hasta llegar al extremo sur del partido de Bolívar, de donde en dirección suroeste llega hasta la subregión V Sur, en el partido de Guaminí. Al oeste limita con la subregión V Sur.

La subregión III comprende la provincia de Entre Ríos con su particular formación fitogeográfica del parque mesopotámico, la que se caracteriza por la variabilidad ecológica a través de su territorio.

La subregión IV limita al norte con la sub-

región II Sur, al este y sur con el océano Atlántico y al oeste con la subregión V Sur.

La subregión V parte Norte se extiende por el sudoeste de Santiago del Estero, centro y norte y centro sur de Córdoba, limitando al este con las subregiones I, II Norte y II Sur, de las que está separada por una línea que, partiendo del extremo sudoeste del departamento de Rivadavia, en Santiago del Estero, continúa en Córdoba, hacia el sur, en dirección ligeramente sudoeste, pasando por el extremo este del departamento de Río Seco, centro de San Justo y continuando por la parte oeste de Unión hasta el de Presidente Roque Sáenz Peña, por donde prosigue por su parte central, hasta llegar muy cerca del ángulo noroeste de la provincia de Buenos Aires. Al norte y oeste sus límites están dados en la zona donde deja de realizarse el cultivo por ser su explotación antieconómica, al sur limita con la parte V. Sur.

La subregión V Sur limita al norte con la V Norte, al este con las subregiones II Sur y IV, de las que está separada por una línea imaginaria que partiendo del extremo noroeste de la provincia de Buenos Aires, en el partido de General Villegas, se prolonga hacia el sudoeste por los de Rivadavia y Franque Lauquen, hasta llegar al centro del límite sudoeste del partido de Guaminí, en donde desviado acentuadamente hacia el sudoeste atraviesa por el centro de los partidos de Coronel Suárez, Coronel Frías y Coronel Dorrego, hasta llegar a la costa atlántica. Su límite sur y sudoeste lo constituye la costa atlántica hasta el partido de Patagones.

Hacia el oeste y sur: en La Pampa, el límite se pierde en la zona donde el cultivo deja de realizarse por antieconómico.-

El término "línea" usado en la delimitación de subregiones no señala un límite preciso, sino una franja irregular que marca una superficie de transición entre subregiones vecinas (39).

En la cosecha 1953-54 solamente se estudiaron las variedades Masamex No. 3, Klein Lucero, Klein César y Benvenuto 3.083 en las subregiones I y V Sur, por no disponer de más muestras.

De la cosecha 1954-55 se analizaron las variedades Masamex No. 3, Klein Lucero, Buck Quequén, Benvenuto 3.083 y Klein Cometa en las cinco subregiones trigueras con las subdivisiones en parte norte y sur correspondiente. La variedad Klein César no se pudo analizar en la cosecha 1954-55, porque no figura más entre los aconsejados por el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

El tipo oficial por calidad industrial de las variedades Masamex No. 3, Klein Lucero, Klein César y Buck Quequén es duro y de las variedades Benvenuto 3.083 y Klein Cometa semiduro.

Es preciso hacer la siguiente aclaración: las distintas variedades de trigo no fueron cosechadas en la misma época del año, lo que sin duda pudo influir en el contenido mineral.

Y. - RESUMEN

En el cuadro VIII figura el nombre de las localidades de las que provenían los trigos con los que se formó cada standard, el contenido de humedad y ceniza y el tipo oficial por calidad industrial de los mismos correspondientes a la cosecha 1953-54.

El cuadro II es semejante al anterior, pero los datos corresponden a las variedades analizadas de la cosecha 1954-55.

CUADRO XXI

Contenido de humedad y ceniza de las muestras estudiadas de la cosecha 1953-54

MUESTRO LOCALIDADES MS		Variedades							
		Tipo Guay						Tipo Benvenuto	
		Muestra No. 5		Klein Luzero		Klein Cándor		Benvenuto 3.085	
		Humedad %	Ceniz. %	Humed. %	Ceniz. %	Humed. %	Ceniz. %	Humed. %	Ceniz. %
I	San Francisco, Angel - Gallardo, Ra Pala	12,13	2,60	12,28	2,74	12,04	2,14	11,36	2,22
V sup	Bordaberry, General Pi- co, Guatracho	11,04	2,41	11,18	1,97	11,27	2,23	11,78	2,11

11,41	2,52	11,35
11,02	2,19	11,20

Los valores hallados para el contenido de calcio de las diversas muestras de las cosechas 1973-74 y 1974-75 pueden verse respectivamente en los cuadros I y II.

Los resultados están expresados como mg. de calcio en 100 g. de trigo seco.

CUADRO I

Contenido de calcio de las muestras estudiadas de la cosecha 1973 - 74

Subregiones	Variedades			
	Muestra No. 5.	Klein Lugo	Klein Gander	Reynolds 7005
	mg/100 g.	mg/100g	mg/100g.	mg/100 g.
I	35,8	48,1	38,2	36,6
V Sur	30,4	32,2	27,7	30,0

CUADRO II

Contenido de calcio de las muestras estudiadas de la cosecha 1974 - 75

Subregiones	Variedades				
	Muestra No. 5	Klein Lugo	Buck Oregón	Reynolds 7005	Klein Gander
	mg / 100 g				
I	21,9	39,7	25,8	29,2	24,5
II Norte	21,3	33,3	31,4	27,3	16,3
II Sur	24,0	31,1	27,0	22,6	10,0
III	31,0	44,6	37,9	24,7	24,1
IV	18,1	28,9	29,4	33,1	13,4
V Norte	23,2	34,5	28,3	32,6	30,4
V Sur	34,5	28,7	32,6	41,1	21,3

La Srta. Eleonora A. García Arca (16) determinó el contenido en ácido fítico de los mismos trigos analizados en el presente trabajo, por aplicación de la técnica de Hubner y Stadler modificada por R. Gomez y L. Moreno (11). Su fundamento es el siguiente: Extracción del ácido inositolhexacárbico con ácido clorhídrico al 2 %. Dilución del extracto y valoración del ácido fítico con solución de cloruro férrico en ácido clorhídrico al 0,5 % en presencia de salicilato sódico al 10 % como indicador. La solución de cloruro férrico debe contener de 0,05 g. a 0,2 g % de hierro.

En las cuadros XII y XIII se agrupan los valores que obtuve para las muestras de las cosechas 1933-34, y 1934-35 respectivamente. Los resultados están expresados como gramos de ácido fítico en 100 gramos de trigo seco.

