

Universidad de San Carlos de Guatemala

Dirección General de Investigación

Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición

INFORME FINAL

Estudio químico y funcional de carotenoides en alimentos nativos (maíz, tomate, zanahoria, chile pimiento y brócoli) para impulsar en la población del municipio de Jalapa su aprovechamiento y adecuado consumo.

Equipo de investigación:

**Ana Guisela Barrientos Godoy
Enma Yolanda Turcios de Marroquín
Emérita de Jesús Ortiz Lima
Dinora Marleny Moya de Robles**

**Coordinadora
Investigadora
Investigadora
Investigadora**

**Noviembre 2,015
Centro Universitario de Suroriente, Jalapa**

INDICE

TÍTULO	01
RESÚMEN	01
PALABRAS CLAVE	01
ABSTRACT	02
I. INTRODUCCIÓN	02
II. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE	03
II.1 Carotenoides	03
II.2 Extracción y aislamiento de carotenoides	05
II.3 Ensayos de reconocimiento	06
II.4 Hallazgos recientes	07
III. MATERIALES Y MÉTODOS	08
IV. RESULTADOS	10
V. MATRIZ DE RESULTADOS	14
VI. IMPACTO ESPERADO	15
VII. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	15
VIII. CONCLUSIONES	17
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17
X. APÉNDICE	18

TITULO

ESTUDIO QUÍMICO Y FUNCIONAL DE CAROTENOIDES EN ALIMENTOS NATIVOS (MAIZ, TOMATE, ZANAHORIA, CHILE PIMIENTO Y BRÓCOLI) PARA IMPULSAR EN LA POBLACIÓN DEL MUNICIPIO DE JALAPA SU APROVECHAMIENTO Y ADECUADO CONSUMO.

RESUMEN

Recientemente se han realizado muchas investigaciones sobre los carotenoides y se han encontrado datos relevantes nutricionales vinculados a la prevención de enfermedades en el ser humano, motivo suficiente para realizar este estudio acerca de los alimentos que se incluyen habitualmente en la dieta de la población jalapaneca siendo estos: maíz, tomate, zanahoria, chile pimiento y Brócoli, pues los carotenoides hasta la fecha son considerados como pigmentos que dan colores atractivos a los alimentos principalmente de origen vegetal; pero sabiendo que se han descubierto otras propiedades como antioxidantes y como aumento del sistema inmune y la disminución del riesgo de enfermedades degenerativas tales como el cáncer, enfermedad cardiovascular, degeneración macular relacionada a la edad entre otras, se consideró de importancia realizar un estudio donde se determinara química y funcionalmente su contenido en estos alimentos, para impulsar su consumo apropiado y aprovechar al máximo su potencial.

PALABRAS CLAVE

Carotenoides | vegetales | químico | funcional | impulsar | aprovechamiento | Jalapa.

Abstract

Recently there have been many research on carotenoids and found relevant nutritional data linked to the prevention of diseases in humans, sufficient for this study about foods that are usually included in the diet of the population jalapaneca reason being these corn, tomato, carrot, bell peppers and broccoli, as far carotenoids are considered attractive color pigments that give food mainly of vegetable origin; but knowing that they have discovered other properties as antioxidants and increase the immune system and reducing the risk of degenerative diseases such as cancer, cardiovascular disease, macular degeneration related to age among others, are considered important to conduct a study where chemically and functionally determine its content in these foods to boost their proper consumption and maximize their potential.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad las diferentes circunstancias personales son complicadas respecto al consumo de alimentos saludables por lo que ha ido en aumento el número de personas con enfermedades causadas por el poco consumo de estos. Y tomando en cuenta que en los últimos años se han estado investigando a profundidad los carotenoides y se han relacionado con un aumento del sistema inmune y la disminución del riesgo de enfermedades degenerativas tales como el cáncer, enfermedad cardiovascular, degeneración macular relacionada a la edad entre otras, se consideró de importancia realizar un estudio donde se determinara química y funcionalmente el contenido de carotenoides en 5 alimentos de consumo diario como son el brócoli, chile pimiento, maíz, tomate y zanahoria para luego evaluar la forma en que son incluidos en la dieta diaria de la población jalapaneca e impulsar su máximo aprovechamiento y colaborar de alguna manera con la salud y bienestar socioeconómico de las familias en general.

En este estudio se determinó el contenido de carotenoides en maíz amarillo, tomate, chile pimiento, zanahoria y brócoli cultivados en Jalapa, encontrando relevante la presencia de α Caroteno, β Caroteno, β Criptoxanteno, Luteína o zeaxantina y Licopeno, así mismo se encontró que el cultivo orgánico o inorgánico no produce cambio significativo en su contenido por lo que se considera que en Jalapa el contenido de carotenoides en los alimentos es óptimo y debe incluirse en la dieta diaria de la población de una forma apropiada para su mayor aprovechamiento, se logró constatar también que el 78% de la población en estudio desconocía la forma apropiada de consumir alimentos con carotenoides, esperando con esta investigación contribuir de alguna manera al aprovechamiento máximo de estos pigmentos contenidos en alimentos cultivados en Jalapa y que pueda mejorar la salud en general. Aceptando así la hipótesis planteada que el contenido de carotenoides en maíz, tomate, chile pimiento y brócoli contienen carotenoides de funcionalidad relevante.

II. MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE

II.1 Carotenoides

Los pigmentos carotenoides son compuestos responsables de la coloración de gran número de alimentos vegetales y animales, como zanahorias, zumo de naranja, tomates, salmón y yema de huevo. Desde hace muchos años, se sabe que algunos de estos compuestos, como a y b-caroteno, así como la b-criptoxantina, son provitaminas A. No obstante, estudios recientes han puesto de manifiesto las propiedades antioxidantes de estos pigmentos, así como su eficacia en la prevención de ciertas enfermedades del ser humano, como la aterosclerosis o incluso el cáncer. Todo ello ha hecho que desde un punto de vista nutricional, el interés por estos pigmentos se haya incrementado notoriamente (Meléndez, 2012).

