

ESTUDIO SOBRE EL CONTENIDO DE ACIDO ASCORBICO (Vitamina C) EN LAS PRINCIPALES FRUTAS DE VENEZUELA

Werner G. Jaffé, Pierre Budowski* y Gaetano Gorra
Instituto Nacional de Nutrición

INTRODUCCION

La vitamina C se encuentra prácticamente en todas las plantas. Especialmente aquellas partes de las plantas superiores que están en estado de crecimiento activo presentan cantidades relativamente abundantes de esta vitamina. Dada la gran abundancia de la vitamina C en el reino vegetal, se comprende que una avitaminosis C sólo se presenta en el caso de una alimentación anormal, deficiente en frutas y vegetales frescos. Se presentan entonces un conjunto de síntomas cuya forma más aguda era conocida desde hace muchos siglos por el nombre de escorbuto.

La hipovitaminosis C, o escorbuto subclínico, sin conducir a trastornos muy visibles, es, sin embargo, una enfermedad seria. Además de los trastornos del sistema dental, se produce un debilitamiento general de las funciones del organismo, especialmente una disminución de la resistencia a las enfermedades de origen infeccioso como la difteria y la gripe. También en casos de tuberculosis, artritis, fiebre reumática, hemorragias excesivas, etc., el organismo probablemente necesita cantidades más grandes de vitamina C para su autodefensa (1).

En un reciente estudio De Venanzi ha demostrado que la tasa de vitamina C en individuos de la clase obrera en Caracas

* División de Química del M. A. C.

es frecuentemente bastante baja, lo que posiblemente significa una incidencia alta de hipovitaminosis con sus correspondientes peligros para la salud pública (3).

La dosis media recomendada para el hombre de 70 kg. de peso y moderadamente activo es de 75 mg. por día (2). Esta cantidad parece muy alta si se compara con las necesidades en otras vitaminas. Pero, por otra parte, el contenido de vitamina C en frutas y legumbres frescas es relativamente alto, de modo que una dieta normal, abundante en vegetales frescos, raras veces carece de la cantidad requerida de la vitamina. Es precisamente cuando los hombres viven de una dieta anormalmente baja en frutas y legumbres frescas o de conservas, en las cuales la vitamina C ha sido generalmente destruída en gran parte, que se presentan las formas más o menos benignas del escorbuto. La poca estabilidad de la vitamina y su rápida destrucción por la cocción, el almacenamiento, etc., es un factor de importancia en la génesis de la enfermedad mencionada.

Aunque el poder curativo de frutas y verduras frescas para el escorbuto haya sido conocido por siglos, fué solamente hace unos 40 años que varios investigadores pudieron establecer la naturaleza avitamínica de esta enfermedad. Los ensayos de concentración del principio activo (llamado vitamina C por Drummond en 1920) culminaron en el aislamiento de una substancia cristalina fuertemente reductora, cuyas propiedades fueron dadas a conocer en 1932 por Szent-Gyorgyi y otros. El año siguiente, la constitución de la vitamina C fué establecida y la síntesis efectuada gracias principalmente a los trabajos de Haworth. Hoy en día, la vitamina C se fabrica industrialmente con una pureza de 99%. El nombre generalmente adoptado ahora para la vitamina C es el de "ácido 1-ascórbico" o simplemente "ácido ascórbico" (según una proposición hecha por Haworth y Szent-Gyorgyi en 1933).

La propiedad característica del ácido ascórbico es un gran poder reductor, el cual se debe a la presencia de dos grupos de hidróxilos enólicos sobre el mismo doble enlace. Sobre esta propiedad reductora se basan la mayoría de los métodos de determinación del ácido ascórbico.

METODO ANALITICO EMPLEADO

La mayoría de los métodos empleados para el dosaje del ácido ascórbico se basan en la reducción del pigmento 2,6-diclorofenol-indofenol (reactivo de Tillmans). Bajo la acción reductora de la

vitamina C, el colorante rojo se vuelve incoloro. Otros métodos colorimétricos son generalmente o menos específicos o menos sencillos. Una enumeración de varios métodos se encuentra en el trabajo de Márquez (7).

El método usado en el presente trabajo es el de Robinson y Stotz (4) (5) con algunas modificaciones. El ácido ascórbico presente en el extracto de la muestra es determinado por medio de su poder reductor sobre un exceso de solución acuosa de pigmento indofenólico. El pigmento no reducido es extraído con xilol y determinado colorimétricamente.

En vez de usar una solución acuosa de pigmento y de extraer el exceso de pigmento con xilol, se puede usar directamente una solución de pigmento en xilol, según Hight y West (6). Algunas determinaciones hechas por nosotros con este método dieron resultados idénticos a los encontrados con el método de Robinson y Stotz.

A continuación damos el procedimiento empleado por nosotros.

Aparatos:

Un espectrofotómetro Coleman Junior.

Una cortadora-mezcladora del tipo "Waring Blendor" (homogenizadora).

Una centrífuga.