CUADRO XII

Contenido de ácido fítico de las muestras de la cosecha 1933-34

Subregiones	V a r i e t a d e s			
	Mosconi No. 5	Klein Langos	Klein Gándor	Langosito 305
	Gramos por cien gramos			
I	1,365	1,300	1,084	1,082
V Sup	1,373	1,190	1,084	1,082

CUADRO XIII

**Contenido de ácido fósico de las muestras de
la cosecha 1974-75**

Subregiones	V a r i e d a d e s				
	Masam No. 5	Klein Luzero	Buck Guayán	Sanvencito 3083	Klein Concha
	Gramos por cien gramos				
I	1,317	1,154	1,327	1,316	1,230
II Norte	1,383	1,337	1,432	1,346	1,477
II Sur	1,168	1,210	1,376	1,042	1,323
III	1,431	1,222	1,302	1,372	1,009
IV	1,097	0,972	1,114	1,157	1,098
V Norte	1,440	1,387	1,376	1,445	1,323
V Sur	0,997	0,766	1,317	1,337	1,076

El cuadro XIV indica los valores máximos y mínimos de contenido en calcio para cada variedad en todas las subregiones.

El cuadro XV indica el máximo y el mínimo de calcio para las distintas variedades dentro de cada subregión.

CUADRO XIV

**Valores máximos y mínimos de contenido
en calcio para cada variedad en todas
las sub-regiones**

Variedades	Máximo	Mínimo
Masam No. 5	32,5	18,1
Klein Luzero	44,6	28,7
Buck Guayán	37,9	23,8
Sanvencito 3083	41,1	22,6
Klein Concha	30,4	10,0

CUADRO IV

**Valores máximos y mínimos de cañío para
las distintas variedades dentro de cada
sub-región**

Subregiones	Máximo	Mínimo
I	39,7	21,9
II Norte	33,3	16,3
II Sur	31,1	10,0
III	44,6	24,1
IV	33,1	13,4
V Norte	34,3	23,2
V Sur	41,1	21,3

El contenido en cañío de los trigos de las cosechas 1933-34 (27,7 - 33,3) y 1934-35 (10,0 - 44,6) analizados en el presente trabajo, es inferior a los valores registrados en la bibliografía para trigos norteamericanos y egipcios (29,8 - 70,7) y (40,7 - 77,8), respectivamente.-

REPRESENTACIONES GRAFICAS

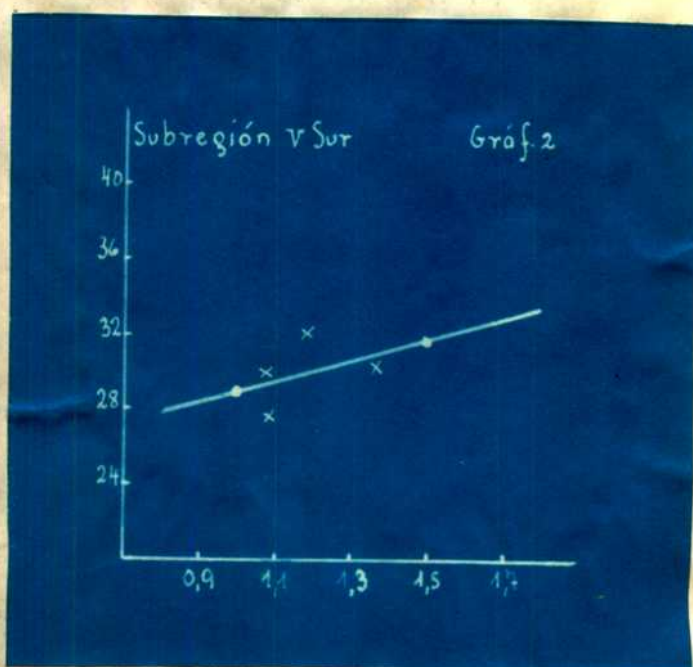
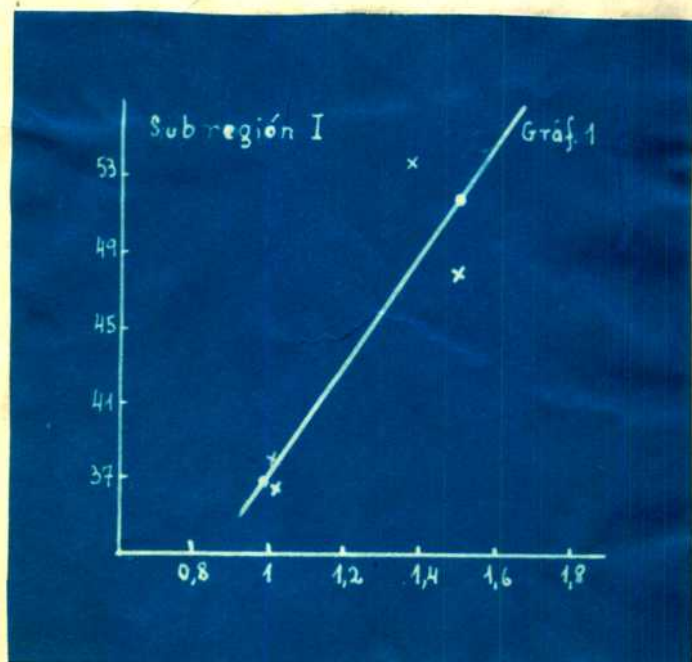
Con los valores del contenido en calcio y en ácido fítico de cada muestra se confeccionaron gráficos para observar si existía alguna vinculación entre ambos.

En los gráficos 1 a 9 se presentaron, en cada uno de ellos, los valores de las distintas variedades correspondientes a cada subregión y en los gráficos 10 a 14 los valores de cada variedad en las distintas subregiones.

