

INSTITUTO NACIONAL DE BIOLOGIA ANDINA**Director Prof. Carlos Monge M.****LA VITAMINA C EN LA ALIMENTACION DEL INDIGENA
DE HUANOAYO****Por PERCY SUMMERS PAGES**

Gozando en la actualidad de extensión universal el concepto de las vitaminas, en especial la vitamina C, a la que se atribuye un sinnúmero de propiedades, confirmadas algunas de ellas, y dada la gran producción de trabajos al respecto, he creído conveniente como miembro del Laboratorio de las Clínicas de la Facultad de Medicina y, adscrito al Instituto Nacional de Biología Andina, investigar el contenido en vitaminas C de los alimentos empleados con más frecuencia por los habitantes de la región de la sierra del Centro del Perú (Huancayo), para deducir de ello el aporte vitamínico de su alimentación.

METODOS EMPLEADOS

A partir del conocimiento de la fórmula química del ácido ascórbico y de su obtención sintética, se ha ideado una serie de procedimientos químicos más o menos específicos para reemplazar a las determinaciones por procedimientos biológicos, que si bien son más específicas, requieren en cambio mayor tiempo, material y un conocimiento preciso y profundo de la histología.

Tillmann, aprovechando la propiedad reductora de la vitamina C, realiza su estudio en los alimentos frescos, determinando su concentración por medio del colorante 2-6 diclorofenol-indofenol. Algún tiempo después Harris y sus asociados y Bessey y King demuestran la semejanza de las cifras obtenidas por titulación y por procedimientos bioló-

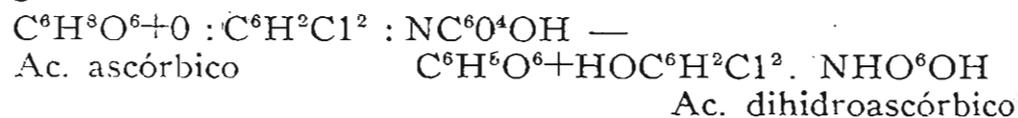
gicos. Con estas y otras investigaciones similares se ha comprobado que practicando este método con las debidas precauciones se obtienen resultados específicos que nos revelan con exactitud la riqueza vitamínica de los elementos a investigar.

Basados en las razones antes enunciadas y con el criterio de trabajar en condiciones semejantes, hemos creído conveniente adoptar el método de Tillmann modificado por Bessey y King. Este método es empleado entre nosotros por el Dr. A. Guzmán Barrón en sus determinaciones del contenido vitamínico de las diversas sustancias alimenticias que se consumen en Lima.

Para la determinación en los frutos y alimentos coloreados, se ha empleado con el mismo criterio el método de Slanke.

El fundamento del método en estudio, consiste en la obtención de un extracto ácido de la substancia por examinar eliminando de este modo los cuerpos que puedan interferir, estabilizando al mismo tiempo la vitamina, que luego será titulada con una solución estandarizada de indofenol.

El empleo del colorante 2-6 diclorofenol-indofenol se basa en el siguiente hecho: La solución coloreada del indicador es cuantitativa y rápidamente reducida a un compuesto incoloro en presencia de la vitamina C en solución ácida. La reducción del indicador con la correspondiente formación de ácido dehidroascórbico, va expresada en la siguiente fórmula:



REACTIVOS.-

La solución del colorante indicador se prepara, disolviendo 50 mgrs. en 100 cc. de agua destilada caliente, se filtra para separar el depósito no soluble. Es menester tener en cuenta que así como el indicador en polvo es estable, su solución acuosa va cambiando lentamente de título a pesar de ser conservada en la nevera; por tal motivo debe ser reestandarizada frecuentemente.

La titulación del colorante indicador se realiza contra

una solución exactamente preparada de ácido ascórbico cristalizado al 20 mgrs. %, en ácido metafosfórico al 3 % recientemente preparado. Un buen ácido ascórbico comercial es suficiente para el caso. Sin embargo su grado de pureza debe ser controlado frecuentemente por medio de la titulación con el Iodo.

La fuerza o título del reactivo está expresada en miligramos de ácido ascórbico necesarios para reducir un cc. de la solución de indofenol.

Para obtener un buen extracto ácido de tejidos sólidos tanto vegetales como animales, debe triturarse la substancia en ácido metafosfórico, con el objeto de romper las estructuras celulares poniendo así en libertad las enzimas que son inmediatamente destruidas por el ácido. Se evita de esta manera la oxidación del ácido ascórbico.

