

Estudio comparativo del contenido de ácido cítrico y vitamina C en el jugo de algunas variedades de Citrus de uso popular *

por

Julio E. Van Der Laat S.

(Recibido para su publicación el 30 de junio de 1954)

INTRODUCCION

El presente estudio tiene por objeto determinar y comparar el contenido de ácido cítrico y ácido ascórbico en las frutas cítricas de uso más corriente en la región de San José. Aunque VIVES (9) estudió detalladamente el "limón agrio" de Costa Rica, no investigó su contenido de vitamina C y el estudio de BALTOIANO (2) se refiere únicamente al "limón dulce" de Costa Rica. El creciente consumo de frutas cítricas en los años recientes, y el desarrollo del cultivo de las mismas en el país, indican la conveniencia de efectuar esta investigación, que se adiciona a la serie de estudios bromatológicos llevados a cabo en esta escuela.

MATERIAL

Para la realización de este trabajo se escogió las diez variedades que parecieron de mayor consumo y más conocidas por nuestro pueblo; sus nombres populares más corrientes son:

- 1) Naranja dulce criolla
- 2) Naranja malagueña
- 3) Naranja Washington de ombligo
- 4) Naranja agria criolla
- 5) Mandarina agria
- 6) Limón agrio criollo
- 7) Mandarina criolla
- 8) Lima agria
- 9) Limón dulce
- 10) Grape fruit blanca.

* Trabajo efectuado en la Escuela de Farmacia, Universidad de Costa Rica.

Todas las frutas con que se llevó a cabo este estudio fueron obtenidas en la Provincia de Alajuela, de la región de San Josecito, a una altura de unos 800 m sobre el nivel del mar y en la estación lluviosa. El contenido de ambos constituyentes estudiados puede variar según la estación, la región y el terreno; por lo tanto, los valores obtenidos no deben tomarse como definitivos, sino más bien como una base para estudios posteriores sobre todas las frutas del país.

A continuación se describe detalladamente cada una de las variedades estudiadas.

MUESTRA N° 1

NARANJA DULCE CRIOLLA

Citrus sinensis (L.) Osbeck.

Nuestra naranja dulce criolla es el resultado de un sinnúmero de cruces naturales de diferentes variedades de naranjas del Mediterráneo importadas por los españoles (fig. 1).

Son árboles grandes, con retoños muy espinosos, que dan gran cantidad de frutas generalmente de tamaño mediano. Las frutas maduras son de un color amarillo brillante o amarillo rojizo fuerte. Producen bastante jugo y actualmente se consumen en gran cantidad.

MUESTRA N° 2

NARANJA MALAGUEÑA

Citrus sinensis (L.) Osbeck. Variedad Malagueña.

Su determinación botánica es bastante difícil, por ser el producto de un indeterminado número de cruces. Sin embargo, sus caracteres ya se han fijado y se pueden reproducir exactamente.

Son árboles muy parecidos a los naranjos criollos, pero las frutas, generalmente de color amarillo pálido o verdoso, son de un sabor dulce, más bien insípido, tanto que a muchísimas personas les repugna.

La fruta es preferida especialmente por los niños, que la consumen de preferencia en jugo (fig. 2).

MUESTRA N° 3

NARANJA WASHINGTON DE OMBLIGO

Citrus sinensis (L.) Osbeck. Variedad Washington de ombligo — Washington Navel — Riverside Navel — Naranja de Ombligo — Naranja de Bahía.

Existen en Costa Rica seis variedades de esta naranja que tienen semillas y una variedad que no las tiene, que fué la que se usó para las valoraciones.

Arbol no muy alto, generalmente con escasa cosecha. Naranjas grandes, de buena apariencia y sabor, con un "ombligo" formado por duplicación del verticilo carpelar; con regular cantidad de jugo (fig. 3).

MUESTRA N° 4

NARANJA AGRIA CRIOLLA

Citrus aurantium L.

Hay algunas variedades de naranja agria criolla, pero la más corriente es la "seca", que se usó en este estudio.