En un interesante ensayo en el que participaron voluntarios de cinco países, se ha puesto de manifiesto que la suplementación con carotenoides no implica un aumento de la resistencia de las lipoproteínas de baja densidad frente a la oxidación; no obstante, los resultados de dicho ensayo demostraron que el consumo de frutas y verduras ricas en carotenoides sí implicaba un aumento de resistencia frente a los procesos oxidativos. De igual forma se observó que el incremento de los niveles plasmáticos de carotenoides estaba asociado con un menor daño del ADN y una mayor actividad reparadora. De forma previa, se había sugerido que el enriquecimiento de lipoproteínas de baja densidad con b -caroteno y licopeno mejora la defensa frente al oxígeno singlete. Este enriquecimiento de las proteínas de baja densidad se consiguió sometiendo a voluntarios sanos a suplementación con zumo de tomate. En otro estudio reciente, se ha llegado a la conclusión de que tanto los carotenoides del pimentón como el b -caroteno inhiben la peroxidación lipídica in vivo. Todo esto ha llevado a que se investigue el papel de estos compuestos en la prevención de enfermedades degenerativas como aterosclerosis, cáncer, envejecimiento, cataratas, degeneración macular relacionada con la edad, etc. El papel protector para las células humanas frente a la radiación ultravioleta de diversos antioxidantes como b -caroteno, a-tocoferol y ácido ascórbico ha sido evaluado, llegándose a la conclusión de que el primero es el más eficiente, probablemente debido a su localización en la membrana celular. Luteína y zeaxantina, dos de los carotenoides mayoritarios en el suero humano, se localizan en cantidades apreciables en la retina, protegiéndola debido a sus propiedades antioxidantes. En cuanto al licopeno, se ha

demostrado in vivo que una dieta rica en tomate mantenida durante dos semanas protege a los linfocitos frente al radical dióxido de nitrógeno y al oxígeno singlete. De forma previa se comprobó que era más efectivo que el β -caroteno en la protección celular frente al radical dióxido de nitrógeno. El papel del β -caroteno en la prevención de enfermedades coronarias ha sido objeto de una serie de estudios que proporcionan unos datos a veces contradictorios, por lo que se postula que dicha prevención se debe más al consumo de alimentos ricos en β -caroteno que a dicho pigmento en particular. Por lo que respecta al efecto en el estatus antioxidante de fumadores, se ha comprobado que la suplementación con una combinación de β -caroteno y vitaminas C y E aumenta los niveles plasmáticos de antioxidantes y la actividad de enzimas antioxidantes en fumadores varones con hiperlicemia (Meléndez, 2004)

Distribución de carotenoides en los alimentos

Los pigmentos carotenoides están ampliamente distribuidos entre los seres vivos. Es en los vegetales donde se encuentran en mayor concentración y variedad, aunque también se encuentran en bacterias, algas y hongos, así como en animales, si bien éstos no pueden sintetizarlos. Se estima que en la naturaleza se producen anualmente más de 100.000.000 de toneladas de carotenoides. La mayor parte de esta cantidad se encuentra en forma de fucoxantina (en diversas algas) y en los tres principales carotenoides de las hojas verdes: luteína, violaxantina y neoxantina. En algunas especies, como *Lactuca sativa*, la lactucaxantina es un pigmento mayoritario (Vicario, 2004)

Los carotenoides se encuentran ampliamente distribuidos en el reino vegetal, en bacterias, y muy pocos se han reportado en animales (por ejemplo los colores rojizos de las plumas del flamenco son debidos a la cantaxantina, un carotenoide), y particularmente invertebrados marinos como las esponjas, estrellas de mar, pepinos de mar, erizos de mar, y otros. En los animales superiores el β -caroteno es un requerimiento dietario esencial pues es precursor de la vitamina A. Se conocen más de 600 carotenoides, y se les encuentra en forma libre, como ésteres de ácidos grasos o como glicósidos. Sin embargo los glicósidos carotenoides son muy raros, un ejemplo de estos últimos es la crocina.

Los carotenoides se encuentran principalmente en partes aéreas de las plantas, especialmente en hojas, tallos y flores, en frutos (por ejemplo tomate, pimentón, etc.), y en menor proporción en raíces (por ejemplo la zanahoria) (Martínez, 2003).

El caroteno más comúnmente encontrado es el b-caroteno, y normalmente constituye entre el 25-30 % del contenido total de carotenoides en las plantas. La luteína es la xantofila más abundante (40-45 %), pero siempre se encuentra en menor proporción que el b-caroteno¹. Los carotenoides junto con los flavonoides y las clorofilas, son los pigmentos vegetales más distribuidos. En especial existen carotenoides que confieren coloraciones amarilla, naranja, roja y violeta a tejidos vegetales y algunos órganos animales. Los flavonoides confieren también coloraciones similares, inclusive coloración azul a muchas flores y frutos, mientras que las clorofilas se reconocen fácilmente por su coloración verde. Existen también vegetales tan conocidos como la remolacha *Beta vulgaris*, que debe su color característico a pigmentos nitrogenados denominados betacianinas, menos distribuidos que los primeros (Martínez, 2003)

Importancia de los carotenoides en la dieta diaria

(Alonso, 2011) escribió que las dietas ricas en hortalizas y frutas se han asociado con un menor riesgo de padecer diversas enfermedades. Los carotenoides presentes en estos alimentos han sido considerados los responsables de estos efectos, ya que estudios epidemiológicos, in vitro, en animales de experimentación, etc., avalan la actividad biológica¹ con efectos beneficiosos² para el mantenimiento de la salud.