Otra de las acciones del ácido metafosfórico es evitar la acción catalizadora de trazas de metales pesados que como se sabe (E. Guzmán Barrón), contribuyen también a la rápida oxidación de la vitamina C. La razón para haber dado la preferencia a este ácido para la obtención de los extractos, sobre el tricloroacético de uso tan extendido, está dada por el hecho de causar este último una reducción del indicador que puede variar rápidamente con algunas muestras.

TECNICA.

Para tejidos sólidos se pesan exactamente cinco gramos de la substancia a examinar, en ácido fosfórico al 3%, recientemente preparado. Se tritura con ayuda de arena en un mortero pequeño; la substancia así reducida a la consistencia de papilla homogénea, es vertida en un tubo de centrifuga de 25 cc. de capacidad, se lava el mortero dos o tres veces con el ácido para arrastrar las porciones que hayan quedado adheridas a las paredes; se centrifuga a alta velocidad durante cinco minutos, se decanta el líquido que sobrenada y se llena nuevamente el tubo con ácido metafosfórico, se agita y centrifuga nuevamente. La cantidad de extracto ácido así obtenida se suma a la anterior y se completa a 50 cc.

Para la titulación se vierten exactamente 5 cc. del extracto ácido en un vasito de Bohemia y se agrega gota a gota el colorante indicador desde una bureta graduada al centésimo. El final de la reacción está dado por la obtención de un color rosa estable durante medio minuto más o menos.

Para el cálculo final se duplica la cantidad gastada del indicador, lo que correspondería a 10 cc. de extracto ácido y como la concentración de este es al décimo (5 gramos para 50 cc.), corresponden a un gramo de substancia. Se multiplica esta cifra por el título del indicador y luego por 100. Se obtiene de esta manera el resultado por 100 gramos del producto examinado.

El indofenol reacciona velozmente con la vitamina C y por ello debe ser vertido rápidamente hasta la obtención del color rosa estable más o menos por 30 segundos.

Para establecer el factor de corrección debe correrse cada día un blanco con ácido metafosfórico. Si la cantidad de indicador necesaria para conseguir la coloración rosa es mayor de una gota debe restarse esta cantidad de los resultados obtenidos.

El método de Slanke para los frutos coloreados consiste en lo siguiente: Al extracto ácido obtenido por el procedimiento ya indicado, se añade un volumen igual de una mezcla a partes iguales de Tolueno y alcohol amílico. En este caso el pigmento no es soluble en la mezcla, pero sí el indicador.

COMENTARIO.

Siendo el fundamento de la reacción la reducción del indofenol por la vitamina C, es fácil suponer que cualquier substancia con potencial de reducción más bajo que el del colorante, puede constituir causa de error. Sin embargo la mayoría de las substancias encontradas en los sistemas naturales, reaccionan con el indicador a una velocidad notablemente menor que el ácido ascórbico puesto en condiciones de titulación. Constituye pues esto un requisito indispensable para la especificidad y seguridad del método. En este sentido las determinaciones en tejidos vegetales como

las que nos ocupan, no ofrecen mayor inconveniente, pudiendo precisarse con exactitud el final de la reacción. No sucede lo mismo con tejidos animales y líquidos orgánicos como la orina, en los que debido a la presencia de diversas sustancias lentamente reductoras, se hace difícil precisar el final de la reacción, sobre todo tratándose de pequeñas concentraciones de vitamina. En casos semejantes, la precisión en el dosaje depende de la pericia del experimentador para fijar el momento en que la reducción rápida es reemplazada por una decoloración lenta del indicador.

La reducción por los fenoles, taninos, glutatión y otras sustancias es eliminada por realizarse la titulación en solución ácida a un pH por debajo de 3.

Bessey trabajando con el procedimiento foto-eléctrico, no ha podido comprobar el hecho afirmado por otros autores referente a los estados de combinación fisiológica del ácido ascórbico que escaparían a la titulación por el indofenol. Puede aceptarse en términos generales que el ácido ascórbico reversiblemente oxidado (ácido dehidroascórbico), representa una parte muy pequeña del valor biológico total de los diversos productos alimenticios.

PRECAUCIONES TOMADAS.

Bajo este título me propongo enumerar una serie de detalles empleados por nosotros con el objeto de eliminar en lo posible las causas de error que pudieran interferir en la exactitud de los resultados.

1°. *Reactivo indicador.* Se ha empleado el 2—6 diclorofenol-indofenol de fabricación americana, que posee menor cantidad de residuos insolubles. Conociendo la propiedad que tiene de variar de título, se ha tomado la precaución de prepararlo en pequeña cantidad cada vez, procediendo a retitularlo sistemáticamente cada tres días.