Reactivos:

Solución de pigmento (Robinson y Stotz). 25 mg. de sal de sodio del 2,6 diclorofenol-indofenol (Eastman Kodak N° 3.463) se disuelven en 200 cc. de agua. Conservar la solución en la nevera. El pigmento se destruye poco a poco; la solución se puede usar por dos semanas. Solución de pigmento (Hight y West). 0,1 g. de sal de sodio del 2,6 diclorofenol-indofenol se disuelven en 200 cc. de agua. La solución se acidifica con HCl diluído hasta coloración roja. Se agregan 200 cc. de xilol y se agita. Se separa la solución xilénica, la cual se lava varias veces con 200 cc. de HCl 0,03 N, se seca con sulfato de sodio anhidro, se filtra y se ajusta con xilol o con solución concentrada hasta obtener una lectura fotométrica fija.

Solución de ácido metafosfórico al 6%. Disolver el ácido metafosfórico en barras en agua destilada y filtrar. Conservar en la nevera. La solución se puede usar por dos semanas.

Solución de ácido oxálico al 0,5%. Disolver el $(\text{CO}_2\text{H})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en agua destilada.

Solución amortiguadora acética, pH 4,0. Se mezclan volúmenes iguales de ácido acético glacial y una solución acuosa de $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ al 50%.

Xilol redestilado.

PREPARACION DEL EXTRACTO

Como medio de extracción hemos usado una solución de ácido oxálico (0,25% en el extracto final) o una solución de ácido metafosfórico (3% en el extracto final). Para lograr estas concentraciones en el extracto final hemos operado del modo siguiente:

10 a 70 g. de muestra se desmenuzan groseramente, se pesan al decigramo y se colocan en una medida cilíndrica de 250 cc. Se agregan 125 cc. de solución de ácido oxálico al 0,5% o de ácido metafosfórico al 6% y se completa el volumen de la mezcla a 250 cc. con H_2O destilada. La mezcla se homogeniza luego en el "Waring Blendor" durante dos minutos y se filtra (unos 10 cc. de extracto filtrado son generalmente suficientes).

Este procedimiento nos parece lo suficientemente exacto para análisis rutinarios que no requieren una precisión extrema y para los cuales la rapidez y sencillez son esenciales.

La selección del medio de extracción correcto es de gran importancia. Veremos más adelante que algunos tejidos vegetales contienen sistemas oxidásicos, los cuales pueden interferir con la determinación del ácido ascórbico y que deben destruirse por el ácido oxálico o metafosfórico, respectivamente.

DETERMINACION DEL ACIDO ASCORBICO EN EL EXTRACTO

2 cc. de extracto (conteniendo no más de 0,1 mg. de ácido ascórbico) se colocan en un frasco de vidrio de 40 cc. con tapa esmerilada. Se agregan 2 cc. del amortiguador y luego la solución de pigmento.

Método de Robinson y Stotz. Se miden exactamente 2 cc. de solución acuosa de pigmento y se agregan a la mezcla. En seguida se agregan 10 cc. de xilol, se tapa el frasco y se agita energicamente durante 15 segundo.

Se decanta la solución xilénica en un tubo de centrifugación y se centrifuga hasta clarificación completa de la solución (dos minutos a 2.000 vueltas por minuto son generalmente suficientes). Se decanta la solución clara en un tubo fotométrico y se lee la densidad óptica con una longitud de ondas de 518, tomando como referencia xilol puro. Se repite la lectura, tomando en vez del extracto 2 cc. de solución de ácido oxálico al 0,25%. Por fin, se hace una tercera lectura, usando esta vez 2 cc. de una solución tipo de ácido ascórbico en ácido oxálico al 0,25%. La solución tipo debe tener aproximadamente 50 a 60 gama de ácido ascórbico por cc. Como la densidad óptica determinada en esta forma es una función lineal de la cantidad de ácido ascórbico presente, se puede calcular fácilmente la cantidad de ácido ascórbico presente en el extracto.

Por ejemplo, sea D_0 el valor de la densidad óptica obtenida en ausencia de ácido ascórbico, D_c el valor correspondiente logrado con c mg. de ácido ascórbico, y D_x el valor obtenido con el extracto; entonces la cantidad x (mg) de ácido ascórbico presente en el volumen de extracto tomado para la determinación es dada por la fórmula:

$$x = c \cdot \frac{D_0 - D_x}{D_0 - D_c}$$

Cuando se hacen series de determinaciones es conveniente usar un método gráfico en vez de cálculos.

Método de Highet y West.—Los 2 cc. de extracto de frutas se adicionan directamente a 10 cc. de solución de pigmento en xilol (ver "reactivos"). Se agitan enérgicamente durante 60 segundos y se prosigue como en el método de Robinson y Stotz, teniendo cuidado de ajustar la solución de pigmento siempre a la misma densidad óptica (aproximadamente 05) antes de cada determinación. En estas condiciones no es necesario repetir cada determinación con soluciones tipo de ácido ascórbico. En vez de esto basta construir la curva de calibración una vez para todas.

DISCUSION DE LOS METODOS

En su método original, Highet y West recomiendan el uso de un volumen acuoso de 15 cc. y un tiempo de agitación de 15 segundos.

Hemos modificado el método original reduciendo el volumen acuoso a 4 cc. (incluyendo 2 cc. de amortiguador acético) y aumentando el tiempo de agitación a 1 minuto. De este modo se logra una reducción mucho más completa del pigmento por el ácido ascórbico. En la tabla I se comparan los resultados obtenidos con una solución de ácido ascórbico por el método original de Highet y West y por el método modificado por nosotros, para tiempos variables de agitación.