1 provitamina-A, antioxidante, comunicación intercelular.

2 cáncer de próstata, DMAE, protección de la piel.

II.2 Extracción y aislamiento de carotenoides

Según (Martínez, 2003) Los carotenoides debido a la alta conjugación de enlaces dobles presentes en sus moléculas se descomponen por efecto de la luz, la temperatura y el aire. La

luz favorece reacciones fotoquímicas que cambian la estructura original del carotenoide (por ejemplo isomerismo cis y trans) es un factor a considerar al momento de realizar su extracción. El calor también favorece reacciones térmicas de degradación. El aire debido al oxígeno favorece la oxigenación de los enlaces dobles a funciones epóxido, hidroxilos y peróxidos, entre otros. Por estas razones la extracción de carotenoides se debe preferiblemente realizar en condiciones de ausencia de luz, a temperatura ambiente o menor, y en ausencia de oxígeno (por ejemplo con una atmósfera artificial de nitrógeno). Además se debe realizar lo más rápido posible, y a partir de tejidos frescos, para evitar la degradación por la acción conjunta de estos factores adversos.

Debido a que los carotenoides en su mayoría son solubles en solventes apolares como éter etílico, benceno, cloroformo, acetona, acetato de etilo, entre otros; y a que se deben extraer de tejidos frescos, los cuales presentan un alto contenido de agua la cual dificulta una extracción eficiente, es conveniente eliminar dicho agua. Un procedimiento recomendable es deshidratar los tejidos con etanol o metanol a ebullición seguido de filtración. El tejido deshidratado se puede entonces extraer con un solvente apolar. Una alternativa a este proceso de deshidratación es la liofilización, la cual resulta ventajosa porque se realiza a baja temperatura y al vacío, eliminando la posibilidad de degradación por altas temperaturas y presencia de aire. Si en el extracto existen carotenoides esterificados, estos se pueden hidrolizar disolviendo el extracto en un volumen pequeño de KOH 60% alcohólico. Esta mezcla se deja en la oscuridad durante la noche, con atmósfera de nitrógeno, a temperatura ambiente y con agitación magnética, con lo cual los carotenoides son liberados. Si se desea un proceso más rápido, es aconsejable la ebullición durante 5-10 minutos.

II.3 Ensayos de reconocimiento

Los carotenoides como se anotó anteriormente, son en su mayoría pigmentos liposolubles de colores amarillo, naranja y rojo. Por lo cual se les puede reconocer fácilmente en los extractos vegetales con ayuda de la CCF. Al adicionarle ácido sulfúrico concentrado. A las manchas sobre la placa cromatográfica, o a una solución anhidra en un solvente como cloroformo o diclorometano; los carotenoides toman coloraciones azulosas. Debido a la presencia de varios enlaces dobles $C=C$ conjugados, reaccionan también con el reactivo de

Liebermann-Burchard, usado para el reconocimiento de esteroides y/o triterpenoides, por lo tanto debe tenerse en cuenta que los carotenoides son falsos positivos para esteroides y/o triterpenoides, sin embargo la presencia de los carotenoides en una muestra vegetal se reconoce por sus colores característicos (amarillo-naranja-rojo), mientras que la mayoría de esteroides y triterpenoides conocidos hasta hoy son incoloros (Martínez, 2003)

II.4 Hallazgos recientes

El huevo es un alimento funcional ya que posee tres importantes componentes fisiológicamente activos: los carotenoides, la colina y las sustancias antioxidantes. Los carotenoides de la yema de huevo se denominan Luteína y Zeaxantina. Éstos actuarían como funcionales ya que los estudios realizados indican que protegerían al ojo de la foto toxicidad ultravioleta. Su consumo se relaciona con la reducción del riesgo de sufrir cataratas y la enfermedad macular relacionada con la edad, esta última es causante de ceguera irreversible. Se ha demostrado, que la yema de huevo mejora la biodisponibilidad de estos carotenoides y se sabe que una unidad de yema de huevo provee entre 200 y 300 µg de estos nutrientes (American Society for Nutritional Sciences, J. Nutr. 2009, 134: 187-190).

Bajo la premisa de aprovechar esas zanahorias, un grupo de investigadores de la Universidad Nacional del Litoral (UNL) de Argentina y el Conicet se abocó al diseño de procesos que permitan agregarles valor. Por un lado, se proponen extraer los carotenos que le dan a la hortaliza su característico color naranja. Esta sustancia se utiliza como insumo en la industria alimenticia –como colorante–así como también en farmacia y cosmética. Hasta el momento no se produce en el país sino que se importa en su totalidad. Otra forma de aprovechamiento complementaria es la producción de biocombustibles. Las zanahorias, ricas en azúcares, pueden fermentarse y formar alcoholes aprovechables como bioetanol. Se trata de un proceso similar al que se utiliza con la remolacha azucarera. “La idea es desarrollar un proceso que permita obtener el máximo de azúcares y de alcohol pero sin afectar los caroteno”.

