

## EVALUACIÓN DEL CONTENIDO DE HIERRO EN LA GUAYABA (*Psidium guajava*) Y PIMENTÓN (*Capsicum annu*ml) Y SU IMPACTO COMO COMPLEMENTO EN LA DIETA<sup>a</sup>

## EVALUATION OF IRON CONTENT IN GUAYABA (*Psidium guajava*) AND PIMENTON (*Capsicum annu*ml) AND ITS IMPACT AS A COMPLEMENT IN THE DIET

PEDRO DÍAZ<sup>b</sup>, ANGEL NAVA<sup>c</sup>, RUTH ÁLVAREZ<sup>d</sup>

Recibido 01-06-2017, aceptado 03-08-2017, versión final 14-09-2017.

Artículo Investigación

**RESUMEN:** Ingerir alimentos conocidos en Venezuela como guayaba (*Psidium guajava*) y pimentón (*Capsicum annu*m L.), pueden estimular la fijación de Fe (II) en el organismo, por lo que, evaluar su participación y sinergia en el cuerpo es de suma importancia. La evaluación estuvo basada en una metodología de diseño no experimental, de tipo campo, con nivel descriptivo. Para ello, se trataron entre 30 a 35 g de cada especie, para la guayaba en diferentes disposiciones (trozos: t, jugo: j y residuo: r), para el pimentón (t) y para la mezcla de ambas especies (jugo y residuo). Después de digerir las muestras con HCl 6M a 100 °C, se analizaron por espectroscopía de absorción atómica (EAA) y espectroscopía de absorción molecular (UV-visible) (EAM), acomplejando el Fe (II) con o-fenantrolina. Los resultados obtenidos sugieren que la guayaba presenta mayor concentración de Fe en el orden r>t>j. En el pimentón la concentración de Fe resultó ser mayor en los trozos en comparación con los valores obtenidos en la guayaba (trozos y jugo) y la mezcla de ambos con excepción del residuo de la guayaba y de la mezcla. Los resultados sugieren que la fruta y hortaliza estudiada pueden ser utilizadas como complemento en la dieta alimenticia del ser humano.

**PALABRAS CLAVE:** Hierro; *Psidium guajava*; organismo; *Capsicum annu*m L.; sinergia.

**ABSTRACT:** Ingestion of food known in Venezuela as guava (*Psidium guajava*) and paprika (*Capsicum annu*m L.), may stimulate Fe (II) fixation, in the body, so, assessing their participation and synergy in the body is of utmost importance. The evaluation was based on a non-experimental, field-type design methodology with a descriptive level. For this purpose, 30 to 35 g of each species were treated for guava in different arrangements (pieces: t, juice: and residue: r), for paprika (t) and for the mixture of both species (juice and residue) (A) and molecular absorption (UV) spectroscopy (EAM), complexing the Fe (II) with o-phenanthroline, were analyzed after the samples were digested

<sup>a</sup>Díaz, P., Nava, A. & Álvarez, R. (2017). Evaluación del contenido de hierro en la guayaba (*Psidium guajav*) y pimentón (*Caosicum anu*ml)). *Rev. Fac. Cienc.*, 6(2), 73–86. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.fac.cienc.v6n2.64678>

<sup>b</sup>Instituto Universitario de Tecnología de Valencia. Departamento de Química. [pedrojdc@hotmail.com](mailto:pedrojdc@hotmail.com)

<sup>c</sup>Instituto Universitario de Tecnología de Valencia. Departamento de Química. [angelnava1988@gmail.com](mailto:angelnava1988@gmail.com)

<sup>d</sup>Universidad de Carabobo. Facultad de Ciencias de la Salud. Escuela de Ciencias Biomédicas y Tecnológicas. Departamento de Bioquímica. Unidad de Síntesis de Materiales y Metales de Transición (SIMMET). [ralvarez1982@gmail.com](mailto:ralvarez1982@gmail.com)

with 6M HCl at 100 °C. Results obtained suggest that the guava has a higher concentration of Fe in the order  $r > t > j$ . In the paprika, the concentration of Fe was higher in the pieces compared to the values obtained in guava (chunks and juice) and the mixture of both with the exception of guava residue and the mixture. The results suggest that the studied fruit and vegetable can be used as a complement in the human diet.

**KEYWORDS:** Iron; *Psidium guajava*; organism; *Capsicum annum L.*; synergy.

## 1. INTRODUCCIÓN

La importancia de las frutas y hortalizas en la alimentación humana ha sido valorada desde la antigüedad hasta el punto que los antiguos la denominaban como la comida de los dioses y se le atribuían propiedades mágicas y divinas. En la actualidad, las hortalizas junto con las frutas, forman parte de los alimentos que han adquirido mayor importancia en la dieta humana, esto debido a la información difundida sobre la gran cantidad de vitaminas y minerales que ellas proporcionan. La adquisición de minerales es imprescindible para una buena salud. El hierro, por ejemplo, es necesario para la formación de la hemoglobina proteína encargada de llevar oxígeno a los tejidos. La deficiencia de hemoglobina origina anemia en el organismo (Díez-Lopez *et al.*, 2016). Aunque existen alimentos de origen animal, como la carne de vaca y de pescado que contienen hierro, este mineral puede obtenerse a partir de las frutas y hortalizas, entre las cuales se encuentran la guayaba (*Psidium guajava*) y pimentón (*Capsicum annum L.*). Por tal motivo, es de importancia evaluar el contenido del mineral, para determinar de acuerdo a las diferentes disposiciones de consumo, su aporte en la dieta diaria y su impacto como posible complemento en la asimilación del hierro por el organismo (Maury, 2010). Para el desarrollo del estudio del contenido de hierro en *Psidium guajava* y *Capsicum annum L.*, se emplearon métodos de espectroscopía de absorción atómica (EAA) y espectroscopía de absorción molecular (UV-visible) (EAM).