Arbol parecido a los anteriores; las frutas más pequeñas, bastante escasas de jugo. Se usa mucho para hacer refrescos. Otro uso bastante importante de esta planta es como "patrón" para injertos de otros *Citrus*, debido a que, por tener un pivote profundo, resiste la sequía con facilidad (fig. 4).

MUESTRA N° 5

MANDARINA AGRIA

Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle variedad Rangpur — Naranja Mandarina — Limón Mandarina — Limón Real.

Arbol grande, espinoso, con gran cantidad de frutas que, cuando maduran, adquieren un bonito color amarillo rojizo; fáciles de pelar (de donde les viene el nombre popular de Mandarina) y de sabor ácido. Muy usadas en la preparación de refrescos y como sustituto del Limón Agrio en la confección y presentación de bebidas alcohólicas (fig. 5).

MUESTRA N° 6

LIMON AGRIO CRIOLLO

Citrus aurantifolia (Christm.) Swingle.

Citrus acida — *Limonica aurantifolia* Christmann — *Citrus Limetta* auct. non Risso — Lima (var. mexicana) Hume.

Limón agrio criollo variedad lisa. Es una limilla. Se cree que sea el producto de una mezcla de un kumquat con otros limones, de donde adquirió el nombre de Lima-quat. Es muy popular en América Latina. En Costa Rica goza de gran prestigio, y se usa en grandes cantidades; pero debido a su época de cosecha muy marcada, escasea en varios meses del año. El árbol es generalmente pequeño, muy espinoso, y produce abundante cosecha.

Según la región, la fruta varía ligeramente de forma, siendo más larga, más redonda, más grande, etc. Por lo general las frutas son algo alargadas, de color amarillo verdoso claro, con cáscara fina y difícil de pelar (fig. 6).

MUESTRA N° 7

MANDARINA CRIOLLA

Citrus nobilis Lour

Citrus deliciosa. (Ten.) Swingle. STANLEY (8) la anota en la Flora of Costa Rica como *Citrus nobilis* Lour. var. *deliciosa* (Ten.) Swingle.

Fué traída a Costa Rica de Europa y de Norte América, habiendo desarrollado caracteres propios, por lo que no aparece en ningún catálogo. El árbol es

muy susceptible a las enfermedades, adquiriendo una especie de cáncer que causa estragos en las plantaciones. Es árbol grande, de hojas menudas, generalmente de mucha cosecha, dependiendo de la cantidad el tamaño de las frutas. Estas son con frecuencia más anchas que largas, de color amarillo rojizo encendido, y muy fácilmente pelables.

Son muy aromáticas y corrientemente comunican su olor al que las come, no desapareciendo sino al cabo de algún tiempo (fig. 7).

MUESTRA N° 8

LIMA AGRIA

Citrus limonia Osbeck. Variedad rugosa — Florida Rough — Limón rugoso — Limón real.

Este árbol fué importado de Norte América especialmente para sembrarlo en terrenos de aluvión por sus raíces horizontales y poco profundas. Tiene la ventaja de dar fruta todo el año. También se usa bastante como patrón de injertos.

El árbol es grande, espinoso, con gran cantidad de fruta de color amarillo claro cuando maduran, fáciles de pelar y con mucho jugo de sabor bastante ácido. Todavía no se consume mucho en el país (fig. 8).

MUESTRA N° 9

LIMON DULCE

Citrus limetta Risso.

Su identificación botánica se presta a las mayores confusiones. Antes se separaban en dos grupos: las limas y los bergamotos, incorporándose estos últimos como una variedad de *Citrus bergamium*. El Diccionario de Agricultura Salvat, 2ª Edición, p. 485 (6), lo clasifica como *Citrus lumia* Risso y también como *C. limonium-dulcis* Nouv. Duham., pareciendo ser esta última la más aceptada actualmente. Se supone que es un híbrido entre *Citrus medica* y *C. aurantium*. Posiblemente vino a Cosa Rica importado de Europa, aunque algunos sostienen que una variedad vino del Brasil.