El Instituto de Investigación de Cultivos de los Trópicos Semi-Áridos (ICRISAT) inició un proyecto para aumentar la cantidad de beta-caroteno en el maní. La investigación es parte del “programa de desafío global” del Grupo Consultor para la Investigación Agrícola Internacional que tiene como objetivo la biofortificación de los cultivos para combatir la

desnutrición por deficiencia de nutrientes como el zinc, el hierro y al vitamina A en los alimentos. El Dr K. K. Sharma, fitomejorador del ICRISAT, señaló: “la investigación del ICRISAT ayudará a combatir la deficiencia de vitamina A, particularmente, en los niños y mujeres desnutridos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

III.1 Descripción y delimitación en tiempo y espacio de la propuesta

El estudio se realizó en el Centro universitario de suroriente, Jalapa. Utilizando 5 alimentos vegetales nativos en Jalapa y de consumo diario por la población, como lo son: maíz, tomate, zanahoria, chile pimiento. Dedicando 4 horas diarias como mínimo para el logro de los objetivos planteados.

Período de la investigación

Se realizó el estudio de febrero a diciembre del año 2015.

III.2 Tipo de investigación

Descriptiva

III.3 Técnicas e instrumentos

III.3.1

Se recopilación de datos de cultivo que pudieran afectar el desarrollo de carotenoides en los vegetales en estudio, entrevistas a agricultores y consumidores, de la forma en que estos alimentos son utilizados.

III.3.2

Se hizo la extracción de los carotenoides.

III.3.3

Se analizaron los carotenoides encontrados en los 5 alimentos para identificar y definir su funcionalidad.

III.4 Muestreo

III.4.1

El muestro para análisis de laboratorio fue directo de 5 áreas de cultivo, una por cada vegetal.

III.4.2

Se analizaron 5 repeticiones de 100 gramos por alimento, para que los resultados fueran válidos.

III.4.3

Para estudiar la forma en que estos alimentos son consumidos se encuestó y entrevistó una muestra al azar correspondiente a 190 familias representadas por la persona que prepara los alimentos a diario en cada familia, tomando como universo el número de familias que habitan en el casco urbano del municipio de Jalapa. Utilizando la fórmula siguiente:

$$n = \frac{N z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}{(N-1)e^2 + z_{\alpha/2}^2 P(1-P)}$$

Para el análisis de los carotenoides se utilizó como disolvente, el hexano ya que en hexano se disuelven perfectamente los pigmentos carotenoides pero también se solubilizan en gran parte las clorofilas, por lo que fue necesario eliminarlas de la solución como paso previo a la lectura espectrofotométrica del extracto.

La eliminación se llevará a cabo por saponificación del grupo éster de las clorofilas, lo que las hace insolubles en este disolvente.

La mezcla de pigmento así obtenida se separó mediante cromatografía en capa fina, identificándose los pigmentos por su comportamiento cromatográfico. Los pigmentos migrarán a distintas velocidades de acuerdo a su solubilidad. De este modo se podrá efectuar una separación entre ellos y cada compuesto puede ser definido por una magnitud específica denominada Rf (relación de frente), que tiene valores entre 0 y 1.

$$RF = \frac{e}{h}$$

Donde

e= es la distancia que separa el centro de la mancha inicial, del producto revelado por arrastre.

h= distancia entre el centro de la misma mancha y la línea frontal del disolvente.

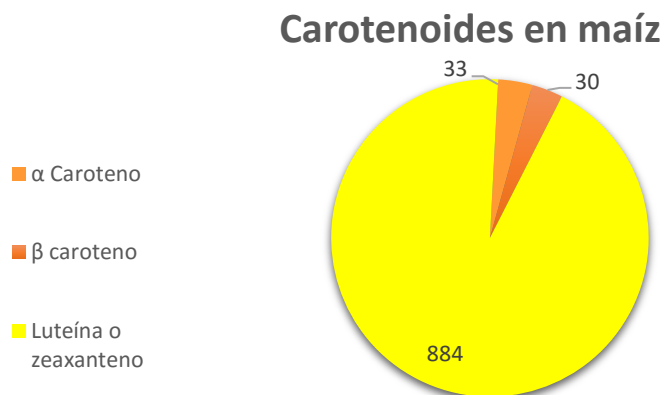
Si e=0 el Rf=0 es decir no hay separación del producto.

Si e=h el Rf=1 es decir que el producto asciende hasta igual nivel que el solvente.

IV RESULTADOS

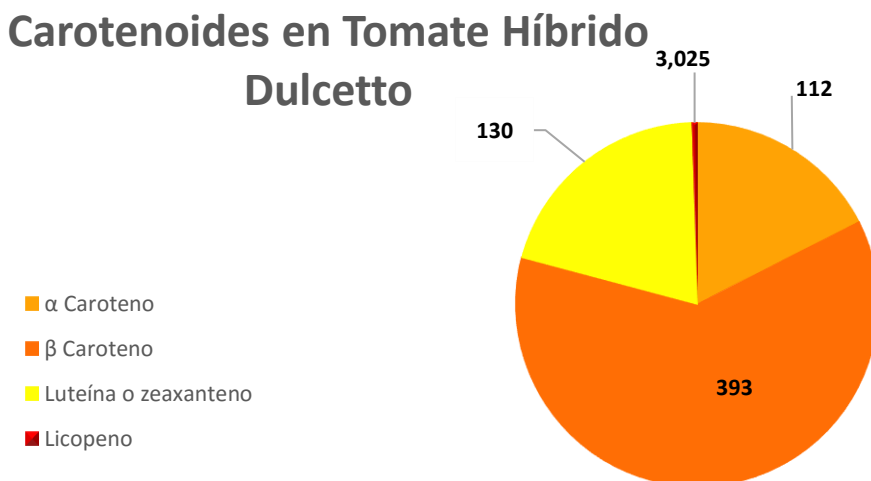
IV.1 Carotenoides Principales encontrados en Maíz, Tomate, Chile pimiento, Zanahoria y Brócoli cultivados en Jalapa.

IV.1.1 Carotenoides encontrados en Maíz amarillo cultivado en Jalapa $\mu\text{g}/100$ gramos.