2° *Solución patrón.* Acido ascórbico químicamente puro preparando la solución en ácido metafosfórico fresco inmediatamente antes de proceder a la titulación. Es este en mi concepto el punto más delicado del procedimiento,

por lo que se ha puesto especial esmero en la exactitud de la pesada, corriendo al mismo tiempo un blanco con la solución de ácido metafosfórico para establecer la corrección en el título del indicador.

3.º *Solución de ácido metafosfórico.* Fundándonos en el hecho de su transformación lenta en ácido ortofosfórico, se preparó diariamente la solución fresca en cantidad suficiente para el consumo del día.

4.º. Agua destilada al vidrio, empleada tanto en la preparación de la solución del ácido ascórbico, como del colorante y ácido metafosfórico, con el objeto de evitar en lo posible la presencia de trazas de metales (sobre todo cobre), que pudieran provocar la reducción del ácido ascórbico.

5.º. *Material de laboratorio.* Una microbureta de Derrona de un cc. graduada, al centésimo empleada por nosotros, contribuyó a obtener una cifra precisa de la cantidad de indicador gastado en las determinaciones. Un mortero pequeño de porcelana. Pipetas volumétricas de 2 y 5 cc. Tubos de centrifuga de 25 cc. de capacidad. Una lámina de vidrio en lugar de hoja metálica para seccionar los alimentos.

RESULTADOS OBTENIDOS

En el presente trabajo nos hemos concretado a determinar la concentración en vitaminas C de cierto número de productos de origen vegetal empleados en su alimentación por los nativos del departamento de Junín, sobre todo en Huancayo y sus alrededores. Todos los elementos examinados son producidos en el departamento y adquiridos en los lugares comunes de venta, para poder de este modo trabajar con substancias en las mismas condiciones en que son consumidas. Considero este hecho importante, conociendo las variaciones que sufre el contenido vitamínico de los alimentos, debido a diversos factores tales como: almacenamiento, condiciones climáticas, refrigeración, etc.

Para la obtención de cada resultado se ha procedido a

seleccionar diversas partes de la muestra en estudio, obteniéndose de esta manera una cifra media de su riqueza en ácido ascórbico, basándonos en un mismo producto, por ej: la col. En ésta la distribución vitamínica no es uniforme en las diversas hojas, dependiendo del grado de madurez, color, etc.

Veter y Winter citados por Jiménez Díaz, hallan en la papa una concentración vitamínica que oscila entre 0.5 y 32 miligramos por ciento. Esta cifra extrema de variación nos indujo a realizar las determinaciones por lo menos en triplicado, para poder establecer así el grado de variación y deducir de ello una cifra promedio.

Por constituir la papa el elemento básico de la alimentación del indígena, se le ha concedido el lugar preferente en las determinaciones, realizándose su dosaje en el elemento crudo, cocido en agua a fuego lento y asado al horno. En el cuadro adjunto se aprecia la diferente concentración vitamínica de la papa que se consume en primavera, proveniente de la cosecha pasada y pobre en vitaminas C, y la papa de cosecha reciente. Como se ve, y de acuerdo con lo que se describe, el almacenamiento ha reducido la concentración vitamínica a la mitad de su valor.

	C. Máxima	C. Mínima	Promedio
Papa blanca cruda (cosecha anterior)	11.31 mgrs. %	4.94 mgrs. %	8.06 mgrs. %
Papa blanca cruda (última cosecha)	17.61 „ %	14.80 mgrs. %	16.55 „ %

Estos resultados obtenidos con la papa blanca, concuerdan con los de O. A. Bessey, que da las cifras de 16, 19 y 14 miligramos por ciento, para las papas frescas, y 7, 6 y 7 miligramos por ciento para la papa blanca después de almacenamiento prolongado. Estas determinaciones fueron hechas por el método foto-eléctrico.

Realizando determinaciones sobre una misma muestra

de papa blanca cruda y asada de la nueva cosecha, se ha podido obtener el siguiente cuadro que demuestra la escasa pérdida sufrida en su concentración vitamínica, que sufre este producto elaborado de este modo.