Siguiendo el método original, la solución de ácido ascórbico (1 cc. conteniendo 51 ug.) fué adicionada a 14 cc. de HCl 0,03 N. y agitada con la solución xilénica de pigmento durante el tiempo especificado.

TABLA I

Comparación del método original de Highet y West y del método modificado, para distintos períodos de agitación.

Tiempo de agitación (segundos)	DENSIDAD OPTICA	
	Método original	Método modificado
0 (sol. xilénica sola)	0.470	0.470
15	0.405	0.330
30	0.350	0.290
45	0.335	0.270
60	0.335	0.265
120	—	0.255

La tabla I da las curvas de calibración obtenida por el método original de Highet y West, el método modificado y el método de Robinson y Stotz. La curva obtenida por el método modificado y el método de Robinson y Stotz es recta y corresponde a una reducción completa del pigmento. La curva según el método de Highet y West, debido a la reducción incompleta del pigmento, se desvía notablemente de esa recta. El método modificado por nosotros da una curva bastante satisfactoria que se desvía mucho menos de la recta de Robinson y Stotz. Debido a la diferencia de inclinación de las curvas, el método original de Highet y West es menos sensible que el método modificado. Por otra parte, los resultados obtenidos con el método original, debido a la reducción muy incompleta del pigmento, son sujetos a variaciones causadas por diversos factores, especialmente el modo de agitar. El método modificado dará resultados más constantes, ya que la reducción del pigmento es casi completa.

Una de las dificultades más grandes en la determinación de ácido ascórbico es su fácil oxidación, la cual se produce espontáneamente en contacto con el oxígeno del aire. Los cationes

metálicos (Fe y Cu especialmente) y las oxidasas vegetales aceleran considerablemente tal oxidación. El calor y un medio alcalino producen el mismo efecto. Por esta razón hemos utilizado como medio de extracción soluciones de ácido oxálico o metafosfórico, los cuales se han recomendado para la inhibición de la oxidación del ácido ascórbico en el curso del análisis. Con el fin de comparar el efecto protector de estos dos ácidos hemos hecho una serie de determinaciones, usando simultáneamente ácido oxálico y ácido metafosfórico para las mismas muestras. Los resultados se presentan en las tablas II y III.

TABLA II

Comparación del ácido oxálico (0,25%) y ácido metafosfórico (3%) como medios de extracción para la determinación de la vitamina C.

Muestra	VITAMINA C (mg./100 g.)	
	Con ácido oxálico	Con ácido metafosfórico
Lechosa	47.0	48.0
Aguacate	14.2	15.2
Pepino	10.5	11.6
Papa	31.8	30.2
Batata	20.9	21.8
Zanahoria	4.6	5.3
Plátano verde	21.5	22.3
Plátano maduro	18.0	19.2
Plátano maduro	16.3	19.2
Cambur guineo	5.5	10.2
Cambur manzano	6.2	18.9
Cambur titiaro	3.7	12.0

TABLA III

Efecto estabilizador de los ácidos oxálicos y metafosfóricos sobre la vitamina C.

Se determinó la vitamina C en una muestra de pepino (pepino criollo) usándose, como medio de extracción, ácido oxálico, ácido metafosfórico y agua respectivamente.

Vitamina C (mg./100 g.)	
Con ácido oxálico	33.3
Con ácido metafosfórico	32.3
Con agua	0.

El ácido ascórbico fué completamente destruido en el extracto acuoso, en contraste con los extractos hechos con ácido oxálico y metafosfórico, respectivamente.

Estos ensayos demuestran que es preciso seleccionar cuidadosamente el medio de extracción en la preparación de las soluciones para la determinación de la vitamina C. Como regla general

se puede decir que materiales que no dan la reacción típica para las oxidasas con solución de resina de guayaco se pueden extraer con ácido oxálico. En caso de reacción positiva demostrando la presencia de fermentos oxidásicos, es recomendable comparar el valor de vitamina C en extractos hechos con ácido oxálico y ácido metafosfórico y usar el medio que dé valores mayores.

Como se nota, el ácido oxálico da en general resultados satisfactorios con la notable excepción de los cambures y plátanos, los cuales acusan valores mucho más altos si se usa el ácido metafosfórico como medio de extracción. Esto se debe, probablemente, a la presencia de un fermento oxidante que no es inhibido por el ácido oxálico en su acción destructora sobre el ácido ascórbico. En los demás casos, el ácido oxálico es altamente satisfactorio en destruir otras oxidasas que puedan interferir en la determinación de la vitamina C. En la tabla III se dan valores de esta vitamina, encontrándose en extractos de pepinos hechos con agua o ácido oxálico y metafosfórico, respectivamente. Es obvio que la vitamina es destruida en el extracto acuoso, pero es estable en el extracto preparado con los dos ácidos.

La inhibición de las oxidasas puede llevarse a cabo también por el calor. Pero entonces pueden producirse pérdidas considerables de ácido ascórbico, como lo demuestran los resultados en la tabla IV.

TABLA IV

Comparación de los valores de vitamina C antes y después de autoclavar las muestras (5 minutos bajo aproximadamente 2 libras de presión).