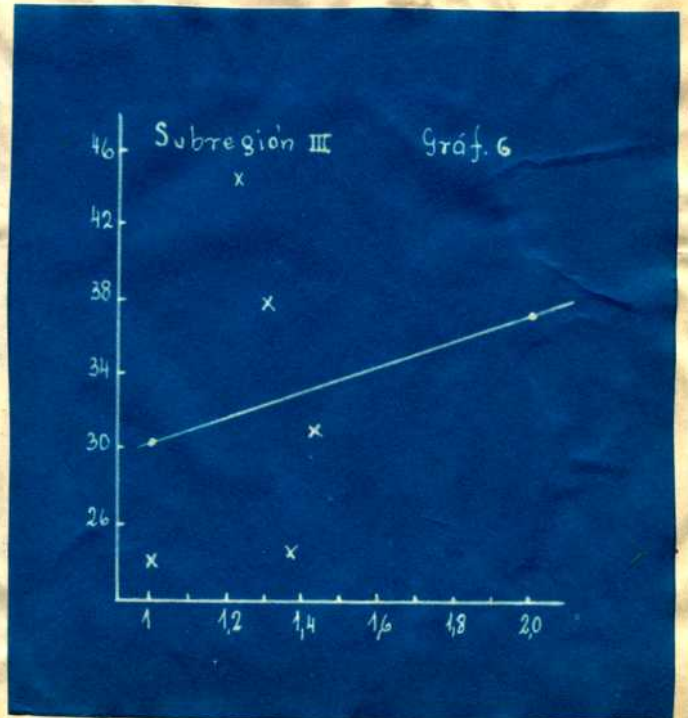
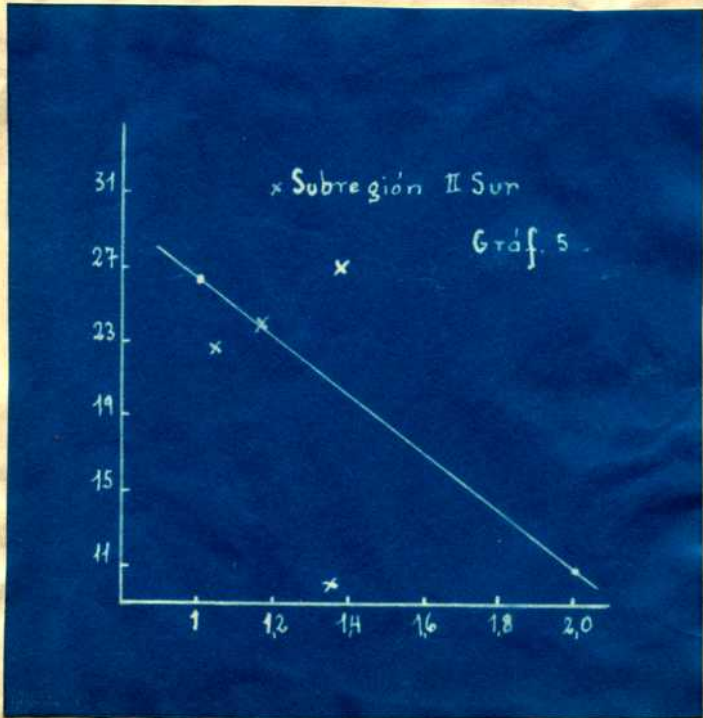
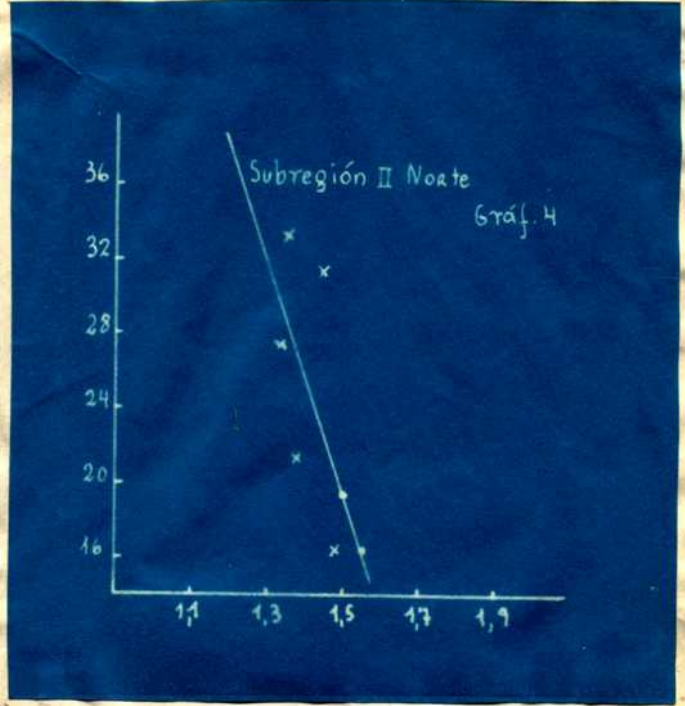
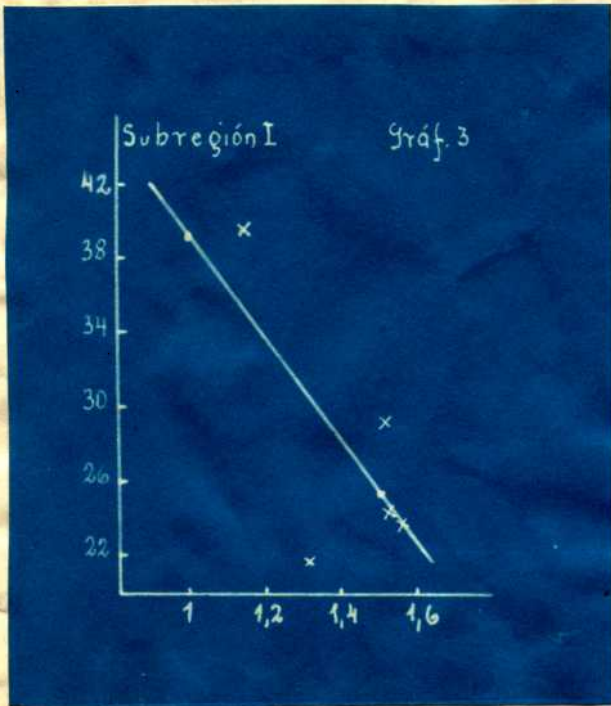
En abscisas figura el contenido en ácido fítico (g por 100 g. de trigo seco) y en ordenadas el contenido en calcio (mg. por 100 g. de trigo seco)