	C. Máxima	C. Mínima	Promedio
Papa blanca cruda (última cosecha)	17.61 mgrs. %	14.80 mgrs. %	16.55 mgrs. %
Papa blanca asada (última cosecha)	17.06 mgrs. %	10.64 „ %	13.39 „ %

Va a continuación el cuadro general de las determinaciones realizadas en la papa en sus diversas maneras de preparación y elaboración. Puede apreciarse que la papa elaborada como “chuño” o papa helada y la papa seca, carecen en absoluto de vitamina C. Es de advertir también que el menor contenido vitamínico encontrado en la papa amarilla, es debido a que las muestras examinadas, eran de cosecha antigua.

	C. Máxima	C. Mínima	Promedio
Papa blanca cruda (última cosecha)	17.61 mgrs. %	14.80 mgrs. %	16.55 mgrs. %
Papa blanca asada (última cosecha)	17.06 „ %	10.64 „ %	13.39 „ %
Papa blanca cruda (cosecha anterior)	11.31 „ %	4.94 „ %	8.06 „ %
Papa blanca cocida (cosecha anterior)	7.92 „ %	3.00 „ %	5.91 „ %
Papa amarilla cruda	8.92 „ %	5.99 „ %	7.92 „ %
Papa amarilla cocida	8.19 „ %	5.57 „ %	7.70 „ %
Papa amarilla asada	9.51 „ %	2.93 „ %	7.83 „ %
Papa seca cruda	0.00 „ %	0.00 „ %	0.00 „ %
Papa helada cruda (chuño)	0.00 „ %	0.00 „ %	0.00 „ %

	C. Máxima	C. Mínima	Promedio
Perejil crudo	306.84 mgrs. %	114.28 mgrs. %	227.37 mgrs. %
Col verde cruda	109.54 „ %	92.17 „ %	102.28 „ %
Col verde cocida	43.71 „ %	12.43 „ %	26.00 „ %
Tumbo	83.15 „ %	74.42 „ %	78.01 „ %
Massua cruda	79.95 „ %	60.96 „ %	70.45 „ %
Ají verde	37.71 „ %	17.52 „ %	29.29 „ %
Calabaza cruda	32.37 „ %	24.18 „ %	28.27 „ %
Oca cruda	28.46 „ %	25.97 „ %	27.21 „ %
Oca cocida	18.13 „ %	17.14 „ %	17.63 „ %
Massua cocida	55.66 „ %	50.21 „ %	52.93 „ %
Calabaza cocida	20.18 „ %	14.85 „ %	17.51 „ %
Habas verdes crudas	41.10 „ %	19.17 „ %	27.16 „ %
Habas verdes cocidas	40.50 „ %	10.61 „ %	27.05 „ %
Arvejas verdes crudas	25.46 „ %	11.70 „ %	16.52 „ %
Arvejas verdes cocidas	10.65 „ %	5.55 „ %	8.10 „ %
Ulluco crudo	23.42 „ %	4.08 „ %	16.27 „ %
Ulluco cocido	14.75 „ %	2.72 „ %	10.33 „ %
Ajos crudos	13.15 „ %	6.28 „ %	9.42 „ %
Ajos cocidos	7.99 „ %	6.47 „ %	7.43 „ %
Lechuga	10.93 „ %	6.85 „ %	9.04 „ %
Ají seco	6.45 „ %	5.02 „ %	5.73 „ %
Caihua cruda	6.00 „ %	2.15 „ %	4.59 „ %
Caihua cocida	6.66 „ %	1.79 „ %	4.27 „ %

En el cuadro general de los productos examinados aparte de la papa, puede verse que la col cruda ocupa el primer lugar en riqueza vitamínica, tenor que baja notablemente al ser sometida a la cocción, y algunos productos tales como el perejil muestran variaciones apreciables en su con-

tenido vitamínico, fluctuando su concentración entre 114 y 306 mgrs. %.

Las cifras arrojadas por el ají verde no corresponden a las encontradas en Lima, por tratarse de una variedad diferente. Las muestras examinadas por nosotros corresponden al denominado vulgarmente "ají miscuche", menos picante y de menor concentración vitamínica.

DISCUSION

La base de la alimentación del indígena de Huancayo está constituida por granos de cereales preparados en forma de sopas o chupes, enteros o molidos; estos cereales son trigo, arvejas y habas secas, cebada, maíz y quinoa. Además y en forma principal utilizan la papa. Su uso es casi obligado en la confección de las comidas, agregándose a ellos ocasionalmente los demás productos enumerados en el cuadro general de esta tesis. El queso, maíz tostado (cancha) y harina de cebada o "máchica", son consumidos al medio día entre las horas de trabajo.