GRAFICA NO. 1

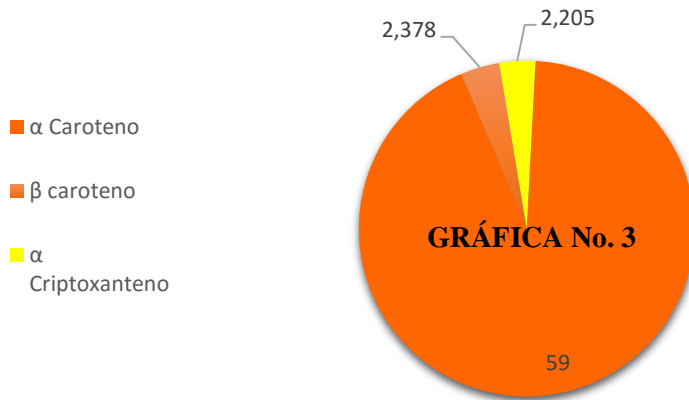
IV.1.2 Carotenoides encontrados en Tomate Híbrido Dulcetto cultivado en Jalapa $\mu\text{g}/100$ gramos.



GRÁFICA No. 2

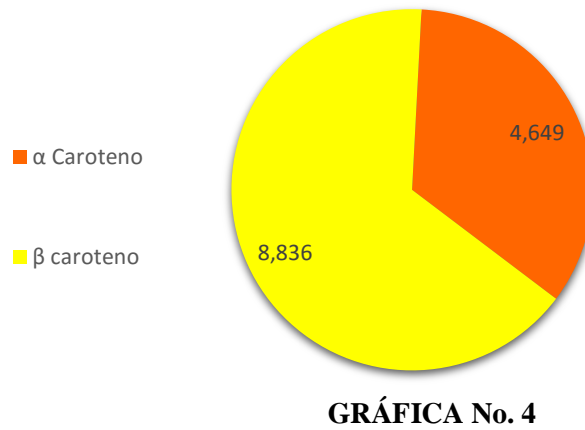
IV.1.3 Carotenoides encontrados en Chile pimiento rojo cultivado en Jalapa $\mu\text{g}/100$ gramos.

Carotenoides encontrados en chile pimiento



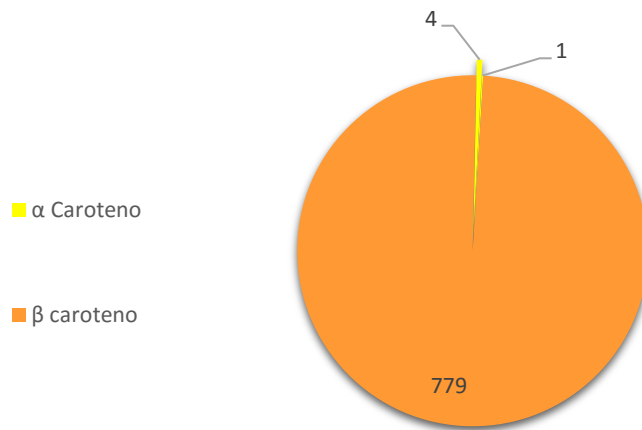
IV.1.4 Carotenoides encontrados en tomate híbrido Dulcetto cultivado en Jalapa µg/100 gramos.

Carotenoides encontrados en Zanahoria



IV.1.5 Carotenoides principales encontrados en Brócoli cultivado en Jalapa $\mu\text{g}/100$ gramos.