Hoy en día una de las situaciones de salud que afecta a la población mundial, es el déficit nutricional, es decir, el consumo real de alimentos (Licata, 2010). Por tal motivo, se han investigado las propiedades y beneficios de todos los alimentos, en especial las frutas y hortalizas, ya que proporcionan, entre otros componentes, vitaminas y minerales necesarios en la dieta humana para la conservación de la salud y la prevención de enfermedades ocasionadas ante la carencia o insuficiencia de los mismos en el organismo (FAO & WHO, 2002; Filer & Ziegler, 1997). La cantidad de hierro asimilado de los alimentos varía entre el 1 al 10 por ciento de los alimentos vegetales, en promedio, sólo se absorbe del 10 a 15 por ciento del hierro ingerido a través de la dieta (Serpa *et al.*, 2016; Instituto Nacional de Nutrición, 2001). Los alimentos ricos en hierro promueven la absorción de este elemento en sangre, así como, contribuye al transporte y actuación del oxígeno en el organismo (Díaz & Santana, 2009). Por lo antes expuesto, surge la necesidad de evaluar el contenido de hierro en la guayaba (*Psidium guajava*) y pimentón (*Capsicum annum L.*) y su impacto como complemento en la dieta del ser humano, en función de la cantidad de hierro que aporta la fruta y hortaliza, además de contrastar si en las diferentes formas de consumir dichos alimentos, cambia la disposición del mineral en estudio (Serpa *et al.*, 2016; Instituto Nacional de Nutrición, 2001; Díaz & Santana, 2009; Norma

COVENIN 1409, 1979; Norma COVENIN 1170, 1983).

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

La investigación realizada fue de tipo no experimental-descriptiva, debido a que no fue manipulada ninguna variable de manera intencional y se realizó bajo un nivel descriptivo puesto que se estudiaron las muestras de guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) rojo y su mezcla a fin de determinar su contenido de hierro. (Hernández, 2012; Arias, 2006). Se empleó una población formada por la cantidad de seis guayabas y seis pimentones provenientes de un supermercado, ubicado en el municipio Valencia, Estado Carabobo-Venezuela. De dicha población se tomó un total de tres muestras de guayaba de un peso aproximado de 31 g y dos muestras de pimentón rojo, con un peso aproximado de 36 g. Las muestras recolectadas están constituidas por concha, pulpa y semilla. El tipo de muestreo es no probabilístico, puesto que se desconoce la probabilidad que tiene cada elemento de la población para integrar la muestra; además es casual ya que se eligieron los elementos sin juicio o criterio preestablecido (Hernández, 2012; Arias, 2006).

### 2.1. Tratamiento de las muestras (vía húmeda)

El método empleado para tratar las muestras de las especies guayaba (*Psidium guajava*) y pimentón (*Capsicum annum L.*), fue seleccionado con el propósito de hacer la digestión lo más similar al proceso natural de la descomposición de los alimentos en el aparato digestivo humano una vez que se consumen. Es por ello, que se utilizó ácido clorhídrico en alta concentración (6 M) y aplicando calentamiento por debajo de 100°C (Skoog *et al.*, 2001). Para la determinación de hierro se procedió primeramente a preparar las muestras por pesada, se trataron muestras de guayaba (*Psidium guajava*), en diferentes disposiciones, (trozos, jugo y residuo); para el pimentón se tomaron solamente trozos y luego se hicieron mezclas en iguales proporciones (1:1) de ambas especies para sus análisis respectivos (Skoog *et al.*, 2001).

En la figura 1, se muestra el procedimiento esquematizado para tratar las muestras antes descritas. Se pesaron 30 g de guayaba (*Psidium guajava*), en trozos y en jugo separando de éste el residuo para su análisis, 35 g de pimentón y una mezcla compuesta por 15 g aproximadamente de cada especie. Se colocaron las muestras sobre una plancha de calentamiento por debajo de 100 °C y en agitación continua para su digestión con 25 mL de HCl 6 M por un tiempo de 30 minutos. Se filtraron por gravedad con papel de filtro Whatman N° 42. Se decoloró el filtrado obtenido con carbón activado, filtrando nuevamente. Finalmente, el filtrado se trasvasó y aforó con agua destilada en balones de 100.00 mL (Díaz & Santana, 2009).

### 2.2. Técnicas instrumentales empleadas en la caracterización de las muestras de guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla

Para determinar el contenido de hierro en las muestras de guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla, en sus diferentes disposiciones, (guayaba: trozos, jugo y residuo y pimentón:

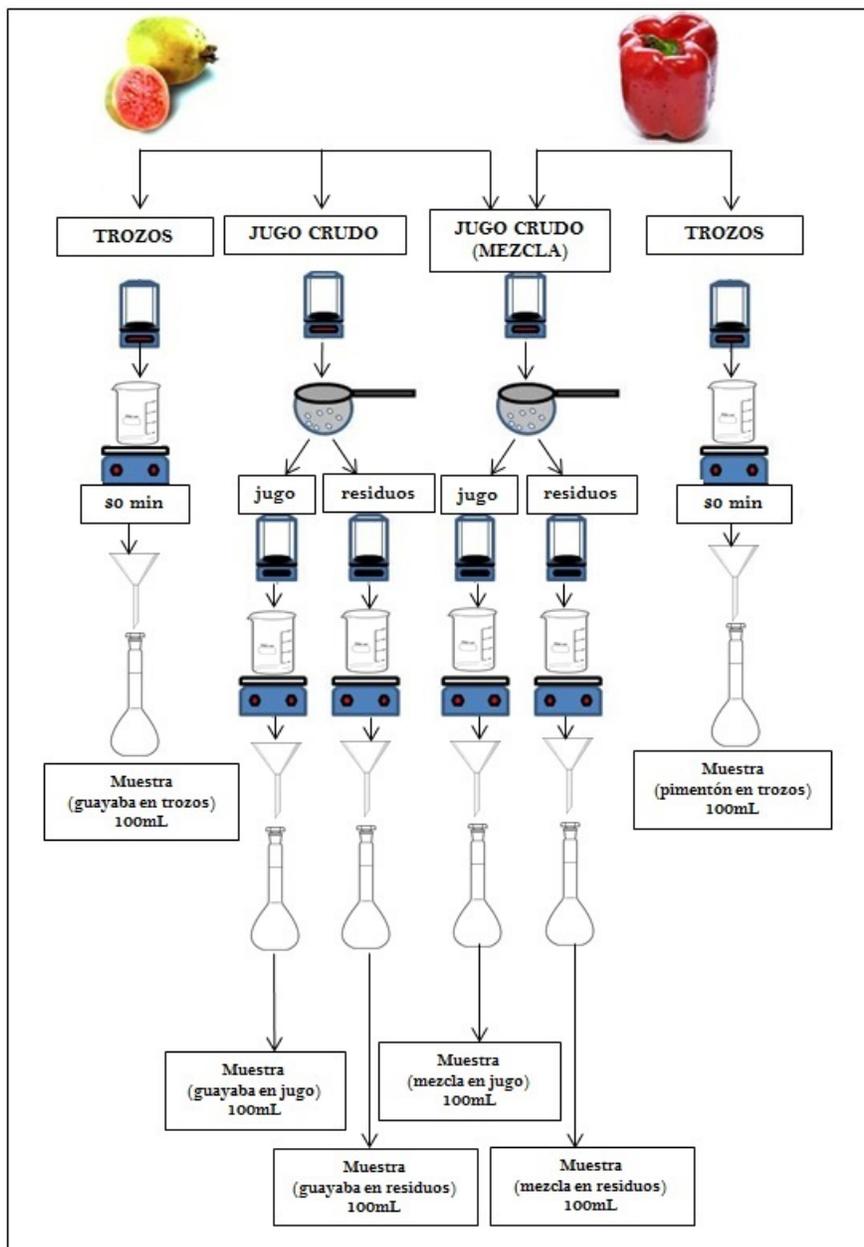


Figura 1: Procedimiento esquematizado para tratar las muestras de guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla en igual proporción. Fuente: Elaboración propia.

trozos), se aplicaron técnicas instrumentales tales como: espectroscopía de absorción atómica (EAA) y espectroscopía de absorción molecular UV-visible (EAM), con la EAA, para determinar el contenido de Fe (II) en las muestras extraídas. Todas las muestras fueron tratadas con ácido y calor hasta llevarlas a digestión para luego poder ser cuantificados el contenido de hierro valorando el contenido del mineral presente en las diferentes disposiciones.

Por su parte, con la EAM, se analizó el hierro en los dos estados de oxidación presentes en el organismo humano, a la muestra se le agregó hidroquinona, como agente reductor del Fe (III) a Fe(II) y o- fenantrolina para el desarrollo de color del complejo Fe (II) y su cuantificación. Las muestras fueron tratadas con HCl y calor hasta su completa digestión; pasando luego por un proceso de decoloración con carbón activado. Posteriormente, fueron separados en dos porciones de volúmenes iguales, a uno se le adicionó hidroquinona y o-fenantrolina y al otro solamente o-fenantrolina, con el fin de observar el contenido de hierro total (Norma COVENIN 1409, 1979; Norma COVENIN 1170, 1983).

### **2.2.1. Determinación analítica del contenido de hierro total en las muestras de guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla**

A continuación se describe por técnica empleada (EAA/EAM), el procedimiento a seguir de acuerdo a las Normas COVENIN anteriormente mencionadas.

**EAA:** Se preparó una solución madre de hierro 100 ppm y, a partir de la misma, una solución estándar de 50 ppm. Luego, fueron preparados cinco, soluciones patrones a partir de la solución estándar en balones aforados de 100.00 mL, y un rango de concentración del hierro (0.5 - 2.5) ppm. Adicionalmente, se preparó un blanco con las mismas características de las soluciones patrones. Finalmente, se midió la absorbancia de cada uno de los patrones y de las muestras, las cuales fueron utilizadas en para construir la curva de calibración de absorbancia en función de la concentración y determinar la concentración de hierro mediante la ecuación de la curva.

**EAM:** Se preparó una solución de hidroquinona disolviendo 0.50 g en 50.00 mL de agua desionizada, paralelamente se preparó una solución de citrato de sodio disolviendo 5.00 g de éste en 50.00 mL de agua desionizada. Por su parte, fue preparada una solución de o-fenantrolina disolviendo 0.124 g de ésta en de 50.00 mL con agua desionizada con 10 mL de etanol. Adicionalmente, se preparó la solución madre de hierro (Fe) de 100 ppm pesando 0.1777 g de  $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , disolviendo y aforando en un balón volumétrico de 250.00 mL con agua desionizada.

Una vez obtenida todas las soluciones, se procedió a disponer de una solución estándar de 25 ppm en un balón de 100.00 mL, por dilución a partir de la solución madre. De esta solución estándar se prepararon en balones aforados de 100.00 mL, cinco soluciones patrones adicionando a cada patrón y muestras problema 2 mL de solución de hidroquinona y 3 mL de solución de o-fenantrolina, en el rango de concentración del hierro (0.25 - 1.25) ppm. Con respecto a las muestras problema, se prepararon con un factor de dilución 1/5 en balones de 25.00 mL a partir de las muestras tratadas a cada dilución de muestra fue añadido 2 mL de solución de hidroquinona y 3 mL de solución de o-fenantrolina, luego se prepararon iguales diluciones de muestras, pero sin adicionar la hidroquinona. Finalmente, fue preparado un blanco con las mismas características de las soluciones patrones, se midió la absorbancia de cada uno de los patrones y de

las muestras, para así obtener la curva de calibración. Cabe destacar que la matriz analizada está conformada por: guayaba (g): trozos “t”, jugo “j” y residuos “r”, pimentón (p): trozos “t”, mezcla en igual proporción (g/p) (Norma COVENIN 1409, 1979; Norma COVENIN 1170, 1983).