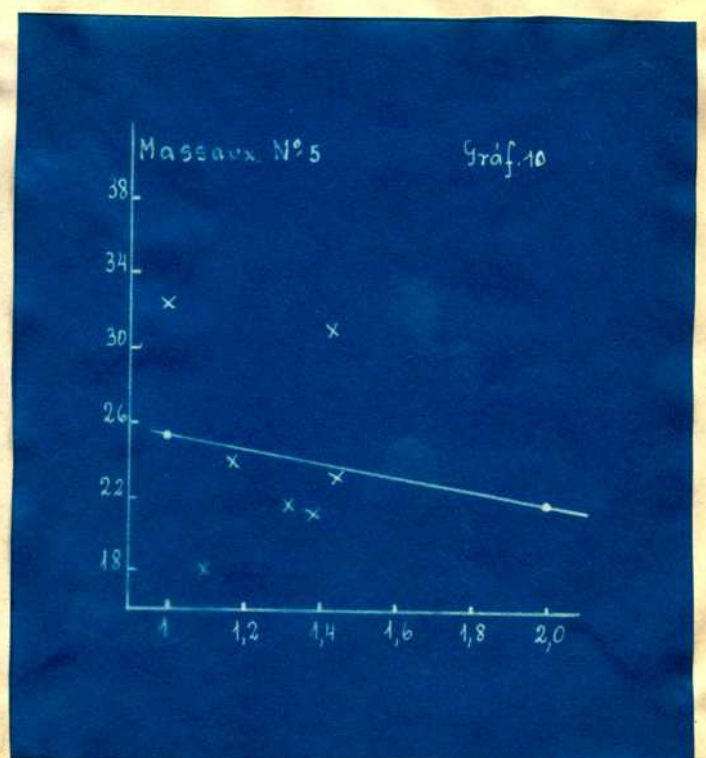
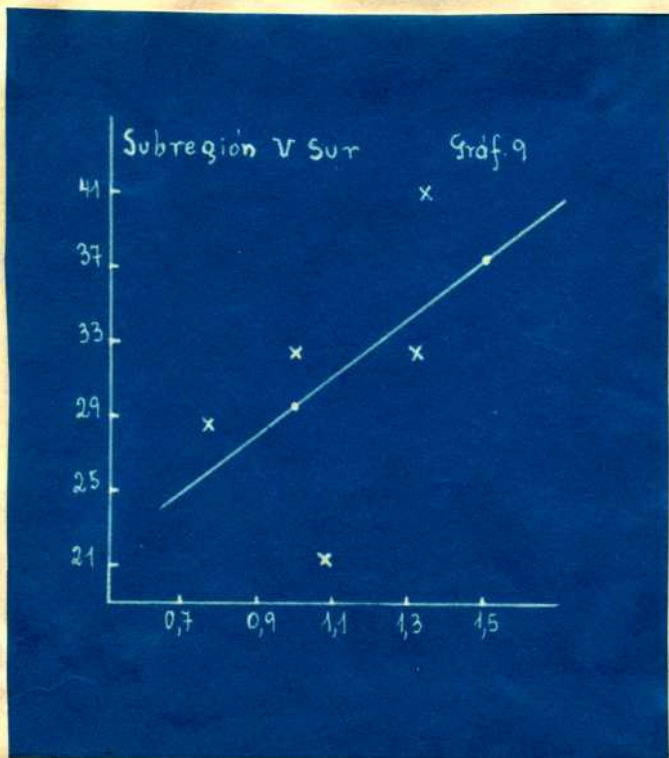
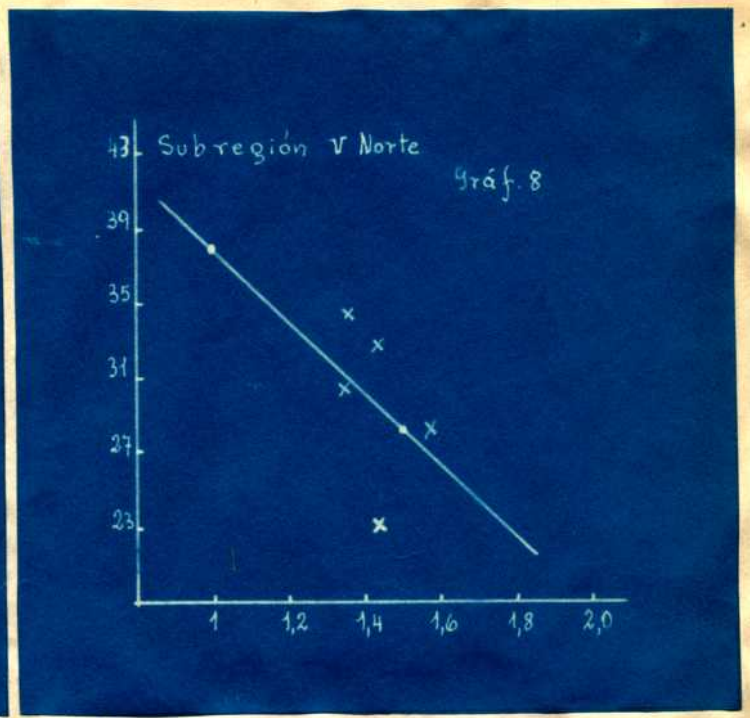
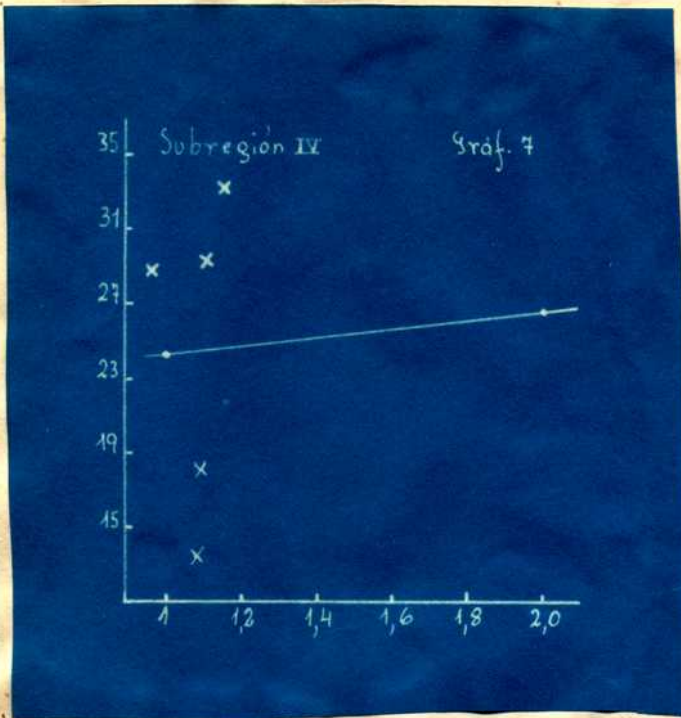
Las rectas fueron trazadas por el método de los cuadrados mínimos.