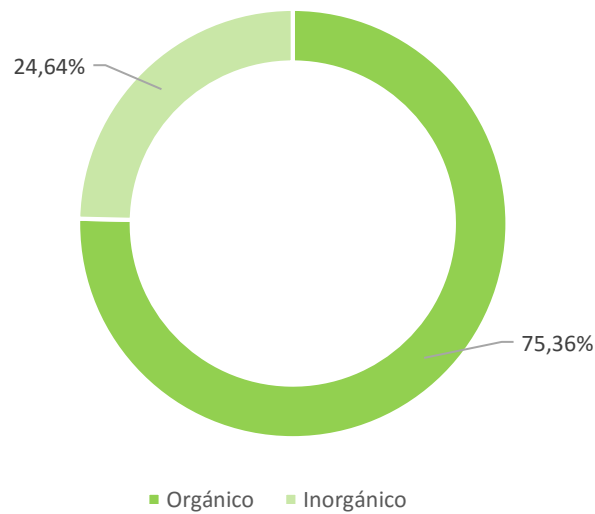
Carotenoides encontrados en Brócoli



GRÁFICA No. 5

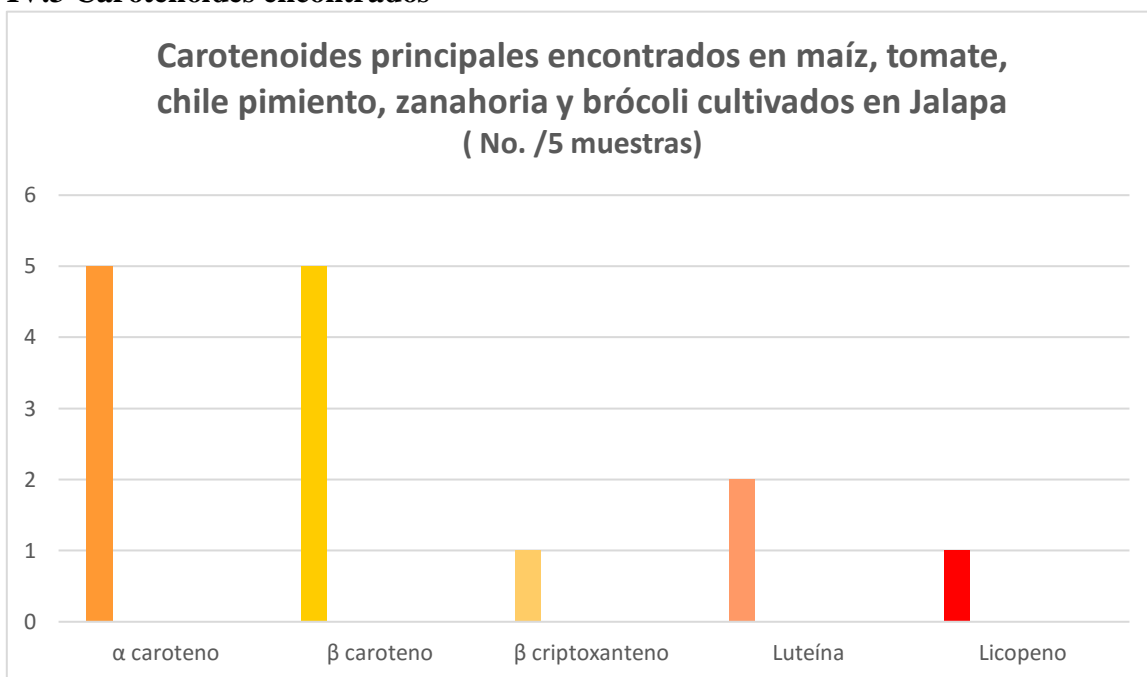
IV.2

Promedio del cultivo orgánico e inorgánico de Maíz, Tomate, Chile pimiento, Zanahora y Brócoli



GRÁFICA No. 6

IV.3 Carotenoides encontrados



GRAFICA No. 7

IV.4 Propiedades de los carotenoides encontrados

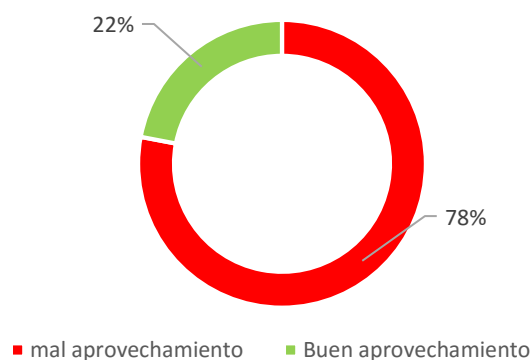
CAROTENOIDE	PROPIEDADES
α Caroteno	Más antioxidante que el β caroteno con propiedades protectoras del cáncer del cuello del útero.
β Caroteno	Son precursores de la vitamina A, antioxidante que favorece la no aparición del cáncer especialmente el del pulmón, boca y estómago, contribuye al brillo de la piel junto con la melanina
β Criptoxanteno	Con propiedades más destacadas como antioxidante que el betacaroteno, evitando que los radicales libres realicen la degradación del ADN, previene cáncer del pulmón, permite el crecimiento óseo.
Luteína	Funciona como filtro solar natural ubicado en el fondo del ojo, protege la vista de los efectos dañinos del sol y previene la pérdida visual, es fundamental para una adecuada salud visual, protege la piel de los rayos del sol y previene el envejecimiento prematuro, su principal actividad es proteger la visión humana.

Licopeno	El Licopeno es utilizado en el tratamiento y prevención de: enfermedades cardíacas, hipertensión arterial, arterioesclerosis, cáncer de próstata, de mamas, de pulmón, de vejiga, de ovarios, de colon y de páncreas, envejecimiento, cataratas y Asma.

IV.5

Por lo menos 200 familias informadas y capacitadas para hacer buen uso de alimentos con contenido de carotenoides relevante.

Familias aprovechando adecuadamente carotenoides



GRÁFICA No. 8

V. MATRIZ DE RESULTADOS

Objetivo específico	Resultados esperados	Resultados obtenidos
Objetivo 1 Determinar el contenido de carotenoides en maíz, tomate, zanahoria, chile pimiento y brócoli.	Información relacionada con los carotenoides contenidos en cada alimento	Investigaciones revisadas relacionadas con el tema, utilizadas como antecedentes.
Objetivo 2 Analizar químicamente los carotenoides en los 5 alimentos seleccionados para el estudio.	Entrevistas a agricultores sobre factores que puedan variar el contenido de carotenoides. Muestras de cada uno de los vegetales en estudio.	69 Agricultores entrevistados 25 muestras, 5 de cada alimento en estudio.

	Análisis de carotenoides en los 5 alimentos investigados.	15 análisis de carotenoides en Maíz, Tomate, Chile pimiento, Zanahoria y Brócoli.
Objetivo 3 Categorizar los carotenoides contenidos en los alimentos en estudio	Clasificación de pigmentos vegetales en zanahoria, maíz, tomate, chile pimiento, zanahoria y brócoli.	Carotenoides principalmente: α caroteno, β caroteno, β criptoxanteno luteína o zeaxanteno y licopeno.
Objetivo 4 Identificar la funcionalidad de los carotenoides encontrados.	Funciones que realiza el consumo diario de carotenoides encontrados	Se identificaron las principales funciones individuales de los principales carotenoides encontrados en maíz, tomate, chile pimiento, zanahoria y brócoli.
Objetivo 5 Impulsar el consumo adecuado y aprovechamiento de los alimentos con importante contenido de carotenoides funcionales.	Informar y concientizar a la población sobre el consumo adecuado de alimentos con alto contenido de carotenoides.	Familias informadas sobre el consumo adecuado de alimentos con relevante contenido de carotenoides. Y concienciados de la importancia que estos tienen en la dieta diaria.