Muestra	Vitamina C (mg./100 g.)	
	Antes	Después
Papa	31.8	30.8
Batata	20.9	11.4

Otra dificultad a tener en cuenta es la influencia de sustancias reductoras extrañas capaces de decolorar el reactivo de Tillmans que pueden conducir a resultados demasiado altos. La extracción del exceso de pigmento evita este inconveniente, ya que la acción del ácido ascórbico es casi instantánea, mientras que las sustancias extrañas, en general, actúan más lentamente. Highet y West (6) mencionan que soluciones acuosas conteniendo 4 gramos por ciento de glutatona reducida, clorhidrato de cisteína, ácido tánico, pirogalol y ácido fuerte no blanquean la solución xilénica de pigmento después de 15 segundos de agitación.

Con el fin de investigar la utilidad del método de Robinson y Stotz en el caso de frutos ricos en glutatona, hemos analizado la vitamina C en dos muestras de lechoza y una piña por el método diferencial, que consiste en determinar el valor aparente del ácido ascórbico antes y después de tratar el extracto con una oxidasa específica para destruir selectivamente el ácido ascórbico sin eliminar las sustancias reductoras extrañas. El valor obtenido después de la oxidación da una indicación de la concentración de sustancias reductoras extrañas. Como oxidasa se usó jugo de pepino, fuente rica en oxidasas destructoras del ácido ascórbico, en la proporción de 1 cc. por cada centímetro cúbico de extracto. El contenido de ácido ascórbico en el jugo de pepino era nulo, ya que se había dejado en contacto con el aire por tiempo suficiente para destruir su contenido vitamínico. El tiempo de contacto entre el extracto y el jugo de pepino fué de 15 minutos. Experimentos preliminares habían indicado que este tiempo es suficiente para oxidar completamente 50 ug. de ácido ascórbico. La tabla V da los resultados obtenidos. El resultado de una muestra de lechoza y de piña es muy satisfactorio, mientras que en otra muestra de lechoza da un valor residual algo elevado. Pero aun en este último caso el error es insignificante si se toman en cuenta las grandes variaciones del contenido de vitamina C en distintas muestras.

TABLA V

Comparación de los valores de vitamina C obtenidos por el método directo y el método diferencial.

Muestra	Valor aparente de la vitamina C (mg./100 g.)		
	Antes de la oxidación	Después de la oxidación	Diferencia
Lechoza 1	88.3	1.0	87.3
Lechoza 2	44.8	3.9	40.9
Piña	32.5	0.8	31.7

La discusión precedente tiende a demostrar que tanto el método de Robinson y Stotz como el método modificado de Hight y West son satisfactorios. El último tiene algunas ventajas sobre el primero, a saber:

La solución de pigmento en xilol es mucho más estable que la solución acuosa. La solución xilénica puede usarse de nuevo muchas veces antes de que haya necesidad de destilarla para preparar una solución nueva. La influencia de sustancias ex-

trañas queda reducida a un mínimo, ya que el pigmento y el extracto se encuentran en dos fases distintas. Una curva de calibración sirve para todas las determinaciones; no hay necesidad de emplear soluciones tipo para cada determinación. 10 cc. de solución son más fáciles de medir con exactitud que 2 cc.

En la tabla VI presentamos los resultados de más de 500 análisis de la vitamina C en 83 diferentes clases de frutas del país. Los valores se calcularon en mgr. de vitamina C por 100 gr. de la parte comestible de la respectiva fruta. Además, presentamos los resultados analíticos obtenidos por otros autores y que pueden servir de comparación. En la última columna de la tabla VI se indica la cantidad aproximada de la parte comestible que existe en cada una de las frutas respectivas.

La cantidad de vitamina C en una fruta depende, entre otros factores, del grado de madurez. Para demostrar la pérdida considerable de vitamina al pasar el grado óptimo de madurez, presentamos en la tabla VII algunos análisis respectivos.

TABLA VII

Diferencia entre frutas de distinto grado de madurez respecto a su contenido en vitamina C.

Muestra	Vitamina C mg. / 100 g.
Mango hilacha verde	43
Masgo hilacha maduro	23
Mango hilacha muy maduro	10
Chirimoya madura	22
Chirimoya muy madura	0
Plátano verde	23
Plátano maduro	20
Plátano muy maduro	3

Finalmente, se presentan en la tabla VIII los resultados de algunos análisis hechos con frutas frescas importadas y compradas en el mercado de Caracas. Llama la atención el valor bajo en vitamina C de todas estas frutas en comparación con la gran mayoría de las nacionales.

TABLA VIII
VITAMINA C EN FRUTAS FRESCAS IMPORTADAS

<u>Muestra</u>	<u>Vitamina C</u> <u>mg. / 100 g.</u>
Manzanas	2
Peras	3
Ciruelas moradas	0,3
Ciruelas amarillas	6
Uvas	4
Melocotones	4
Apricots	5

DISCUSION DE LOS RESULTADOS

Lo que más salta a la vista en la tabla VI es la enorme diversidad en los valores para los distintos frutos examinados. El níspero presentó uno de los valores más bajos (1 mg por 100), mientras que la cereza, con 1.060 mg. por 100 g., tiene el valor más alto. También dentro de la misma especie se notan variaciones a veces muy grandes. Los valores para el mango varían entre 8 y 88 mg. por 100 g.; los de piña amarilla, de 8 a 32, y la lechoza presenta valores que varían entre 34 y 87.