El árbol no es muy alto. La cosecha no es muy abundante; las frutas son de regular tamaño, amarillo claro, con mucho jugo poco ácido que toma un sabor amargo casi inmediatamente cuando se expone al aire (fig. 9).

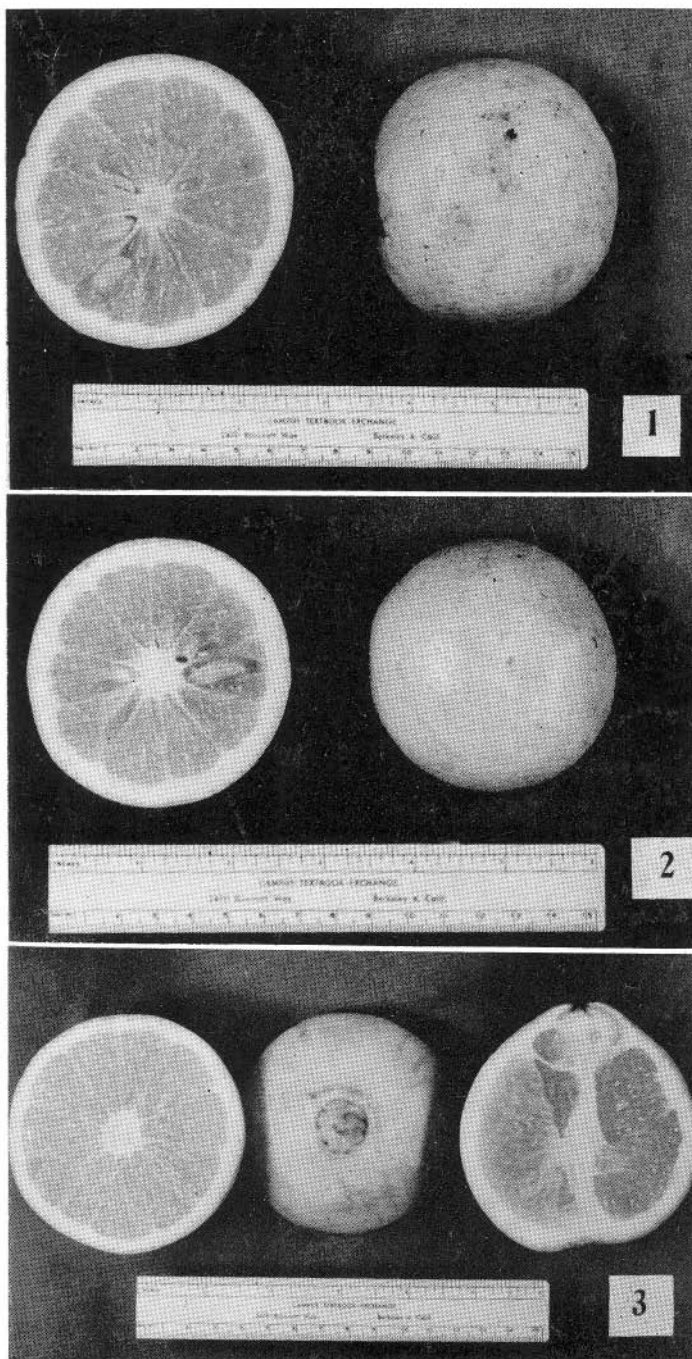
MUESTRA N° 10

GRAPE FRUIT BLANCA

Citrus grandis (L.) Osbeck.

Citrus maxima.

Hay en Costa Rica algunas variedades que se diferencian en el color de la pulpa (blanca, con cáscara verdosa pálida, o rosada, con cáscara amarillenta),



Figs. 1 a 3: Variedades de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck

Fig. 1: Naranja dulce criolla.

Fig. 2: Naranja malagueña.