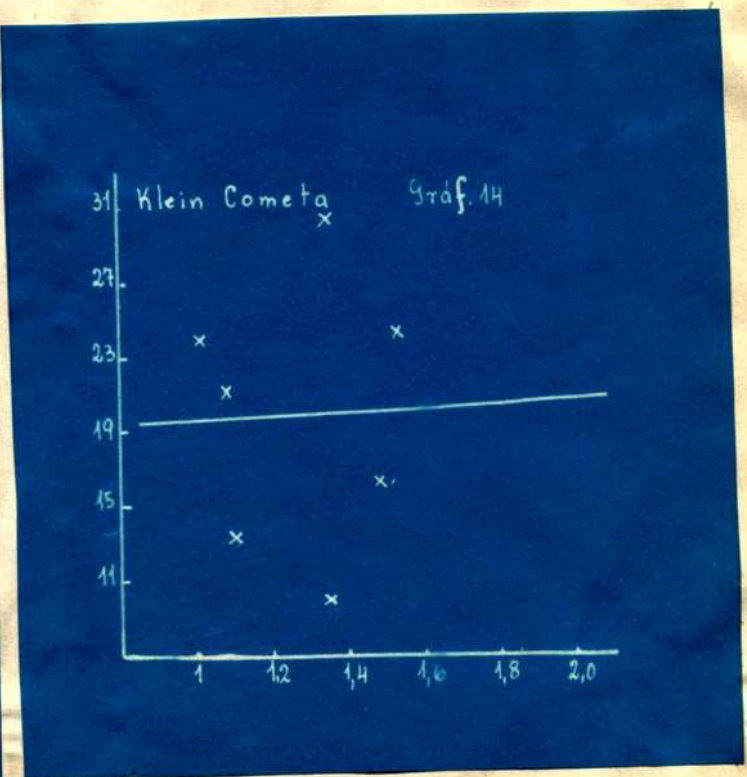
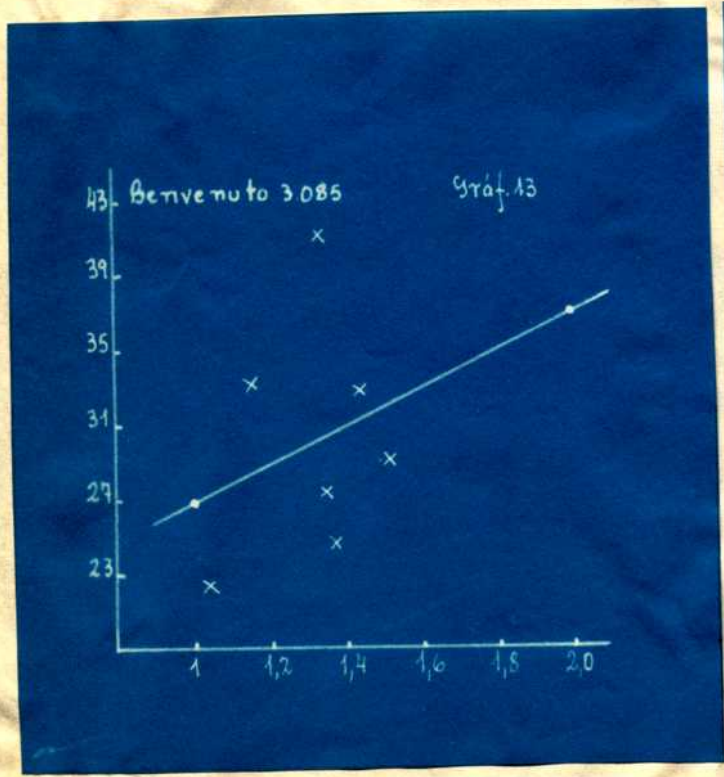
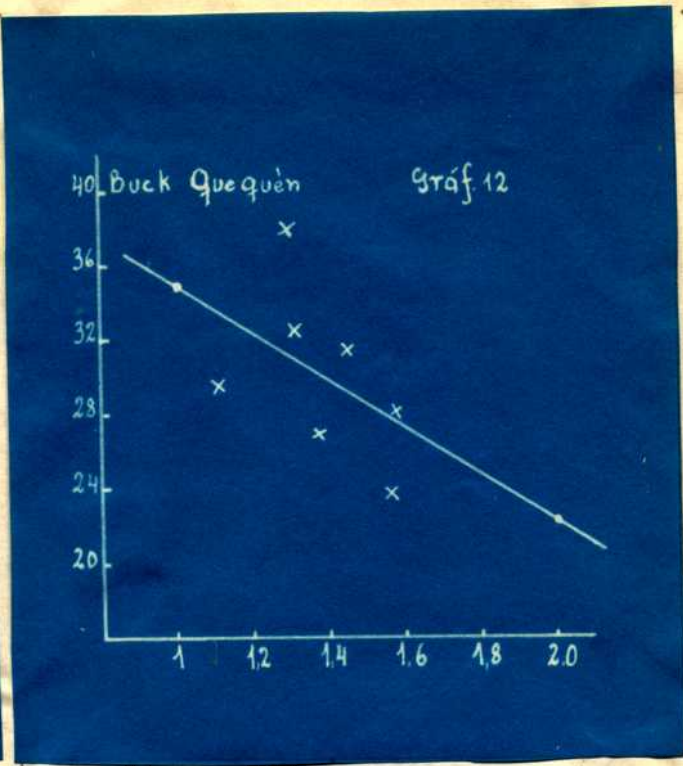
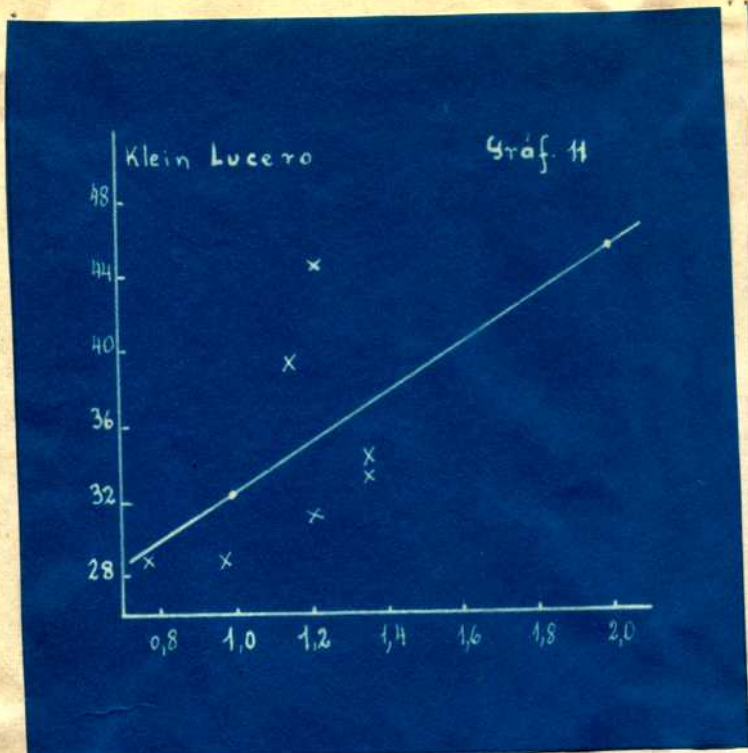
Encuesta 1953-54