Sin considerar el semeruco o cereza, fruta no cultivada y relativamente escasa, notamos que las frutas de mayor contenido en vitamina C, de precio relativamente bajo y de abundancia relativamente grande son: el mango bocado, la guayaba, el merey, la lechoza, la piña, las naranjas, grapé-fruits, limones, parchitas, jobo. Naturalmente, los precios de estas frutas fluctúan considerablemente según la región y la época. El mango, aunque de precio bajo, se da sólo durante pocos meses del año. De ahí el gran interés que presenta un programa de preparación de conservas de frutas ricas en vitamina C. Los cambures merecen una mención especial. Su contenido de vitamina C no es muy alto. Con la excepción del cambur morado, cuyo valor es muy bajo (2 mg. por 100 g.), los cambures acusan valores que varían de 10 a 15 mg. por 100 g. para las distintas variedades. La importancia de los cambures se comprende si se toma en cuenta el hecho de que es uno de los alimentos más populares en Venezuela por su abundancia durante todo el año y su bajo precio, y que son consumidos en grandes cantidades. Los plátanos deben mencionarse también; su contenido de vitamina C es de 20 mg. por 100 g. y su preparación en caliente destruye una parte pequeña de la vitamina, según propios ensayos (20-30%).

El contenido de vitamina C en cambures y plátanos encontrados por nosotros es más alto que los valores presentados por otros autores. V. M. Márquez (7) indica valores de 8 mg por 100 g. para los cambures, 1 mg. para el plátano verde y 1 mg. para el plátano maduro. Nosotros encontramos, respectivamente, 10 a 15 para los cambures, exceptuando el cambur morado, y 20 para los plátanos verdes y maduros. Creemos que los valores más bajos encontrados por otros autores se deben a una oxidación parcial de la vitamina en el curso de la preparación del extracto, lo que se puede evitar tomando precauciones especiales (ácido metafosfórico como medio de extracción).

Cabe mencionar que las frutas que se importan de otros países como las uvas, manzanas, peras y ciruelas presentan contenidos de vitamina C sumamente bajos. Si se comparan los valores de vitamina C en las frutas más cultivadas en Venezuela y las importadas, la diferencia es muy notable, siendo las frutas criollas, por lo general, muy superiores a las extranjeras. Por lo tanto, con un consumo diario cuantitativamente inferior al de países de clima templado, se pueden cubrir las necesidades en vitamina C. El hecho de que entre nosotros los casos de escorbuto no falten es explicable únicamente por el consumo insuficiente de frutas por ciertas partes de la población. Este estado de cosas se puede remediar únicamente por una campaña de propaganda ante todo en las escuelas y por un aumento de la producción de frutas para lograr su abaratamiento. En la luz de los valores vitamínicos, la importación de frutas frescas como manzanas, peras, úvas, ciruelas, etc., debe considerarse como contraproducente para la salud pública porque su precio alto no está en relación con su escaso valor nutritivo (tabla VIII). Además, existe entre nosotros la lamentable preferencia para los productos importados y no son raros los casos de que especialmente la gente menos pudiente prefieren comprar una manzana en vez de dos o tres naranjas o medio kilo de guayabas.

Las grandes oscilaciones en los valores de vitamina C entre distintas muestras de las mismas frutas comprueban la necesidad de repetir las determinaciones para obtener resultados representativos. Es claro que en muchos casos la ejecución de un sólo análisis con una sola muestra puede dar un resultado completamente atípico sin valor práctico.

Las diferencias entre los valores vitamínicos para distintas variedades de una misma clase de frutas debe tomarse muy en consideración en la propagación frutícola, prefiriendo aquellas

variedades con más vitamina C comparadas con las más corrientes. La ventaja que tiene la propagación de las selecciones superiores es muy evidente.

Con la inclusión en el presente estudio de frutas silvestres de consumo local en ciertas partes de Venezuela tratamos de ayudar a los médicos rurales en su tarea de lograr una mejor alimentación de la población obrera rural. Con productos de valores tan altos como el semeruco, la guayaba, la coruba, etc., es fácil cubrir las necesidades alimenticias y hasta aplicar dosis terapéuticas de vitamina C sin la necesidad de recurrir a preparaciones comerciales sintéticas.

Además, creemos que los datos presentados en el presente trabajo pueden servir de guía para futuros estudios sobre la industrialización de frutas tropicales. Los excelentes valores vitamínicos encontrados en cerezas, guayabas, merey, jobo, mango, bocado y otras frutas deben ser un estímulo para estudios en este sentido. Hasta ahora no existen plantaciones comerciales de alguna importancia de ninguno de estos frutales, lo que es tanto más deplorable como se podría esperar resultados satisfactorios con estos árboles, algunos de ellos oriundos de nuestra flora silvestre, y hasta se podrían utilizar para trabajos de reforestación, combinando de esta manera los esfuerzos para lograr mejor alimentación y de conservación de los suelos. Para tales planes sería indispensable iniciar estudios agronómicos con los nombrados frutales en vista de la falta casi completa de datos respecto a crecimiento, rendimiento y exigencia de ellos.