### 2.3. Comparación de las concentraciones de hierro presente en la guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) con los valores establecidos por el Instituto Nacional de Nutrición (INN)

Una vez obtenida la concentración de hierro presente en las muestras, se comparó estos resultados, con los reportados por el INN a fin de comprobar si cumplían con los requisitos establecidos por este organismo.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados experimentales obtenidos para las muestras de los frutos de guayaba, pimentón y su mezcla, se muestran en función de las variaciones existentes en las concentraciones de hierro (Fe (II) y Fe total), en las diferentes disposiciones y al mezclarse.

### 3.1. Determinación de hierro (II) por espectroscopía de absorción atómica (EAA)

Los resultados presentados en la tabla 1, gráficamente, en la figura 2, demuestran que el hierro se concentra en mayor proporción en el residuo de la guayaba, seguido en el residuo de la mezcla, este último disminuye probablemente debido a que el residuo del pimentón está compuesto prácticamente de una piel fina que aporta masa pero no aporta hierro, por lo tanto la concentración disminuye por unidad de cada 100 g.

A su vez, el hierro en las especies dispuestas en trozos señala una diferencia notoria, estando en mayor concentración en el pimentón en trozos, mientras que en el jugo de guayaba disminuye, esto probablemente puede ser atribuido a la extracción previa del residuo. Cabe destacar, que aumenta en la mezcla con el pimentón, pudiendo expresarse como el promedio de las concentraciones de hierro en la matriz analizada (García *et al.*, 2016).

Tabla 1: Concentración de Fe (II) guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla determinado por EAA.

Tipo de muestra	Presentación	Cantidad de Fe(II) (mg $\pm$ $\Delta$ mg)/100g
Guayaba	(trozos)	(0.626 $\pm$ 0.004)
Pimentón	(trozos)	(1.061 $\pm$ 0.008)
Guayaba	(jugo)	(0.534 $\pm$ 0.004)
	(residuo)	(2.12 $\pm$ 0.06)
Mezcla (1:1)	(jugo)	(0.730 $\pm$ 0.005)
	(residuo)	(1.30 $\pm$ 0.02)

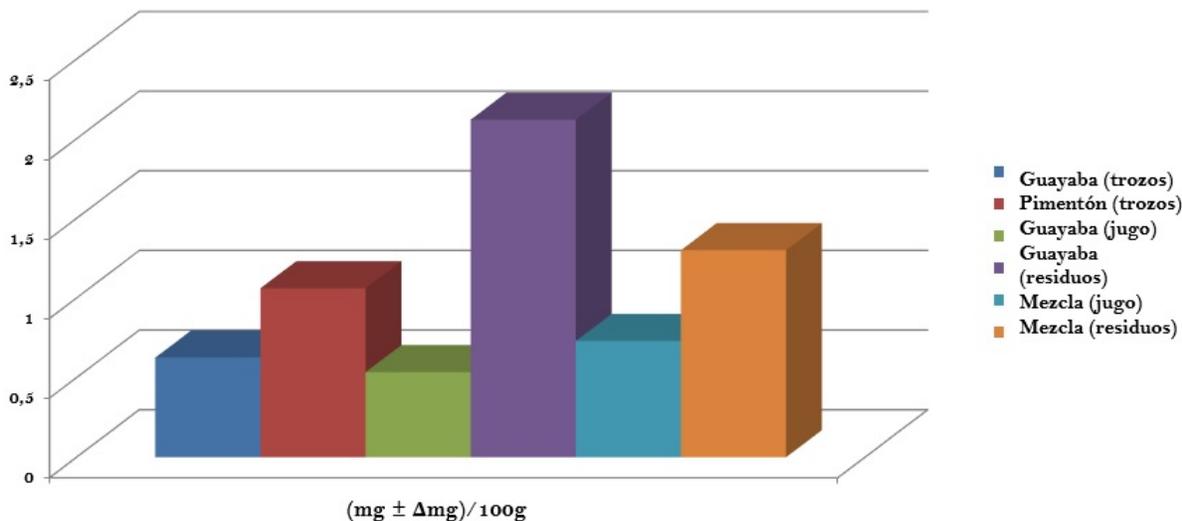


Figura 2: Concentración de Fe (II) en guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla por EAA. Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Determinación del hierro (II) y hierro total por espectroscopía de absorción molecular UV-visible (EAM)

Los resultados reflejados en la tabla 2, figura 3 demuestran la concentración de Fe (II) obtenida al aplicar EAM, sin hidroquinona. Al observar los valores obtenidos con este método de espectroscopía de absorción molecular UV-visible, es importante destacar que son similares a los aportados por el método de espectroscopía de absorción atómica, en ambos métodos se evidencia la mayor concentración de hierro en la muestra del residuo de la guayaba, seguido por el residuo de la mezcla, y en menor concentración en los trozos de pimentón; estos resultados son similares, ya que la condición para la determinación de hierro por ambos métodos es que el hierro sea reducido previamente, con el fin de obtener valores de disponibilidad de hierro para el ser humano, en su forma Fe(II) (García *et al.*, 2016).

Tabla 2: Concentración de Fe (II) en guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla determinado por UV-visible (Sin Hidroquinona-SH).