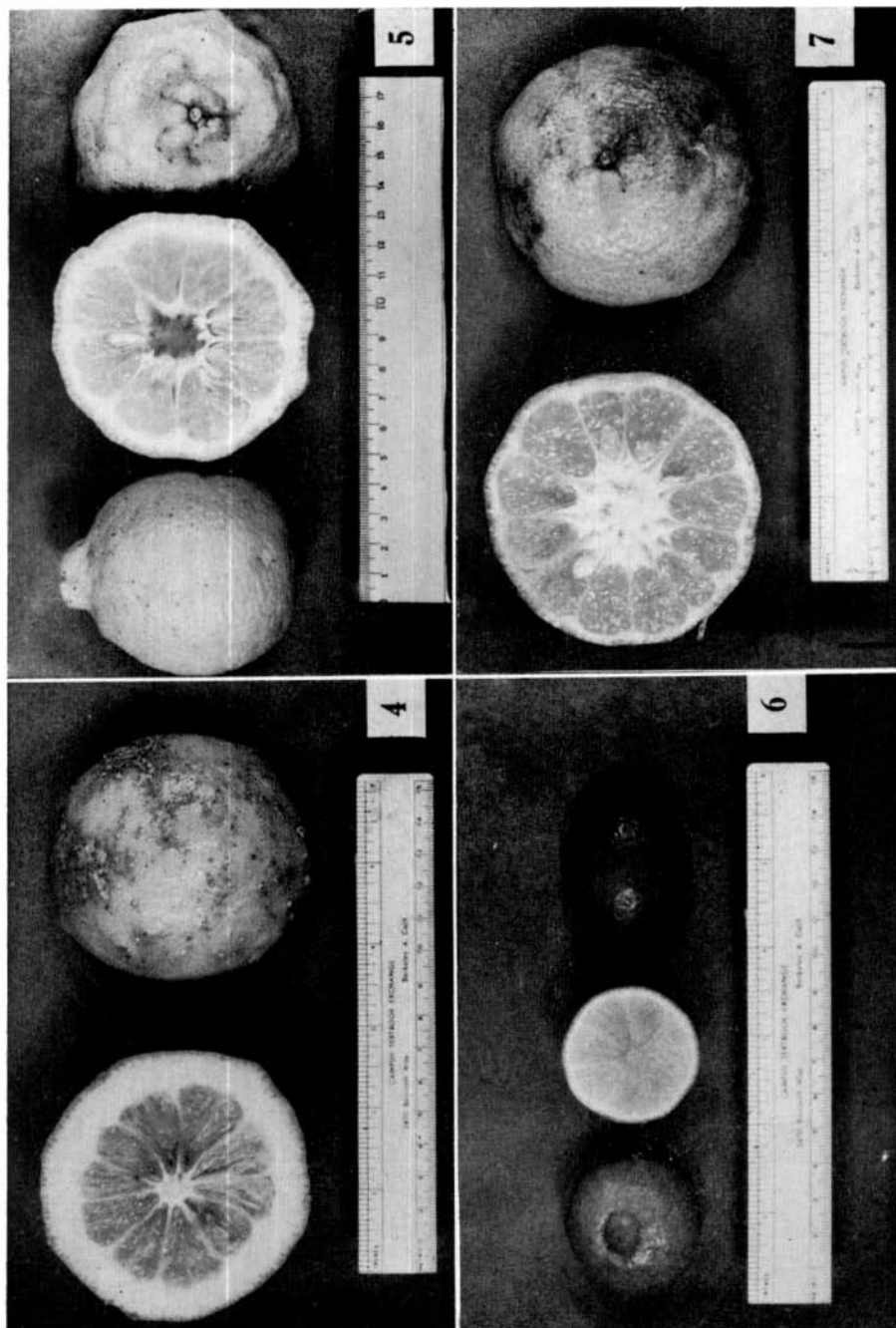
Fig. 3: Naranja Washington de ombligo.

Fig. 4: Naranja agria criolla. *Citrus aurantium* L.

Fig. 5: Mandarina agria. *Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle. Variedad Rangpur.

Fig. 6: Limón agrio criollo. *Citrus aurantiifolia* (Christm.) Swingle

Fig. 7: Mandarina criolla. *Citrus nobilis* Lour.