TABLA VI
VITAMINA C EN FRUTAS TROPICALES

Nº	Nombre vulgar	Nombre científico	Cantidad muestras analiza- das	Valores extremos	Valores promedio	la literatura	Gram. de parte comestible por fruta	
1	Cambur guinco.....	Musa sapientium	5	9-15	11.4	} 8.5(1),10-13(2),10(7)6-24(18)	70	
2	Cambur manzano.....	" " "	5	13-16	15.0		60	
3	Cambur titiario.....	" " "	3	12-15	14.2		50	
4	Cambur cuyaco.....	" " "	1		10.1		60	
5	Cambur morado.....	" " "	2	1-3	2.0		70	
6	Topocho verde.....	" " "	1		13.8		60	
7	Topocho maduro.....	" " "	3	13-14	13.7		60	
8	Plátano verde.....	" paradísica	4	20-22.6	21.4		175	
9	Plátano maduro.....	" " "	5	19-22	20.5		} 5(15)17(16)1(1)31(17)5-20(18)	075
10	Plátano muy maduro...	" " "	1		2.7			075

(Continúa en la página siguiente.)

(Continuación)

N°	Nombre vulgar	Nombre científico	Cantidad muestras analizadas	Valores extremos	Valores promedio	Valores de la literatura	Gram. de parte comestible por fruta
11	Mango hilacha verde...	Mangifera indica	1		43.1	30(15),22.5(13)	100
12	Mango hilacha maduro.	" "	5	15-28	23.1		100
13	Mango hilacha muy maduro.....	" "	5	6-13	9.7		100
14	Mango bocado maduro.	" "	10	48-88	69.3		85
15	Manga grande.....	" "	1		25.6		300
16	Manga pequeña.....	" "	3	24-34	31.4		200
17	Manga de jardín.....	" "	1		38.8		35
18	Piña morada.....	Ananas sativus	2	28-43	35.8	8(2),24(7),46(13)	600
19	Piña amarilla.....	" "	6	8-32	18.0		500
20	Lechosa.....	Carica papaya	8	34-87	56.5	71(3),78(13)43(16)	500
21	Naranja criolla.....	Citrus aurantium	5	42-65	47.9	60(1),50-80(2),40(7)	40
22	Naranja California.....	" "	5	35-60	43.2		100

(Continúa en la página siguiente.)

(Continuación)

Nº	Nombre vulgar	Nombre científico	Cantidad muestras analizadas	Valores extremos	Valores promedio	Valores de la literatura	Gram. de parte comestible por fruta
23	Grapefruit.....	Citrus grandis	3	40-46	44.0	51(1)50-75(2),40(7)	170
24	Mandarina.....	Citrus nobilis	6	23-30	25.7	32(1),31(7)	60
25	Limón.....	Citrus limonia	5	21-43	28	61(1),50-70(2),45(7)	20
26	Limón ponderoso.....	Citrus medica	1		27.2		800
27	Limón cumquat.....	Fortunella margarita	3	29-33	29.9	57.6(14)	10
28	Lima dulce.....	Citrus limetta	3	29-61	41	43(13) 43(18)	50
29	Cidra.....	Citrus decumana	1		22.1	(parte blanca 60) 44 (14)	100
30	Toronja.....	Citrus grandis	3	21-36	26.5	(parte blanca 62) 40-(16)	350
31	Guanábana.....	Annona muricata	3	8-18	16.0	8.7-13 (4)	130
32	Chirimoya, corazón.....	Annona reticulata	1		21.6	5(1),8 (13)	200
33	Chirimoriñón.....	Annona chirimolia	2	20-22	21.4	55 (16)	60
34	Riñón.....	Annona cinera	2	5-7	6.0		50

(Continúa en la página siguiente.)

(Continuación)

Nº	Nombre vulgar	Nombre científico	Cantidad muestras analizadas	Valores extremos	Valores promedio	Valores de la literatura	Gram. de parte comestible por fruta
35	Catigüire manirote	<i>Annona purpurea</i>	3	4-26	15.5		250
36	Parcha	<i>Pasiflora cuadrangularis</i> .	1		12.0		800
37	Parchita	<i>Pasiflora edulis</i>	2	40-48	44.0		15
38	Parchita amarilla	<i>Pasiflora ligularis</i>	3	8-25	18.8		30
39	Curuba	<i>Pasiflora mollissima</i> (?)	1		65.6	70-100 (5)	40
40	Parchita colonial	<i>Pasiflora grasilis</i> (?)	2	15-16	15.3		40
41	Guayaba criolla	<i>Psidium guayaba</i>	7	12-238	65.6	} 50-100(5)220-550 (8)	30
42	Guayaba fina	" "	4	265-362	266		75
43	Guayabita sabanera	" <i>guincense</i>	3	4-64	26		6
44	Tuna	<i>Opuntia esp.</i>	4	19-23	20.8	19.1(6),11.5(15)	30
45	Cardón	Cactácea	2	10-26	18.4		80

(Continúa en la página siguiente.)