Tipo de muestra	Presentación	Cantidad de Fe(II) (mg ± Δmg)/100g
Guayaba	(trozos)	(0.864 ± 0.008)
Pimentón		(1.024 ± 0.008)
Guayaba	(jugo)	(0.455 ± 0.009)
	(residuo)	(2.4 ± 0.1)
Mezcla (1:1)	(jugo)	(0.98 ± 0.01)
	(residuo)	(1.39 ± 0.03)

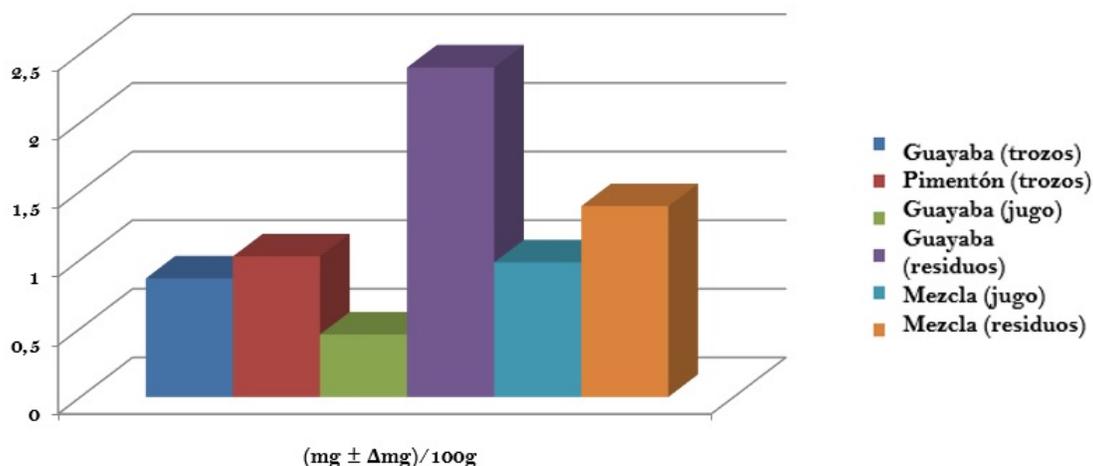


Figura 3: Concentración de Fe (II) en guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla determinado por Espectroscopía UV-Visible (Sin Hidroquinona-SH). Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 3, y la figura 4, se muestra la concentración de Fe total en guayaba, pimentón y mezcla determinado por la técnica de UV-visible con hidroquinona. A diferencia del procedimiento anterior, en la aplicación de éste se consideró la adición de una sustancia reductora para transformar las especies de Fe (III) a Fe (II) como valor agregado, con el fin de poder obtener valores de Fe total presente en cada especie por cada 100 g y en cada una de las disposiciones analizadas en la investigación. Es notable que las concentraciones aumentan considerablemente para cada especie y sus disposiciones, debido al hecho de la reducción previa del Fe(III) presente en las especies, de forma tal determinar Fe(II) que representa el total, manteniendo casi proporcionalmente la diferencia en las concentraciones de hierro entre las especies y sus disposiciones, caso distinto con la mezcla de en guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) en jugo donde se aprecia un aumento incluso mayor que cada especie por separado, además la diferencia de concentración de hierro en el residuo de la guayaba (*Psidium guajava*), que aumenta considerablemente, esto permite indicar que las mayores concentraciones de hierro se encuentran en su residuo y no en su jugo en forma de Fe (III). Con esta evidencia, se logró demostrar que el procesado de la muestra por licuado permite la oxidación del Fe (II) a Fe (III) en pequeñas proporciones, debido al contacto directo con el oxígeno proporcionado por la fuerte de agitación del procesador de alimentos, con relación a las muestras no reducidas previamente (Díaz & Santana, 2009). Es importante acotar, que la concentración es un factor que depende de las proporciones del mineral por unidad de masa, para este caso por cada 100 g de fruto o especie.

### 3.3. Comparación de las concentraciones de hierro presente en la guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla obtenidos por EAA y EAM

En la tabla 4, y la figura 5, se reflejan los resultados obtenidos. La guayaba al estar en diferentes disposiciones, demuestra que el hierro determinado pueden estar presente en sus diferentes estados de oxidación; al

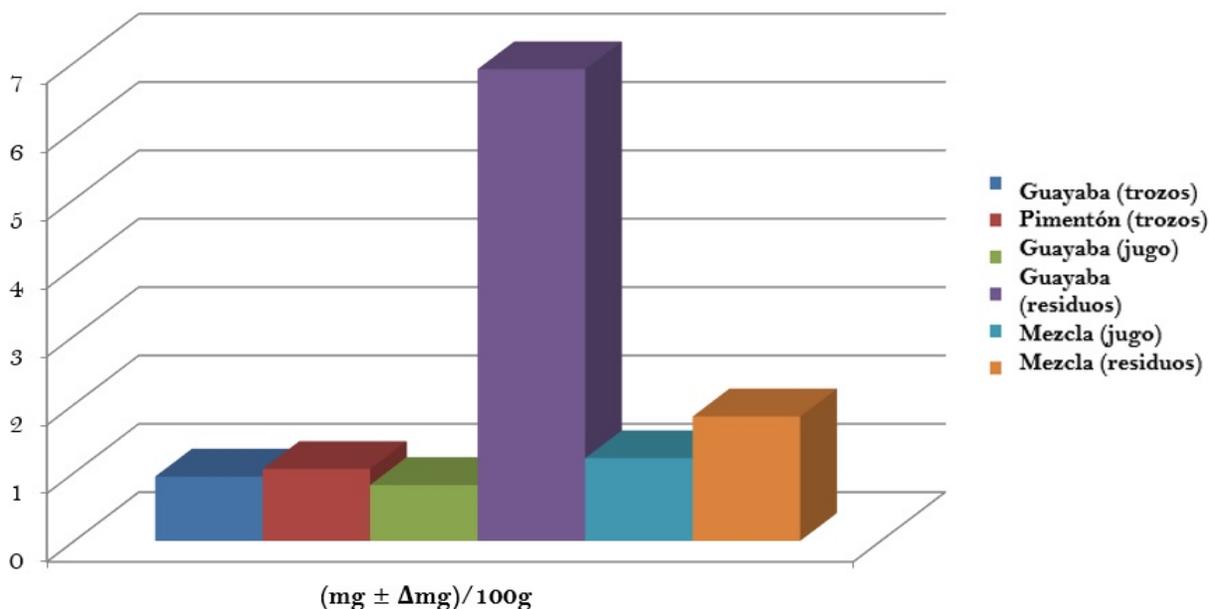


Figura 4: Concentración de Fe (II) en guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla por Espectroscopía UV-visible (Sin Hidroquinona-SH). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3: Concentración de Fe (II) en guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla por UV-visible (Con Hidroquinona-CH).