VI. IMPACTO ESPERADO

Considerando que Jalapa es uno de los departamentos vulnerables a la mal nutricional, con esta investigación se pretendió contribuir en mínima parte a la prevención de enfermedades desarrolladas por poco o mal consumo de alimentos con contenido relevante de carotenoides, impulsando a la población al máximo aprovechamiento de los pigmentos alimenticios naturales, incluyéndolos en la dieta diaria y consumiéndolos de la manera más apropiada.

VII. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

VII. 1 Los carotenoides relevantes en el maíz amarillo, tomate, chile pimiento, zanahoria y brócoli cultivado en Jalapa según los resultados de esta investigación son: α Caroteno, β Caroteno, β Criptoxanteno, Luteína o zeaxantina y Licopeno, lo que indica que cada uno de estos alimentos posee pigmentos con propiedades antioxidantes y según resultados no se ven

afectados significativamente por el tipo de suelo riego y tipo de fertilización. (Gráficas 1, 2, 3, 4, y 5)

VII.2 El 24.64 % del cultivo de estos alimentos son con ayuda de fertilizantes químicos, mientras el 75.36 % es de forma orgánica lo que significa que en el Departamento de Jalapa los alimentos consumidos son en su mayoría saludables sin contaminantes lo que indica que el contenido de carotenoides en los 5 alimentos estudiados se encuentra en su óptimo estado conteniendo las propiedades correspondientes para el buen funcionamiento del organismo humano. (Gráfica No. 6)

VII.3 El orden en cuanto a cantidad de μg de carotenoides encontrado en estos 5 vegetales de consumo cotidiano por la población de Jalapa es el siguiente: α carotenos, β caroteno, β Criptoxanteno, Luteína y Licopeno. Es notorio que los carotenoides relevantes son de la clasificación llamada Carotenos α y β que son antioxidantes con propiedades protectoras del cáncer del cuello del útero, precursores de la vitamina A, antioxidante que favorece la no aparición del cáncer especialmente del pulmón, boca y estómago, contribuye al brillo de la piel junto con la melanina. Y cabe mencionar que entre los análisis que se hicieron de cultivos utilizando fertilizantes químicos y otros utilizando fertilizantes orgánicos no hubo diferencia significativa, por lo tanto los α y β carotenos encontrados están en óptimas condiciones para ser de beneficio al organismo humano. (Gráfica No. 7)

VII.4 Los carotenoides encontrados en los 5 alimentos estudiados son con funciones y propiedades buenas para beneficiar a la población de Jalapa siempre que estos sean consumidos en la forma apropiada, ya que son antioxidantes precursores de la vitamina A en su mayoría, favoreciendo la no aparición de algunos cánceres como por ejemplo, cáncer del pulmón, boca, estómago, contribuyen en el brillo de la piel acción que realizan junto a la melanina, no olvidando que funcionan con filtro solar natural en los ojos protegiéndolos de los daños que puedan causar los rayos solares, previenen también el envejecimiento prematuro.

VII.5 Familias informadas sobre el consumo adecuado de alimentos con relevante contenido de carotenoides. Y conscientes de la importancia que estos tienen en la dieta diaria. Se pudo conocer de cerca la forma en que las amas de casa preparan los alimentos para su familia, logrando constatar que el 78 % desconocían por completo la forma adecuada de aprovechar los carotenoides no así el 22% de las familias que consumen crudos estos alimentos en su mayoría, ya que es consumiéndolos crudos y alternando con alimentos calientes como se activan los carotenoides en el organismo para realizar a cabalidad su función y contribuir así con una mejora en la salud del consumidor.

VIII. CONCLUSIONES

VIII.1

El maíz amarillo, tomate, chile pimiento, zanahoria y brócoli cultivados en Jalapa contienen en cantidad significativa carotenoides: α Caroteno, β Caroteno, β Criptoxanteno, Luteína o zeaxantina y Licopeno.

VIII.2

El cultivo de los 5 alimentos estudiados es en un 75.36% de forma orgánica y un 24.64% de forma inorgánica por lo que se concluye que los carotenoides en los alimentos estudiados están en óptimo estado y aún con ese porcentaje de forma inorgánica no se ven afectados significativamente, por lo que pueden ser incluidos en la dieta diaria de los jalapanecos.

VIII.3

Los carotenoides relevantes en los 5 alimentos estudiados son de la categoría α y β carotenos. Y cabe mencionar que entre los análisis que se hicieron de cultivos utilizando fertilizantes químicos y otros utilizando fertilizantes orgánicos no hubo diferencia significativa, por lo tanto los α y β carotenos encontrados están en óptimas condiciones para ser de beneficio al organismo humano.

VIII.4

Las funciones y propiedades de los carotenoides encontrados en maíz amarillo, tomate, chile pimiento, zanahoria y brócoli son importantes para la salud humana ya que entre ellas están: como antioxidantes precursores de la vitamina A en su mayoría, evitan algunos cánceres como por ejemplo, cáncer del pulmón, boca, estómago, contribuyen en el brillo de la piel acción que realizan junto a la melanina, no olvidando que funcionan con filtro solar natural en los ojos protegiéndolos de los daños que puedan causar los rayos solares, previenen también el envejecimiento prematuro.

VIII.5

Luego de haber realizado esta investigación se tienen por lo menos 200 familias de Jalapa informadas sobre el consumo adecuado de los 5 alimentos estudiados con contenido de carotenoides significativos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- IX.1** Devlin T. (2009). Libro de texto con aplicaciones clínicas. En Thomas M. Devlin. Carotenoides. (2^a. Edición). Barcelona, España.
- IX.2** Meléndez, A. (2012). Red iberoamericana para el estudio de nuevos carotenoides. Recuperado el 4 de junio 2014, de www.es.scribd.com
- IX.3** Torricella R. (2007). Calidad en la industria alimentaria. En Raúl G. Torricella Morales. Antioxidantes naturales. (Edición única). La Habana, Cuba.
- IX.4** Alfaro, C. y otros 1993. Determinación de β -caroteno en vegetales cultivados en El Salvador. Trabajo de graduación Ing. Agr. El Salvador, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas". p. 56.