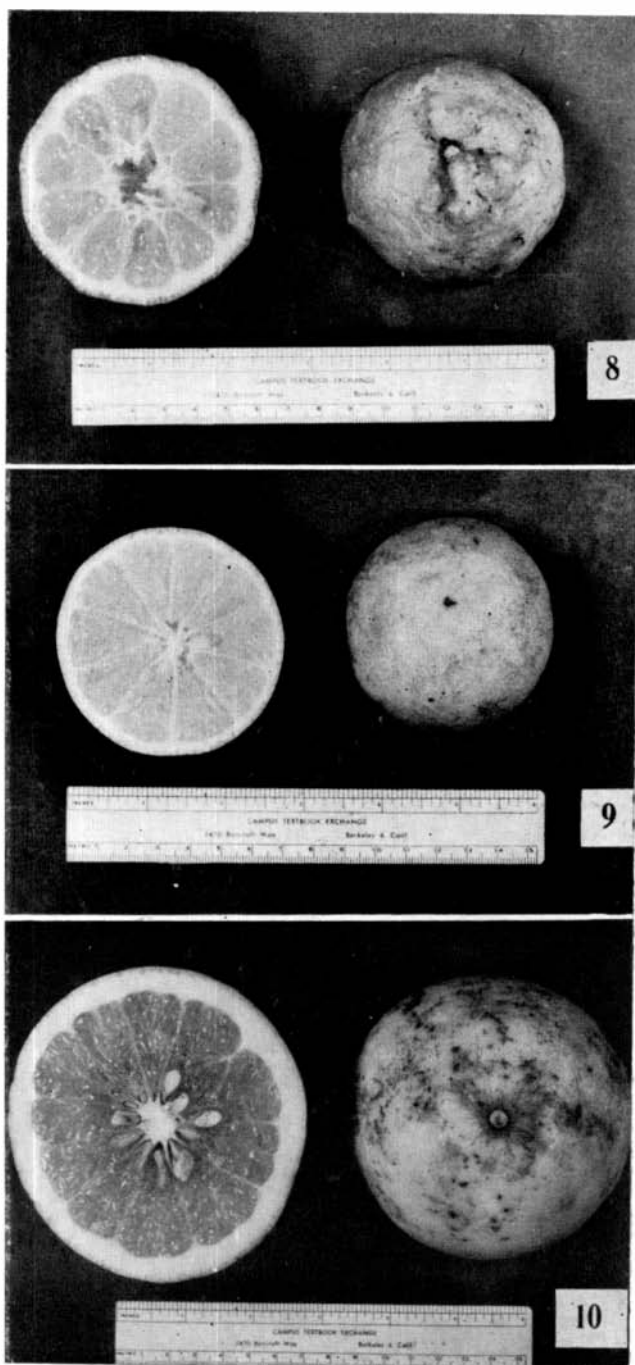


Fig. 8: Lima agría. *Citrus limonia* Osbeck. Variedad rugosa.

Fig. 9: Limón dulce. *Citrus limetta* Rissol.

Fig. 10: Grape fruit blanca. *Citrus grandis*. (L.) Osbeck.

en la forma, y en tener, o no, semillas. Para este trabajo se usó la variedad blanca con semillas, por ser una de las más populares y preferida en el consumo de su jugo.

No es sino en los últimos años que el pueblo, especialmente la gente que vive en la ciudad, ha empezado a consumir esta fruta, prácticamente desconocida aquí antes de la última guerra mundial.

El árbol es de regular tamaño, y da la impresión de producir gran cosecha debido al tamaño de las frutas.

Estas son de un color amarillo verdoso muy pálido y contienen mucho jugo de un sabor amargo característico (fig. 10).

INVESTIGACION DEL CONTENIDO DE ACIDO CITRICO

METODO

Se siguió el llamado Método de Pratt, según lo indican LEACH y WINTON (5). Consiste en una determinación gravimétrica indirecta, en la que el ácido cítrico sufre una serie de transformaciones.