Tipo de muestra	Presentación	Cantidad de Fe total (mg ± Δmg)/100g fruta
Guayaba	(trozos)	(0.941 ± 0.009)
Pimentón	(trozos)	(1.052 ± 0.008)
Guayaba	(jugo)	(0.819 ± 0.009)
	(residuo)	(6.9 ± 0.1)
Mezcla (1:1)	(jugo)	(1.21 ± 0.01)
	(residuo)	(1.82 ± 0.04)

ser tratada en trozos, sólo se observó una diferencia de Fe(III), entre la tratada sin hidroquinona y la tratada con hidroquinona; diferencia menor que la guayaba en jugo, esto es atribuido a posibles factores naturales, como la oxidación por medio del oxígeno presente en el aire atmosférico, y el rompimiento de su estructura liberando sustancias que faciliten su oxidación (Licata, 2010). El consumo de jugo de guayaba (*Psidium guajava*) con pimentón (*Capsicum annum L.*) tiene por objetivo incrementar la probabilidad de fijación del hierro en sangre y ser garante del transporte de oxígeno en el organismo. La mezcla de ambas especies, busca es generar un efecto biológico de la captura del hierro en el sistema inmunológico para aquellos pacientes que presentan pérdida de energía, cansancio y fatiga (Díez-Lopez *et al.*, 2016).

Cuando se observan las cantidades de hierro (II) determinadas en el residuo de la guayaba se obtiene una diferencia significativa entre ambas determinaciones por el método UV-visible (sin hidroquinona y con hidro-

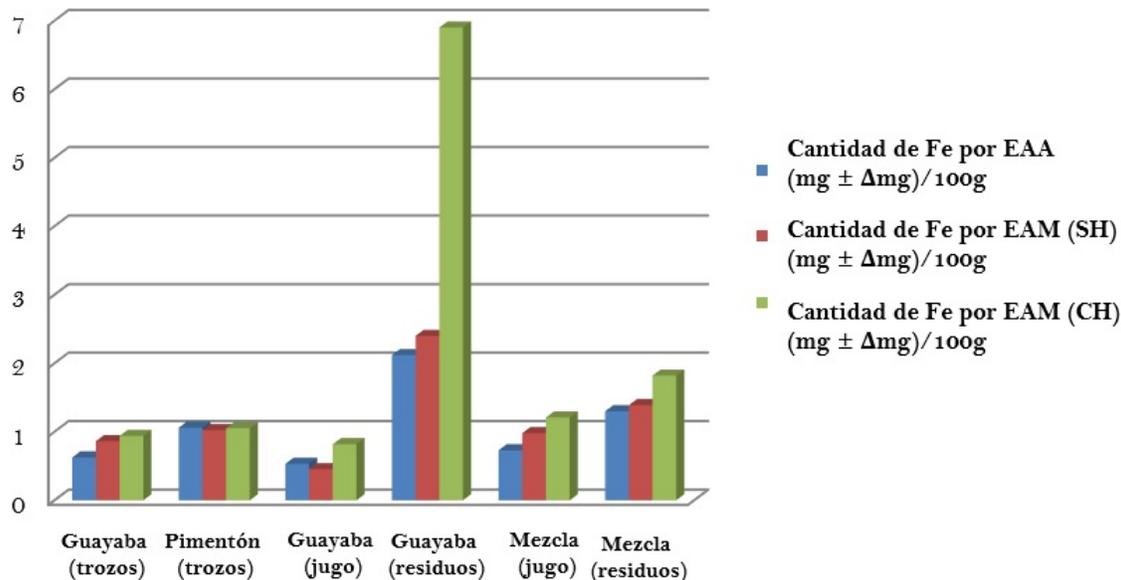


Figura 5: Comparación del contenido de Fe (II) en guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y su mezcla por EAM y EAA. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4: Comparación del contenido de Fe (II) en guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) y la mezcla de ambas determinado por UV-visible y absorción atómica.

Tipo de muestra	Cantidad de Fe por EAA (mg ± Δmg)/100g	Cantidad de Fe por EAM (SH) (mg ± Δmg)/100g	Cantidad de Fe por EAM (CH) (mg ± Δmg)/100g
Guayaba (trozos)	(0.626 ± 0.004)	(0.864 ± 0.008)	(0.941 ± 0.009)
Pimentón (trozos)	(1.061 ± 0.008)	(1.024 ± 0.008)	(1.052 ± 0.008)
Guayaba (jugo)	(0.534 ± 0.004)	(0.455 ± 0.009)	(0.819 ± 0.009)
Guayaba (residuos)	(2.12 ± 0.06)	(2.4 ± 0.1)	(6.9 ± 0.1)
Mezcla (jugo)	(0.730 ± 0.005)	(0.98 ± 0.01)	(1.21 ± 0.01)
Mezcla (residuos)	(1.30 ± 0.02)	(1.39 ± 0.03)	(1.82 ± 0.04)

Nota: SH: Sin Hidroquinona; CH: Con Hidroquinona.

quinona), esto atribuido a la forma del hierro contenida en el residuo (semilla, restos de concha, partículas no procesadas), la cual en mayor parte es hierro (III). Además, la concentración de hierro en el residuo aumenta con respecto a la guayaba en las disposiciones de trozo y jugo, debido a que en esta parte de la fruta es donde se encuentra la mayor concentración del mineral estudiado (Urdampilleta *et al.*, 2010; Filer & Ziegler, 1997).