COSECHA 1954 - 55

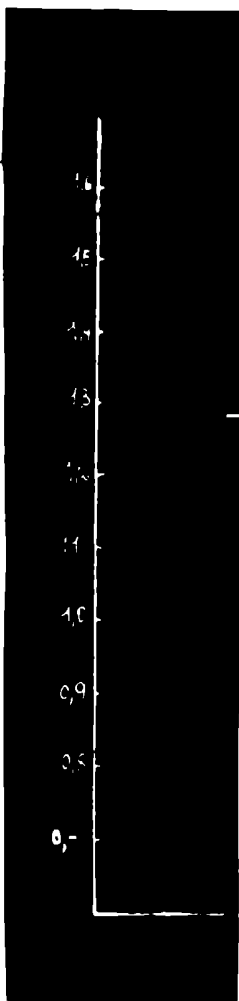


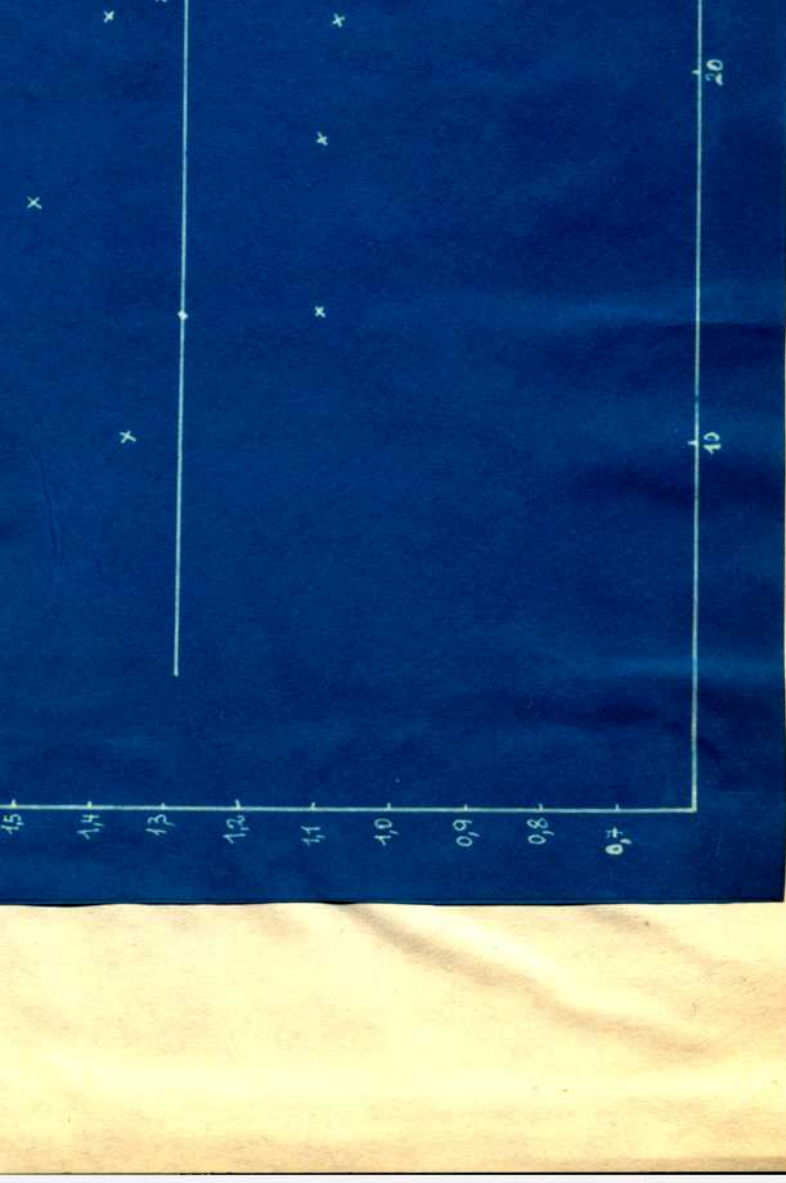




Los resultados obtenidos en estas representaciones son contradictorios y señalan evidentemente la conveniencia de disponer un gran número de análisis a los fines de concluir cuáles son las relaciones, si existen, entre el contenido en calcio y en ácido fítico de trigo argentino.

Finalmente se han representado gráficamente los contenidos de ácido fítico en función de los de calcio registrados en tales los análisis practicados (gráfica 15). La recta trazada por el método de los cuadrados mínimos, con un factor de correlación poco significativo (-0,54), no señala una vinculación definida entre esos contenidos.





CONCLUSIONES

1) Se presentan valores de contenido en calcio de trigo argentino correspondientes a las cosechas 1953-54 y 1954-55, determinados sobre muestras standard de distintas variedades cosechadas en las diferentes subregiones de la zona triguera. En la cosecha 1953-54 sólo se analizaron las variedades Massam No. 5, Klein Lucero, Klein César y Benvenuto 3.085 cosechadas en las subregiones I y V Sur; en la cosecha 1954-55 se consideraron las variedades Massam No. 5, Klein Lucero, Bask Cuzquán, Benvenuto 3.085 y Klein Consta cosechadas en las subregiones I, II Norte, II Sur, III, IV, V Norte y V Sur que integran la zona triguera, en todos los casos.

2) Independientemente del factor varietal y de la subregión de cultivo, los trigos de la cosecha 1954-55 analizados, contienen 10,0 mg. de calcio por 100 g. como valor mínimo y 44,6 como máximo. En la gran mayoría de los casos los valores oscilan entre 20 y 35 mg.

3) Considerando las distintas subregiones, en la cosecha 1954-55, se puede establecer que las variedades cosechadas en la subregión III son en general las más ricas en calcio, en cambio las correspondientes a la subregión II Sur, las más pobres.

4) Considerando las distintas variedades, en la cosecha 1954-55, se puede establecer, de un modo general, que la variedad más rica en calcio es la Klein Lucero y la más pobre la Klein Consta.