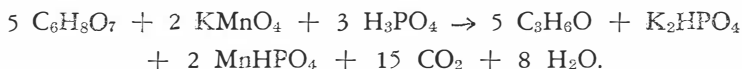
Primero se separa, tratándolo con acetato de bario para precipitarlo como citrato de bario, según la ecuación:



Luego se disuelve el citrato de bario con ácido fosfórico siruposo, formándose de nuevo el ácido cítrico, así:



A este ácido cítrico en solución se le agrega agua hirviendo acidulada con ácido fosfórico y se calienta, añadiéndole cuando hierve solución de permanganato de potasio hasta aparición del color rosado típico, transformándose por oxidación, el ácido cítrico en acetona, según la ecuación:



La acetona se destila luego sobre una solución de sulfato mercurico, que se reduce a mercurioso precipitando, así:



Este sulfato mercurioso es el que se pesa, y el peso se multiplica por un factor que se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{FG} = \frac{\text{B}}{\text{E}} = \frac{\text{Acido Cítrico}}{2 \text{ Sulfato mercurioso}} = \frac{210.14}{994.56} = 0.211$$

El método usa el factor 0.22, sin duda como factor experimental, y así se tomó para los cálculos. Se debe hacer notar que, para el cálculo anterior, se tomó el peso molecular del ácido cítrico hidratado con una molécula de agua de cristalización.

FACTOR DE CORRECCION

Se llevó a cabo el ensayo con una solución conocida de ácido cítrico, previamente valorado como lo indica la F.E.U.XII, con los siguientes resultados:

Número de valoraciones	8
Peso tomado de ácido cítrico	2.0417 gms
Resultado máximo	1.2355
Resultado mínimo	1.1528
Resultado promedio	1.1990
Error promedio	0.8427
Porcentaje de error	41.27%
FACTOR DE CORRECCION	70.28 gms %

Es decir que por cada 100 gms de ácido cítrico obtenidos por la valoración hubo necesidad de agregar 70.28 gms para obtener el valor real. En mi opinión, el defecto del método, que da como consecuencia la aparición de ese error, consiste en que parte de la acetona destilada se escapa y no reacciona con el sulfato mercuríco, por lo que se pesa menor cantidad de sulfato mercurioso precipitado. Sin embargo, no deja de ser curioso que el error sea constante en todas las valoraciones.

RESULTADOS

El cuadro I que aparece a continuación muestra los resultados obtenidos. Se ha ordenado la lista en orden descendiente de su contenido de ácido cítrico.

CUADRO I

Presencia de ácido cítrico en los cítricos de Costa Rica

Nº de Orden	NOMBRE POPULAR	Nº de Pruebas	ACIDO CITRICO EN EL JUGO Gramos / 100 gramos		
			Máximo	Mínimo	Promedio
1	Limón agrio criollo	3	5.21	4.95	5.09
2	Lima agria	4	4.68	4.63	4.67
3	Mandarina agria	4	4.48	4.39	4.43
4	Naranja agria criolla	3	2.64	2.50	2.57
5	Grape fruit blanca	3	1.41	1.35	1.40
6	Mandarina criolla... ..	3	0.58	0.51	0.54
7	Naranja dulce criolla	3	0.41	0.36	0.37
8	Naranja Washington de ombligo	3	0.26	0.20	0.24
9	Naranja malagueña	2	0.005	0.005	0.005
10	Limón dulce	2	0.002	0.002	0.002

INVESTIGACION DEL CONTENIDO DE ACIDO ASCORBICO (VITAMINA C)

METODO

Para la determinación del ácido ascórbico se siguió el método indicado por la Farmacopea de los Estados Unidos (5). Para la valoración del reactivo se usó una solución tipo de ácido ascórbico, valorada por el método indicado en la página 18 del mismo libro. Además se adoptaron las variaciones que, para valoraciones de jugos de frutas cítricas, indica el "Official and Tentative Methods of Analysis of the Association of Official and Agricultural Chemists" (9).

El método consiste esencialmente en la valoración de la solución de 2-6 diclorofenol-indofenol con ácido ascórbico tipo, previamente valorado con solución decinormal de iodo.