El ají verde en sus diversas variedades y el seco, son también empleados en la confección de las comidas, dando la preferencia a este último y a una variedad denominada rocoto, cuya concentración de vitaminas C, no pudo ser determinada, por no producirse en esta época del año.

La discusión va encaminada a considerar la necesidad de un mayor aporte de vitaminas C en la alimentación del indígena.

Es un hecho ya demostrado que los granos y semillas secos, carecen de la citada vitamina y por tanto de poder antiescorbútico. Es también conocida la disminución notable del contenido vitamínico de los alimentos cuando su cocimiento se verifica lentamente en recipientes abiertos y expuestos a la oxigenación.

La alimentación del indígena cumple precisamente con ambas condiciones y difiere de la del habitante de la costa, que tiene a su alcance y aprovecha mayor cantidad de frutas y verduras en su alimentación, por lo que su contenido en vitamina C, sin alcanzar la cifra normal, está por enci-

ma de la del nativo de la zona de Huancayo. Corroboran o confirman esta apreciación los resultados obtenidos por el Dr. Alberto Guzmán Barrón en las determinaciones de vitaminas hechas a sujetos de la sierra recientemente incorporados al ejército, quienes presentan cifras bajas en la sangre en casi el 90 %, gran parte de los cuales constituían verdaderos estados de avitaminosis C.

Hay alimentos en la sierra, ricos en vitaminas C, como la *Massua* (*Tropaelum tuberosum*) y el Tumbo (*Passiflora mollissima*) productos típicos de la región, que sin embargo no intervienen en forma principal en la nutrición del indígena, por una razón de preferencia que coloca a estos productos en lugar apreciablemente secundario.

Las investigaciones de Mazzocco sobre el valor nutritivo de la quinoa, oca, ulluco, chuño, etc. pueden servirnos de base para afirmar que la alimentación del indígena no es pobre como podía pensarse, particularmente en lo referente a la quinoa, producto de alto poder nutritivo y alimento completo cuando se asocia a las vitaminas A, C, y D.

Por otra parte, se discute actualmente el requerimiento orgánico de la vitamina en cuestión, en relación con la calidad de los alimentos habitualmente ingeridos.

Es un hecho concedido que puede servir de referencia por su semejanza biológica, para el estudio de la necesidad cuantitativa de vitamina C, que el hombre precisa de más vitaminas B1 cuando su alimentación es más rica en carbohidratos.

De todo lo dicho se deduce, que si es verdad que el contenido en vitamina C de la alimentación de los individuos de esta región, es muy bajo, no sabemos hasta qué punto deja de llenar las necesidades biológicas del mismo y si la selección o preferencia sobre determinada especie de alimentos guarda oculta relación con las funciones orgánicas. La investigación de sus reacciones inmunitarias, condiciones de resistencia a la infección y determinación de los estados preescorbúticos o escorbúticos, son indispensables para llegar a una conclusión definida.

Dejamos abierto de este modo un signo interrogativo sobre la importancia absoluta de las cifras vitamínicas y

nos limitamos a consignar como conclusiones, los resultados concretos y reales que hemos obtenido en nuestras determinaciones, y que pueden servir de punto de partida para estudios ulteriores.

CONCLUSIONES

En el estudio del vasto problema de la nutrición en la población indígena, el conocimiento del aporte vitamínico de los alimentos es un tema de gran actualidad e interés, representando el presente trabajo una pequeña contribución en lo referente al aporte de vitamina C. Las conclusiones obtenidas de los diversos ensayos, son las siguientes:

1ª. La base principal de la alimentación del indígena de Huancayo, se halla representada por tubérculos, algunas verduras cocidas, cereales y semillas secas, de los cuales los dos últimos carecen de vitamina C.

2ª. Se ha determinado la riqueza vitamínica de las distintas variedades de papas, ocas, ullucos, massua. col, arvejas, habas, calabaza, tumbo, ajos, ají, lechuga, perejil, caihua, que se producen y consumen en la ciudad de Huancayo y lugares vecinos.

3ª. Las determinaciones practicadas en la papa preparada de diversas maneras, demuestran que la papa asada, mantiene en gran parte su contenido vitamínico. La papa helada o chuño y la papa seca, carecen en absoluto de ella.

4ª. La poca o ninguna proporción de frutas y verduras frescas que consume el indígena, hace que su alimentación sea menos rica en vitamina C, comparada con la del individuo de la costa.

5ª. La menor proporción de vitamina encontrada en la alimentación del indígena, estaría de acuerdo con el bajo contenido vitamínico de la sangre, constatado por A. Guzmán Barrón.