5) Se presentan gráficas relacionadas con los valores de calcio y de ácido fítico para las distintas variedades cosechadas dentro de una misma subregión y para cada -

variedad cosechadas en las distintas subregiones. De las mismas no puede concluirse que puedan existir vinculaciones definidas entre esos contenidos, mientras no se dispongan valores correspondientes a considerable número de análisis.

La consideración amplia del tema abordado, en este trabajo, requiere una significación especial, destinada a juzgar la probable influencia del gran número de variables que afectan los resultados.-

BIBLIOGRAFIA

- 1) Association of Official Agricultural Chemists. Official and Tentative Methods of Analysis. Pag. 195, 7a. edición, 1950.
- 2) Academia Scib Regip. Addition of calcium and iron salts to diets containing phytic acid. *Vogelweid.* 21, 325-6 (1951) C.A. 11348 P (1952).
- 3) Bailey C.H. The constituents of wheat and wheat-products New York, 1944, pag. 207.
- 4) Beins G.S. Effect of commercial fertilizers and green manure on yield and nutritive value of wheat. I Nutritive value with respect to total phosphorus, phytic phosphorus, non phytic phosphorus and calcium content of the grain. *Cereal Chem.* 26, 317-23 (1949).
- 5) Bherucha R.P. y Mc Gay C.M. The retention of calcium from gypsum and phytin by the albino rat in relation to life span. *J. Gerontol* 9, 439-45 (1954) C.A. 6315 b (1955).
- 6) Bodriak G. Jr., Spitzner R. y Miller H.H. Influence of calcium in the soil on the content of proteins in wheat. *Agri-cult. Biol. e Technol. Inst. Biol. e pesquisas tecnol.* 7, 57-66 (1952) C.A. 6315b (1954).
- 7) Booth R.G., Carter R.H., James C.R. y Moran T. Chemistry of wheat and wheat products. *Chem. and Ind.* 60, 905-6 (1941)
- 8) Bourdon D. Cotte G. y Gialfrich M.L. Determination of the inorganic constituents of plants after destruction of organic materials with perchloric acid. *Chim. anal.* 39, 170-2 (1951) C.A. 6185 P (1951).
- 9) Brown J.S., Lilleland O. y Jackson R.K. Determination of calcium and magnesium in leaves using flame methods and a quartz spectrophotometer. *Proc. Am. Soc. Hort. Sci.* 52, 1-6 (1948) C.A. 9175 a (1949).
- 10) Burg J. Towards a rational flour. *Ann. fals. fraudes* 41, 167-74 (1948) C.A. 777 e (1949).
- 11) Casares R. y Moreno L. Determinación de ácido inositol-fosfórico en harinas y productos derivados. *Anales Químicos.* (Madrid) 3, 245-37 (1951)
- 12) Cooley M.L. Determination of calcium in feeds by flame photometry. *Cereal Chem.* 30, 39-47 (1953) C.A. 3490 e (1953).
- 13) Cornfield A.H. y Fellard A.G. An indirect calorimetric determination of calcium in plant material. *J. Sci. Food. Agr.* 2, 135-6 (1951) C.A. 3565 e (1951).
- 14) Courtois J. y Réves Ch. Inositol phosphate content and phytase activity of various seeds. *Bull. soc. chim. bio.* 30, 195-201 (1948) C.A. 6225 h (1948).

- 15) Deulafou V. y Maguani A.D. Curso de química biológica. Buenos Aires, 1948, pag. 340.
- 16) García Acea E.A. Comunicación privada.
- 17) Carter A. Nutritive value of bread. VI. Significance of phytic acid in human nutrition. Veeding 15, 145-53 (1954) C.A. 8952 f (1954).
- 18) Corveia A. J. A. de, Pinto Coelho F. y Pedrosa de Lima A. Determination of phytic acid. II. Purification products in the city of Porto Rey, Faculdade Cienc. Univ. Coimbra 15, 73-76 (1946) C.A. 1095 d (1951).
- 19) Crocker J.R. y Hunt G.F. The mineral content of grain J. Nutrition, 1, 293-98 (1949).
- 20) Guillaumet R. Jaquet R. y Tranchesi J. Calcium enrichment of bread no longer needed (in France) Ann nutrition et aliment 4, 129-30 (1950) C.A. 10195 i (1950)
- 21) Harding E.F. y Dytchshoff G. A determination of iron, calcium, magnesium, phosphorus, ash and protein in hard spring wheat and in the flour streams representing the largest volume of flour produced in its milling. Cereal Chem. 4, 47 (1927).
- 22) Morrison D.G. y Millman E. Phytic acid and the phytate, puz during action of cereals. Biochem. J. 33, 1640 (1939).
- 23) Hayward H.B. Estructura de las plantas útiles. Buenos Aires, 1935.
- 24) Hornquist A. y Fouquet H. Composición química y análisis por métodos de rutina de diversos granos entrecereales. Anales Bromatol. (Madrid) 5, 69-76 (1953).
- 25) Hoff-Jørgensen E. Investigations on the solubility of calcium phytate. Med. Drukts Vidensk. Selskab. Math - Fys. Medd. II No. 7, 27 (1944) C.A. 4809 (1946).
- 26) Hoff-Jørgensen E. Influence of phytic acid on the absorption of calcium and phosphorus I. Madag Biochem J. 40, 1222A, (1946)
- 27) Hoff-Jørgensen E., Andersen (O.), Bøghrup E. y Nielsen G. Effect of phytic acid on the absorption of calcium and phosphorus II. In infants. Biochem J. 40, 453-4 (1946).
- 28) Hoff-Jørgensen E., Andersen (O.) y Nielsen G. Effect of phytic acid on the absorption of calcium and phosphorus III. In children. Biochem. J. 40, 525-7 (1946).
- 29) Hunter J.G. y Hall A. Determination of calcium in plants and soils. Analyst 76, 106-17 (1951) C.A. 4861 h (1951).
- 30) Hunt James D.W. y Acea A.J. Modern cereal chemistry (1947)
- 31) Le Prof M. y Schunzler - Pierson F. Sur la teneur en calcium des blés égyptiens. Institut d'Egypte. 14 (1932).