Para la valoración del reactivo y las de los jugos, el ácido ascórbico se extrae con una solución de ácido metafosfórico y ácido acético glacial. La solución de 2-6 diclorofenol-indofenol es azul en medio básico y rosada en medio ácido; por lo tanto, se agrega a la solución de vitamina C o de jugo suficiente cantidad del reactivo, hasta que aparezca un débil color rosado, que marca el final de la valoración. Este es el método más usado hoy día, debido a su gran exactitud y facilidad de aplicación.

RESULTADOS

En igual forma que con el ácido cítrico, se presenta a continuación los resultados obtenidos, colocados en orden descendiente de contenido de ácido ascórbico (cuadro II).

CUADRO II

Presencia de ácido ascórbico en los cítricos de Costa Rica

Nº de orden	NOMBRE POPULAR	Nº de pruebas	Acido ascórbico en el jugo mgs/ 100 cc. Promedio
1	Naranja dulce criolla	3	49.24
2	Naranja malagueña... ..	3	48.44
3	Limón dulce	3	46.98
4	Naranja Washington de ombligo	3	37.80
5	Grape fruit blanca	3	33.48
6	Naranja agria criolla	3	32.56
7	Lima agria	3	30.68
8	Limón agrio criollo	3	21.54
9	Mandarina agria	3	12.16
10	Mandarina criolla	3	8.10

DISCUSION

En el cuadro III se compara las cifras obtenidas para ambos ácidos en las frutas estudiadas, colocadas en orden decreciente de contenido de ácido ascórbico.

Se observa en esa tabla que existe casi una razón inversa entre ambos, es decir, que según los resultados obtenidos, las frutas más ácidas son las que contienen menor cantidad de vitamina C — destacándose la mandarina criolla por su escaso contenido de ambas sustancias. Esta observación contradice, hasta cierto punto, la creencia muy generalizada de que el ácido ascórbico está en razón directa con la cantidad de ácido cítrico en el jugo. No deja de ser curioso también que, aun con esa fuerte corriente a favor de las frutas ácidas, nuestro campesino prefiera el limón dulce desde hace mucho tiempo como "medicinal" al limón agrio. Este trabajo viene a demostrar que algún fundamento había para tal opinión.

QUINTANA (9) encontró la misma posición relativa en cuanto a contenido de ácido ascórbico, en algunas frutas cítricas de Guatemala.

Desde el punto de vista dietético, se nota que con un vaso (de 200 cc. o poco más) de jugo de cualquiera de las primeras cinco variedades según el ordenamiento de la tabla, se satisface la dosis diaria de ácido ascórbico recomendada por el Committee on Foods and Nutrition, National Research Council (E.U.A.) Véase HARROW, 1950 (6) asumiendo que el jugo fuera la única fuente de vitamina C en la dieta; se necesitarían cantidades algo mayores de las tres variedades siguientes, resultando la mandarina agria y la mandarina criolla bastante inferiores a las demás en este sentido.

CUADRO III

Promedios comparados de contenido de ácido cítrico y ácido ascórbico en el jugo de frutas cítricas

NOMBRE POPULAR	Acido Ascórbico en el jugo, en mgs/100 cc.	Acido Cítrico en el jugo, en mgs/100 cc.	Número de Orden Acido Ascórbico	Número de Orden Acido Cítrico
Naranja dulce criolla	49.24	0.37	1	7
Naranja Malagueña	48.44	0.005	2	9
Limón dulce	46.98	0.002	3	10
Naranja Washington de ombligo	37.80	0.24	4	8
Grape fruit blanca	33.48	1.40	5	5
Naranja agria criolla	32.56	2.57	6	4
Lima agria	30.68	4.67	7	2
Limón agrio criollo	21.54	5.09	8	1
Mandarina agria	12.16	4.43	9	3
Mandarina criolla	8.10	0.54	10	6

RECONOCIMIENTO

El autor hace constar su profundo agradecimiento a los señores profesores G. González, E. Rodríguez, M. Quirós C. (de grata memoria), J. M. Arias y J. M. Orozco, sin cuya valiosa y desinteresada cooperación hubiera sido imposible la ejecución de este trabajo.