(Continuación)

Nº	Nombre vulgar	Nombre científico	Cantidad muestras analiza- das	Valores extremos	Valores promedio	Valores de la literatura	Gram. de parte co- mestible por fruta
46	Pitahaya	<i>Cereus hexagonus</i>	2	10-20	15		30
47	Pomarosa	<i>Jambosa vulgaris</i>	2	6-22	14		20
48	Pomagás	<i>Jambosa malaccensis</i>	2	8-12	10		30
49	Mamón	<i>Melicocco bijuga</i>	2	10-12	11.3	40(1)	3
50	Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	2	0.75-8	5	5.6(18)	5
51	Níspero	<i>Achras sapota</i>	3	0.5-9	4.5	6,3(6)	12
52	Nísperos del Japón	<i>Eriobotrya Japonica</i>	3	0.4-1.7	1.1		10
53	Mamey	<i>Mammea americana</i>	2	8-29	19.0		230
54	Higo verde	<i>Ficus princides</i>	2		16	16(15)16(16)	20
55	Higo maduro	" "	1		4.7	2(1),5(2),3.6(6)0.6(14)	30
56	Coco (carne)	<i>Cocos nucifera</i>	1		2.0	6(16) 1.8(18)	200
57	Coco (agua)	" "	1		0.9	0.2(14)2(17) 0.6 (18)	300

(Continúa en la página siguiente.)

(Continuación)

Nº	Nombre vulgar	Nombre científico	Cantidad muestras analizadas	Valores extremos	Valores promedio	Valores de la literatura	Gram. de parte comestible por fruta
58	Granada.....	Punica granatum	1		11.7	12(13)3(14)4(16)	30
59	Aguacate.....	Persea americana	6	14-29	21.0	33.3(6),16(7),1-10(14),8(13)	100
60	Patilla.....	Citrus vulgaris	1		3.9	9(1)9(14)23(15)22(17)12(13)	1000
61	Cabello de angel.....	Cucurbita melanosperma.	1		5.6		2500
62	Tomate francés.....	Cyphomandra batavea	2	26-35	30.5		50
63	Durazno criollo.....	Prunus persica	3	11-28	17.4	8(2),3-12(14)	50
64	Membrillo.....	Cydonia vulgaris	1		23.0	16(2),26(13)	30
65	Manzana criolla.....	Pirus malus	1		10.3	5(7)	60
66	Cereza, Semeruco.....	Maipighia punicifolia	3	1060-1200	1130.0	} 1000-3300(11) 957 (16)	1.5
67	Cereza (verde).....	" "	1		2967		1.5
68	Curujujul.....	Karatas Plumieri	1		39		7

(Continúa en la página siguiente.)

(Continuación)

Nº	Nombre vulgar	Nombre científico	Cantidad muestras analizadas	Valores extremos	Valores promedio	Valores de la literatura	Gram. de parte comestible por fruta
69	Chiriguata, frambuesa grosella.....	Hibiscus sabdariffa (sépalos)	1		0.3		2
		(fruto verde)	1		14		3
70	Jobo.....	Spondias lutea (Mombin)	4	16-48	29	46.4(18)	12
71	Ciruela hnesito.....	Spondias purpurea	2	17-32	25		8
72	Caimito.....	Chrysophyllum caimito	1		3.2	6-9(18)	70
73	Merey.....	Anacardium occidentale.	4	188-240	227	210 (5) 193 (16)	25
74	Zapote.....	Calocarpum mammosum.	2		1.0	12 (16)	250
75	Caña (guarapo).....	Sacharum officinarum	1		0.5	6 (16) 4 (17)	
76	Cotoperis.....	Talisia olivaeformis	1		8.6		0.5
77	Fresa.....	Fragaria vesca	1		50	40-95 (2)	5

(Continúa en la página siguiente.)

(Conclusión)

Nº	Nombre vulgar	Nombre científico	Cantidad muestras analizadas	Valores extremos	Valores promedio	Valores de la literatura	Gram. de parte comestible por fruta
78	Crosella.....		1		3		3
79	Fruta de pan.....	Artocarpus communis	1		4.9		100
80	Ciruela Fraile.....	Bunchosia glandulifera	1		3.5		10
81	Anón.....	Anona squamosa	4	30-58	42.0	42 (18)	50
82	Mora.....	Morus niger	1		0.5	2-15 (19)	3
83	Palo de mora.....	Chlorophora tinctoria	1		9		3

VITAMINA C EN FRUTAS TROPICALES

Todos los valores se indican en miligramos de vitamina C en 100 gramos en la parte comestible de las frutas. Los números en paréntesis se refieren a las citas bibliográficas que siguen.

- (1) V. M. Márquez. Bol. San. Asist. Soc. 3, 1,801 (1938).
- (2) W. Rudolph. Vitamin C und Ernährung. Edición F. Enke. Stuttgart (1939).
- (3) D. de Fousa Ribeiro y F. A. Cardoso. Arq. Fac. Hig. e S. Pub. Univ. S. Paulo. Junio 1947.
- (4) M. Hernández. Agronomía (Cuba) 3, 58 (1943).
- (5) O. A. R. Castro. Rev. Columb. Quim. 2, 30 (1946).
- (6) R. Cravioto, E. E. Lockhart, R. K. Anderson, F. de P. Miranda y R. S. Harris. J. Nutr. 29, 317 (1945).
- (7) U. S. Department of Agriculture. Tables of Food Composition. Misc. Publ. N° 572.
- (8) W. W. Boyes y D. J. R. de Villiers. Farming S. Africa 17, 319 (1942).
- (9) H. J. Weber, Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 45, 87 (1944).
- (10) D. P. Vander Merwe. Clin Proc. (Cape Town. South Africa) 3, 441 (1944).
- (11) C. F. Asenjo y A. R. Freire. Science 103, 219 (1946).
- (12) D. Costa y M. Conceicao Carvalho. Rev. Bras. Med. Febr. 1948.
- (13) A. Guzmán Borrón. Bol. Soc. Quim. del Perú 6, 5 (1940).
- (14) Tablas del valor vitamínico de productos vegetales comestibles. Inst. Nac. de la Nutr. Buenos Aires, 1945.
- (15) P. J. Salomón Buttler. Bol. Soc. Quim. Perú 8, 165 (1942).
- (16) S. V. de Ruiz, O. Durán, Y. Rosenkranz y E. Kauffmann. Inf. Med. (Cuba) 10, 160 (1946).
- (17) N. Cruz y C. Castañeda. Bol. Soc. Quim. Perú 7, 213 (1941).
- (18) H. E. Munsell, L. O. Williams, L. P. Guild, C. B. Troeschler, G. Nightingale y R. S. Harris. Food Research 14, 144 (1949).
- (19) F. Giral y L. M. de la Torre. Ciencia (Mex.) 5, 252 (1945).