- 32) Mason A.C. Determination of small amounts of calcium in plant material. *Analyst* 77, 329-33 (1952) C.A. 461 a (1953)
- 33) Mathur M.L. Assimilation of phytic phosphorus by dairy cows *Indian J. Vet. Sci.* 23, 247-8 (1953) C.A. 13.836 a (1954).
- 34) Mc Connis R.A. y Widdowson E.M. Mineral metabolism on dephytinized bread *J. Physiol.* 101, 304 (1942)
- 34) Mc Connis R.A. y Widdowson E.M. Mineral metabolism of healthy adults on white and brown bread dietaries *J. Physiol* 101, 44-53 (1942).
- 36) Mc Cracken F.H. The quantitative separation of calcium and magnesium in the presence of phosphates and small amounts of iron devised especially for the analysis of feeds, urine, and feces. *J. Biol. Chem.* 7, 83-100 Correction of an omission. *Mc Cracken J. Biol. Chem.* 7, 201 C.A. 1993 (1910)
- 37) Mc Gregor A.J. Colorimetric method for the microdetermination of calcium in plant tissue extracts. *Analyst* 75, 211-15 (1950) C.A. 6936 a (1950).
- 38) Mallinck H. The rickets - producing and antiricketsing action of phytate *J. Physiol.* 109, 488 (1949).
- 39) Ministerio de Agricultura y Ganadería de la Nación. Consejo de Alimento de trigo puro de año 1953. Publicación miscelánea No. 404, Buenos Aires, 1953.
- 40) Mollgaard E., Lorenzen K. Hansen J.S. y Christensen P.E. Phytic acid. Its importance in metabolism and its enzymic cleavage in bread supplemented with calcium *Biochem. J.* 40 289-305 (1946).
- 41) Moreno Calvo J. Aspectos bioquímicos del pan y de la harina. *Anales Bromatol (Madrid)* 6, 337 (1954).
- 42) Morris V.H. Paces H. D. y Alexander T.L. Distribution of certain inorganic elements in center sections *Cereal Chem.* 22, 261-271 (1945).
- 43) Munk M. y Montas El Cindy M. Minerals in Egyptian cereals. A Study of the effect of variety and environment on pH, ash, calcium, magnesium, potassium and phosphorus in wheat and maize. *Trans. Am. Assoc. Cereal Chemists* 9, 13-25 (1951) C.A. 632 g (1952).
- 44) Newton J.D. Influence of soil zone on the chemical composition of cereals in Alberta Can. *J. Agr. Sci.* 38, 329-33 (1953) C.A. 11636 c (1953).
- 45) Nicolayen R. y Njaa L.R. The effect of phytic acid on the absorption of calcium in rats, pigs and man. *Acta Physiol. Scand* 22, 246-59 (1951) C.A. 7266 f (1951).
- 46) Pilaggi V.J., De Luca H.F. y Steenbeck H. The role of vitamin D and intestinal phytase in the prevention of rickets

- in rats on cereal diets. *Arch. Biochem. and Biophys* 58, 194-204 (1955) C.A. 16107 g. (1955).
- 47) Reith J.F., Gorter A., Van Sahlian M. Nutritive value of bread II. Calculations of the importance of different types of bread in the Netherlands diet. *Veding* 10, 205-20 (1949) C.A. 4098 g. (1950).
 - 48) Richot Ch y Delbarye F. Les entiellements . *Rev. path. comparée et hyg. gén.* 49, 266-74 (1949).
 - 49) Schumpf - Pierron F. Effect de facteur "variété" sur l'équi libre minéral des blés. *Compte rendu hebdomadaire des séances de la Société de biologie III* (1952).
 - 50) Shohl A.T. Mineral metabolism. New York, 1939.
 - 51) Snyder J. The use of the Beckman flame spectrophotometer in plant and soil analysis, *Proc. Ohio. Acad. Sci.* 31- 134-6 (1930) C.A. 6350 a (1932).
 - 52) Spitzer R.R., Maruyama G., Michael L. y Phillips F. The role of vitamin D in the utilization of phytic phosphorus J. *Nutrition* 35, 185-95 (1948).
 - 53) Steenblock H., Hylander C.H., Wiest W.G., Filippi V. J. Vitamin D and intestinal phytase J. *Med. Chem.* 103, 905,9 (1953) C.A. 3502 e (1954).
 - 54) Sullivan B. The inorganic constituents of wheat and flour . *Cereal Chem.* 10, 909-14 (1933)
 - 55) Sullivan B. y Hear G. Relation of the magnesium in the ash and the lipid - protein ratio to the quality of wheats J. *Am. Chem. Soc.* 49, 467 (1927).
 - 56) Sullivan B. y Hear G. The ash of hard spring wheat and its products. *Ind. Eng. Chem.* 19, 496-501 (1927).
 - 57) Tsuchiya S. Phytic acid from the standpoint of nutrition I. High phytic acid diet for normal human subjects J. *Japan Soc. Food Nutrition* 6, 180-6 (1953-54) C.A. 12,945 b. (1954).
 - 58) Tsuchiya S. Phytic acid from the standpoint of nutrition II Comparison of phosphorus and calcium metabolism with foods containing much phytic acid J. *Japan Soc. Food Nutrition* 6, 174-82 (1953-54) C.A. 12,945 b (1954).
 - 59) Tyner R. H. Determining small amounts of calcium in plant materials. A colorimetric method . *Anal. Chem.* 20, 76-80 (1948) C.A. 1844 e (1948).
 - 60) Van den Hende A. Cottanio A.H., y Janshe F. Determination of mineral constituents of crops. *Ind. chim. belge* 17, 35-41 (1932) C.A. 5745 d (1932).
 - 61) Valdeques G. y Peadras B. Dosaje de calcio en algunas alimantos que consume la población de Corrientes. *Revista de*

- la Asociación bioquímica argentina. Año XIII No. 49 (1946)
Pag. 179.
- 62) Walker G. The effect of agricultural conditions on the mineral contents of some farm crops. Univ. Colo. Studies. Series D (Physical and Biological Sciences) Vol. 2, No. 1 Pag. 25 (1945).
 - 63) Walker G. Note on the effect of certain agricultural conditions upon the mineral contents of wheat. Univ. Colo. Studies. Series D 2.351 (1947).
 - 64) Walker A.R.P. Irving J.T. y Fox F.W. Nutritional value of high extraction wheat meals. Nature 157. 769 (1945).
 - 65) Walker A.R.P. Fox F.W. e Irving J.T. Human mineral metabolism. I. Effect of bread rich in phytate phosphorus on the metabolism of certain mineral salts with special reference to calcium. Biochem. J. 42, 491 - 62 (1948).
 - 66) Widdowson E.M. Phytic acid and the preparation of food. Nature 148, 219-20 (1941).
 - 67) Williams T.R. y Morgan R.R.T. Determination of calcium in plant material with the flame photometer. Chemistry & Industry 970 (1955) C.A. 3190c (1955).-

Julia R. Piorek