RESUMEN

Se determinó el contenido del ácido cítrico y ácido ascórbico del jugo de las diez variedades de frutas cítricas más corrientes de Costa Rica. Comparando los resultados para ambas sustancias, se ve que el contenido de ácido ascórbico no está en razón directa con el de ácido cítrico, sino que las naranjas de menor contenido de éste tienen las mayores proporciones de aquél, mientras que los limones y variedades más ácidas contienen menos ácido ascórbico. La mandarina criolla resultó muy pobre en ambos ácidos.

SUMMARY

The citric acid and ascorbic acid contents were measured in the ten most common citrus fruit varieties of Costa Rica.

Comparison of results for both substances shows that the greatest amounts of ascorbic acid are found in oranges with low citric acid content, while the high citric acid varieties of lemons and oranges contain much less ascorbic acid.

The local variety of tangerine is quite poor in both acids.

RÉSUMÉ

La quantité d'acide citrique et d'acide ascorbique a été mesurée dans les jus des dix fruits citriques les plus connues de Costa Rica. La comparaison des chiffres obtenues pour les deux acides montre que la quantité d'acide ascorbique n'est pas directement proportionnelle à celle d'acide citrique: le plus grand contenu d'acide ascorbique se trouve chez les oranges douces, autant que les variétés plus acides d'orange et les citrons contiennent beaucoup moins d'acide ascorbique.

Les mandarines créoles sont bien pauvres des deux acides étudiés.

RIASSUNTO

L'A. titola la quantità di acido ascorbico e di acido citrico contenuta nel sugo degli agrumi (10 varietà) di Costa Rica. Si comparano i risultati dei due acidi e si constata che l'acido ascorbico é presente in maggiore misura nelle varietà che contengono meno acido citrico, mentre i limoni e le varietà più acide d'arancie contengono minor quantità di acido ascorbico. I "mandarini" creoli sono assai poveri di entrambi gli acidi.

ZUSAMMENFASSUNG

Den Inhalt an Zitronen- und Ascorbinsäure hat der Verfasser bei zehn der verbreitetsten Arten von Zitrus-Früchten in Costa Rica bestimmt. Die erhaltenen Säuremengen vergleichend, ergibt sich, dass bei grösserer Konzentration an Ascorbinsäure, ein geringer Inhalt von Zitronensäure besteht und umgekehrt wo mehr Zitronensäure gefunden wurde, weniger Ascorbinsäure vorhanden ist. Die einheimische Abart der Mandarine enthält sehr wenig an beiden Säuren.

BIBLIOGRAFIA

1. A.O.A.C.
1945. *Official and tentative methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists*. 6ª Ed. XII + 932 pp. Washington, D.C.
 2. BALTODANO, BELÉN.
1943. *El limón dulce en Costa Rica*. Tesis. Farmacia, Universidad de Costa Rica
 3. FARMACOPEA DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.
1944. XII Revisión CIII + 983 pp. Trad. Oficina Sanitaria Panamericana. University Society, N.Y.
 4. HARROW, B.
1950. *Tratado de bioquímica*. Trad. de la IIª Ed. en inglés por J. Giral. XVIII + 732 pp. Atlante, México.
 5. LEACH, A. y A. WINTON.
1941. *Food inspection and analysis*. 4ª Ed. XIX + 1090 pp. J. Wiley & Sons, N.Y.
 6. MATONS, A.
1939. *Diccionario de agricultura, zootecnia y veterinaria*. 2ª Ed. 3 vols. VIII + 1039 pp.; VI + 858 pp.; VI + 1026 pp. Salvat, Barcelona.
- QUINTANA, C.E.
1947. *Determinación del ácido ascórbico en frutos y leches de vaca en Guatemala*. Tesis 21 pp. Ciencias Naturales y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
8. STANLEY, P.
1937. *Flora of Costa Rica*. 4 vols. 1616 pp. Field Mus. Pub. Bot. 18. Chicago, Ill.
 9. VIVES, L.
1942. *El limón agrio en Costa Rica*. Tesis 57 pp. Farmacia, Universidad de Costa Rica.