Mientras que, en el pimentón de manera contraria muestra un contenido de hierro casi constante, revelando de tal manera que la mayor proporción de hierro es Fe(II), atribuido a no presentar una diferencia relevante en la muestra tratada sin hidroquinona y la tratada con hidroquinona. Por otra parte, se observa en el hierro total determinado por reducción con hidroquinona una mayor concentración en el jugo de la mezcla de ambas especies en comparación con las especies por separado, Asumiendo de esta manera un efecto sinérgico de

intercambio de masa, suponiendo que al mezclarse estos pudieran provocar extracción del hierro presente en el residuo o afectar su disponibilidad para los análisis y posiblemente para su asimilación por el organismo (Díez-Lopez *et al.*, 2016; García *et al.*, 2016; Urdampilleta *et al.*, 2010).

### 3.4. Comparación de las concentraciones de hierro presente en la guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) con los valores establecidos por el Instituto Nacional de Nutrición (INN)

En la tabla 5, y en la figura 6, se puede observar claramente como el contenido de hierro determinado en la guayaba (*Psidium guajava*) se encuentra por debajo de lo establecido en Venezuela por el Instituto Nacional de Nutrición (Instituto Nacional de Nutrición, 2001; Guerra *et al.*, 2015); con respecto a los valores obtenidos en el pimentón (*Capsicum annum L.*) rojo, estos últimos superan el valor reportado en dicha tabla los cuales fueron obtenidos aplicando EAA (40) (Instituto Nacional de Nutrición, 2001). Cabe destacar que la comparación se realizó con los resultados arrojados mediante los métodos de espectroscopía de absorción atómica y de absorción molecular UV-visible (García *et al.*, 2016).

Tabla 5: Comparación de los valores obtenidos de hierro (Fe), en guayaba (*Psidium guajava*) y pimentón (*Capsicum annum L.*) con los valores establecidos por el INN.

Tipo de muestra	Cantidad de Fe por EAA (mg $\pm$ $\Delta$ mg)/100g	Cantidad de Fe por EAM (SH) (mg $\pm$ $\Delta$ mg)/100g	Cantidad de Fe por EAM (CH) (mg $\pm$ $\Delta$ mg)/100g	Cantidad de Fe según INN (Parte comestible)
Guayaba (trozos)	(0.626 $\pm$ 0.004)	(0.864 $\pm$ 0.008)	(0.941 $\pm$ 0.009)	1.1
Pimentón (trozos)	(1.061 $\pm$ 0.008)	(1.024 $\pm$ 0.008)	(1.052 $\pm$ 0.008)	0.7

Nota: SH: Sin Hidroquinona; CH: Con Hidroquinona.

Es importante mencionar que el hierro total de ambas especies está conformado por proporciones reducidas y oxidadas de Fe (II) y Fe (III), conociendo que para la absorción por el ser humano debe estar en forma reducida, Fe (II).

Un factor natural para la reducción del mineral es el ácido ascórbico contenido en el fruto o especie, en presencia de HCl el cual es segregado por el aparato digestivo humano; por ello es importante mencionar que las tablas proporcionadas por el Instituto Nacional de Nutrición (Instituto Nacional de Nutrición, 2001; Serpa *et al.*, 2016), establecen altos contenidos de ácido ascórbico para la guayaba (*Psidium guajava*), y el pimentón (*Capsicum annum L.*). Esto quiere decir, que la cantidad de hierro que poseen los alimentos no siempre es un indicativo de una asimilación efectiva, ya que también depende de factores bioquímicos, como la deficiencia del mineral en el individuo (ferropenia) (Urdampilleta *et al.*, 2010) que consume la especie, lo que ocasiona un aumento en la asimilación de éste y la presencia de agentes que catalicen su absorción de forma positiva como el ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido fólico, entre otros y negativa como los fitatos, oxalatos, fosfatos, entre otros. Es importante realzar que la fruta y hortaliza estudiada puede ser utilizada como complemento en la dieta alimenticia del ser humano para un posible

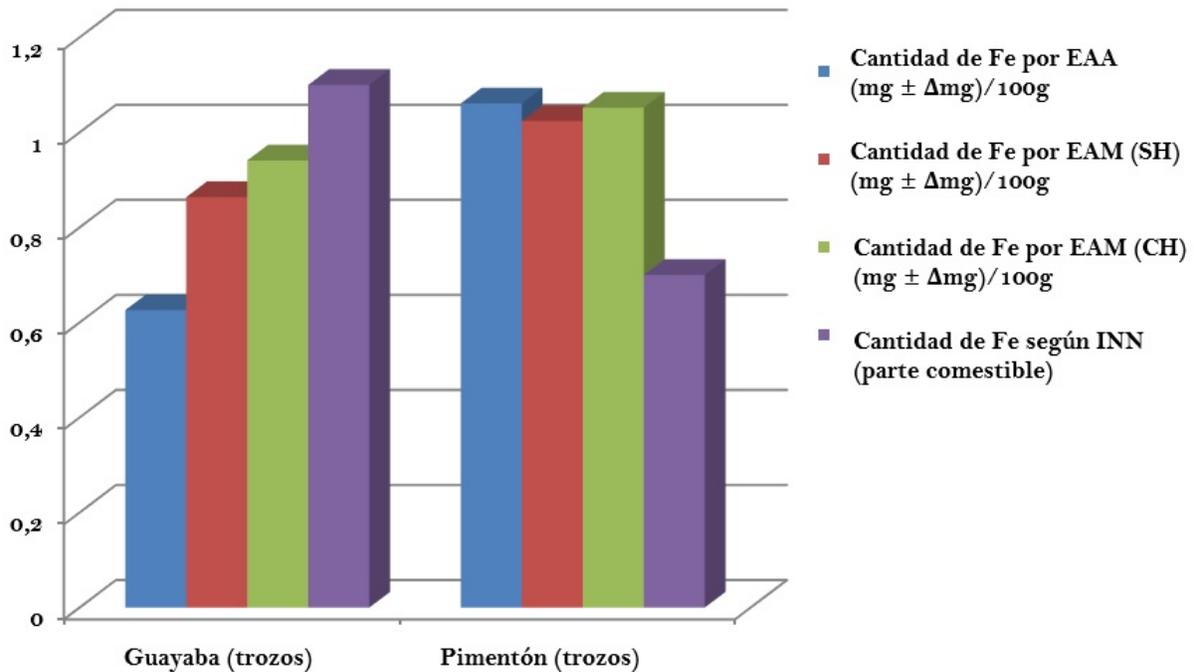


Figura 6: Comparación de los valores obtenidos de hierro (Fe), en guayaba (*Psidium guajava*), pimentón (*Capsicum annum L.*) con los valores establecidos por el INN. Fuente: Elaboración propia.

impacto en la asimilación de hierro por el organismo (García *et al.*, 2016; Díez-Lopez *et al.*, 2016; Díaz & Santana, 2009).