RESUMEN

Después de una corta descripción de la vitamina C y los síntomas de deficiencia de ella; se describen los métodos para su determinación según las modificaciones de Robertson y Stotz y Highet y West.

Se hicieron ensayos para estudiar el medio de extracción más conveniente de las muestras para la determinación de la vitamina C, la posible interferencia de sustancias reductoras que no son vitamina C y pueden reaccionar como ella. Se encontró que un medio de extracción conveniente es el ácido oxálico si se usa en una concentración que no llegue a menos del 0,25% en la solución final de la muestra y que para cambures y plátanos no se pueden obtener resultados seguros con este ácido, sino con el metafosfórico únicamente. No se observó una influencia significativa de sustancias reductoras distintas de la vitamina C.

Se presentan los resultados de los análisis de un total de 83 muestras de distintas frutas, 25 de los cuales no se han analizado anteriormente, y se comparan los valores obtenidos en las muestras analizadas con los de la literatura a nuestra disposición. También se señalan los pesos de la parte comestible de las frutas analizadas.

Además se presentan datos que indican la pérdida muy considerable en vitamina C en las frutas demasiado maduras, como también los contenidos de esta vitamina en las frutas importadas de más consumo en Venezuela.

Se discuten brevemente los resultados y se recomiendan reducir en lo posible el consumo de frutas importadas de clima frío y de reducido valor vitamínico. También se llama la atención a la marcada reducción en el valor de la vitamina C en frutas muy maduras y a las variaciones muy notables entre distintas variedades de la misma especie.

SUMMARY

Modifications of the methods for the determination ascorbic acid of Robertson and Stotz and Highet West, as used in this study, are described. Experiments are presented to study the most convenient solution for the extraction of the samples and the interference of reducing matter other than vitamin C. It was found that ascorbic acid values found in bananas are low if oxalic acid is used while metaphosphoric acid gave satisfactory results.

The results of about 500 determinations of vitamin C in 83 different samples of tropical fruits are presented together with the corresponding data of other authors and the weights of the edible portions of the fruits. Moreover, data are presented which show the loss of vitamin C in overripe fruits and the values of ascorbic acid in imported fruits.

The results are discussed shortly

ZUSAMMENFASSUNG

Es werden Modifikationen der Methoden von Robertson und Stotz und Highet und West für die Bestimmung der Ascorbinsäure beschrieben. In einigen Versuchen werden die geeignetsten Extraktionsmittel bestimmt und der Einfluss von reduzierenden Substanzen, die nicht Ascorbinsäure sind, untersucht. Es wird gezeigt, dass, z. B. in Bananen mit Oxalsäure als Extraktionsmittel keine sicheren Resultate zu erzielen sind, während Metaphosphorsäure sichere Ergebnisse liefert.

Es wurden etwa 500 Einzelbestimmungen von Vitamin C in 83 verschiedenen tropischen Früchten angestellt und die Ergebnisse mit denen anderer Forscher verglichen. Ausserdem wurden die Gewichte der essbaren Anteile der Früchte bestimmt.

In gesonderten Untersuchungen wurden die Verluste an Vitamin C in überreifen Früchten und die Ascorbinsäure in importierten Früchten bestimmt.

In einer kurzen Besprechung wird auf einige Schlüsse der erhaltenen Ergebnisse für die bessere Versorgung der Venezolanischen Bevölkerung mit Vitamin C hingewiesen.

BIBLIOGRAFIA

- (1) W. Rudolph. Vitamin C und Ernährung. Edición Enke, Leipzig, 1939.
- (2) Recommended Dietary Allowances. Food and Nutrition Board. National Research Council, U. S. A., 1945.
- (3) F. de Venanzi. An. Inst. Med. Exp. Caracas, 3, 106 (1945-46).
- (4) Chemical Methods for the Estimation of Ascorbic Acid, en "Biological Symposia", vol. 12, por E. J. Dann y G. H. Satterfield, Lancaster, Pa., 1947.
- (5) J. H. Roe y M. J. Oesterling. J. Biol. Chem., 152, 511 (1944).
- (6) D. M. Highet y E. S. West. J. Biol. Chem. 146, 655 (1942).
- (7) V. M. Márquez. Bol. San. Asist. Soc. (Caracas) 3, 1.801 (1938).