X. APENDICE

X.I Actividades de Gestión, vinculación y divulgación realizadas

X.I.1 Gestión administrativa:

Contratación de 3 investigadoras, pago de análisis bromatológicos, gastos varios.

X.I.2 Vinculación con la red iberoamericana de carotenoides:

Ser miembros activos de la red IBERCAROT hasta el 2016

Vinculación con los Agricultores de Jalapa para contactar fácilmente a las familias contribuyentes con la investigación

X.I.3 Divulgación:

Durante toda la investigación, principalmente cuando se realizó la encuesta de la forma de cultivo y de la preparación de alimentos.

XII. Fotografías de la investigación

Foto No. 1

Extracción de carotenoides de la Zanahoria



Foto No. 2

Extracción de Carotenoides de Tomate



Foto No. 3

Extracción de carotenoides de Chile pimiento



Foto No. 4
Filtrado de extracto para obtener los carotenoides



Foto No. 5
Extractos listos para ser analizados determinados por espectrofotometría



Foto No. 6

Espectrofotometría para determinar carotenoides en maíz, tomate, Chile pimiento, zanahoria y brócoli

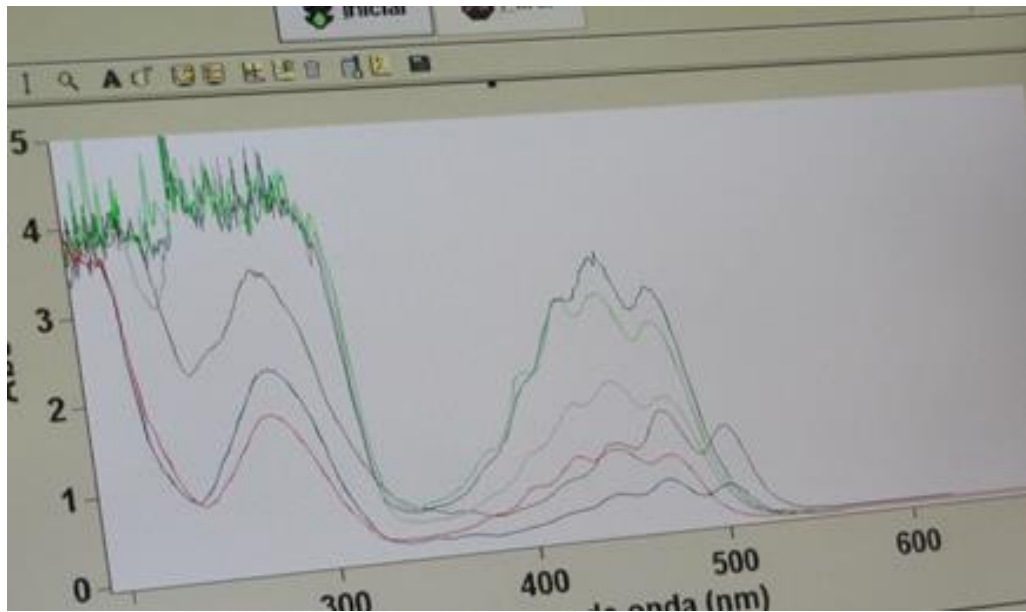


Foto No. 7

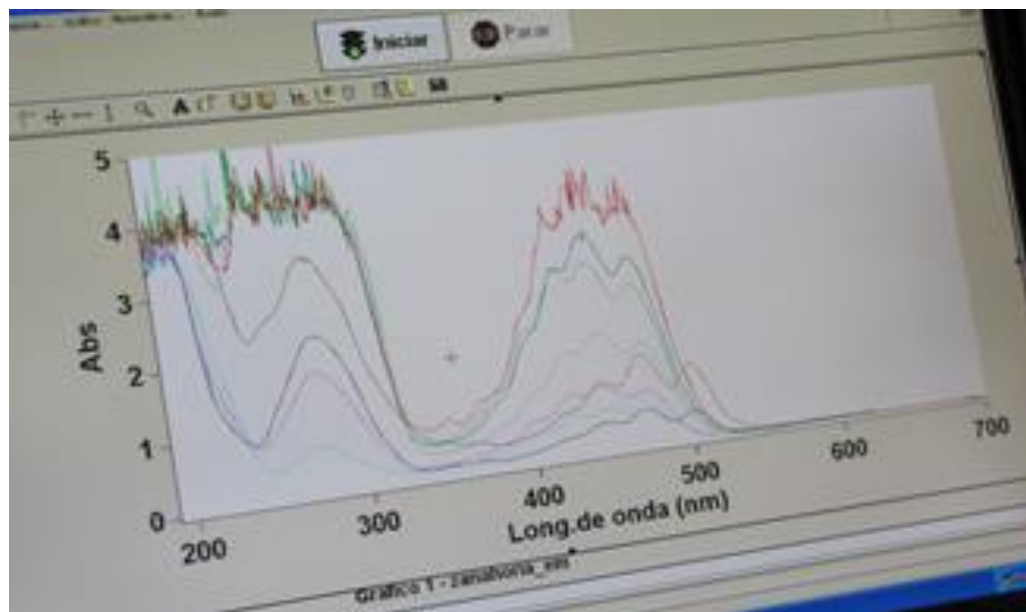


Foto No. 8
Determinando carotenoides por separación