#### 4. CONCLUSIONES

Al determinar hierro en la guayaba (*Psidium guajava*), en sus diferentes disposiciones, se verifica claramente que la mayor concentración se encuentra en el residuo, constituido principalmente por concha y semillas, el cual proporciona un alto impacto al momento de ser extraído en la preparación de jugo, como también la oxidación del mineral al procesar el fruto por mayor contacto con el oxígeno atmosférico.

En cuanto al pimentón (*Capsicum annum L.*), en comparación con la guayaba (*Psidium guajava*) en trozos, se observó que los valores no difieren, sino que se mantienen en la misma proporción entre métodos de análisis (EAA y EAM).

Por su parte, en la mezcla del jugo de ambas especies guayaba (*Psidium guajava*) y pimentón (*Capsicum annum L.*), se obtiene mayor concentración de hierro que en las especies por separado, resultado determinado por reducción con hidroquinona.

Los resultados obtenidos sugieren que el mayor aportante de hierro para la dieta alimenticia humana es la

mezcla de la guayaba (*Psidium guajava*) con el pimentón (*Capsicum annum L.*), superando el hierro total determinado en las especies de forma separada (trozos); mientras que el mayor aportante de las especies es el pimentón constituyendo casi en su totalidad hierro en su forma Fe (II) demostrado en los diferentes métodos de análisis EAA y EAM.

Dado a los resultados obtenidos y la discrepancia que existe con los valores reportados en las tablas de composición de alimentos para uso práctico del INN.; es importante expresar que la fruta y hortaliza que se estudiaron pueden ser utilizadas como complemento en la dieta alimenticia del ser humano para un posible impacto en la asimilación de hierro por el organismo.

## Referencias

- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica* (5ª ed.). Caracas: Episteme.
- Díaz, J. & Santana, J. (2009). Cuantificación de hierro, zinc, calcio y vitamina “A” en leche de soya en polvo, de tres marcas comercializadas en los alrededores del centro urbano “José simeon cañas”. Tesis para optar al título de Licenciado en Química y Farmacia. Universidad de El Salvador, Ecuador.
- Díez-Lopez, C.; Lupon, J.; De Antonio, M.; Zamora, E; Domingo, M; Santesmases, J.; Troya, M; Boldó, M. & Bayes-Genis, A. (2016). Cinética de la hemoglobina y pronóstico a largo plazo en insuficiencia cardíaca. *Revista Española de Cardiología*, 69(9), 820-826.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) & WHO (World Health Organization). (2002). Human Vitamin and Mineral Requirements. Disponible en://www.fao.org/docrep/004/y2809e/y2809e00.html. 04.03.2015
- Filer, L. & Ziegler, E. (1997). *Conocimientos Actuales Sobre Nutrición* (7ª ed.). Washington: ILSI Press.
- García, C.; Llanos, M.; Mazón, B.; Dávila K. & Cun, J. (2016). Determinación de vitamina C en pimiento capsicum annum por voltimetría de barrido lineal. *Revista de Investigación de Talentos III*, (2), 1-9.
- Guerra, A.; Vélez, L.; Barajas, J.; Castro, C. & Gallego, R. (2015). Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos: El desarrollo de una estrategia nutricional indispensable para países en vía de desarrollo. *Acta Agronómica*, 65(4), 340-353.
- Hernández, L. (2012). *Guía Práctica de Metodología de la investigación en ciencias de la salud* (3ª ed.). Bogotá: Ecoe Ediciones, 134 p. ISBN: 978-958-648-709-2
- Instituto Nacional de Nutrición. (2001). *Tabla de Composición de alimentos para Uso Práctico N° 54 “Serie Cuadernos Azules”*. Caracas: INN. 8,54,58.

Licata, M. (2010). El hierro en la nutrición. [Fecha de consulta: 27 mayo 2016]. Disponible en: <http://www.zonadiet.com/nutricion/hierro.htm>.

Norma COVENIN 1409-1979: Determinación de Hierro por absorción atómica.

Norma COVENIN 1170-1983: Determinación de Hierro por absorción molecular UV-Visible.

Maury, E.; Mattei, A.; Perozo, K.; Bravo, A.; Martínez, E. & Vizcarra, M. (2010). Niveles Plasmáticos de Hierro, Cobre y Zinc en escolares Barí. *Revista "Pediatría"*, 37(2). [Fecha de consulta: 20 septiembre 2016]. Disponible en: [http://www.pediatria.spp.org.py/revistas/ed\\_2010/nivel\\_plasm.html](http://www.pediatria.spp.org.py/revistas/ed_2010/nivel_plasm.html)

Serpa, A.; Vélez, L.; Barajas, J.; Castro, C.; Zuluaga, H. & Zuluaga, R. (2016). Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos: El desarrollo de una estrategia nutricional indispensable para países en vía de desarrollo. -Una revisión. *Acta Agron*, 65(4), 340-353.

Skoog, D.; Holler, F. & Nieman, T. (2001). *Principios de Análisis Instrumental* (5ª ed.). Madrid: Mc Graw Hill.

Urdampilleta, A.; Martínez-Sanz J. & González-Muniesa P. (2010). Intervención dietético-nutricional en la prevención de la deficiencia de hierro. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 30(3), 27-41.