

## **BIODISPONIBILIDAD DE HIERRO Y ZINC EN HOJA DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.) Y COMPUESTOS RELACIONADOS.**

González-Huerta R.<sup>1</sup>; Espinosa-Huerta E<sup>2</sup>.; Guzmán-Maldonado S. H<sup>2</sup>.  
y Mora-Avilés M. A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Química, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, Gto., México. <sup>2</sup>Unidad de Biotecnología, Campo Experimental Bajío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Celaya, Gto. 38110, México.  
TEL & FAX +52 461 6115323 Ext. 186. [mora.alejandra@inifap.gob.mx](mailto:mora.alejandra@inifap.gob.mx)

Palabras clave: ácido fítico, taninos, calcio, ácido ascórbico.

### **RESUMEN**

El frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las fuentes principales de hierro de origen vegetal. La deficiencia de hierro repercute en la falta de desarrollo cognoscitivo y anemia (Theil *et al.*, 1997). Hasta el momento, los análisis de contenido de hierro y sus componentes reguladores han sido orientados a semilla, no se conoce el patrón de contenido de estos compuestos en otros tejidos de la planta. En este estudio se analizan los tejidos de hoja y semilla de diferentes etapas fenológicas de cuatro cultivares de frijol común. La hoja presenta el mayor contenido de hierro y Zinc independientemente del cultivar y etapa fenológica. Esto evidencia una fuente excepcional de estos minerales. Existen diferentes elementos que inhiben (taninos, ácido fítico y calcio) y promueven (ácido ascórbico) la biodisponibilidad de minerales como el hierro y zinc. La hoja contiene los mayores niveles de ácido ascórbico (1.50 – 2.15 µg / 100g), con respecto a semilla (0.58 – 0.72 µg / 100g). AH y NJ presentan una mayor biodisponibilidad de Zn y Fe en hoja, respectivamente, en la etapa final.

### **INTRODUCCIÓN**

El frijol común junto con el maíz, representa la base del consumo en México (SIAP, 2005). El frijol es una de las fuentes principales de hierro. El hierro participa en la producción de hemoglobina, molécula que transporta el oxígeno en el interior de los glóbulos rojos. Los alimentos de origen vegetal contienen compuestos que inhiben o facilitan la biodisponibilidad de los minerales como el hierro y zinc. Al ácido fítico, taninos y Ca se les considera factores antinutricionales debido a que reduce la biodisponibilidad de proteínas y minerales. Por su lado el ácido ascórbico puede compensar el efecto negativo de los fitatos. El objetivo del presente trabajo es cuantificar la biodisponibilidad de Fe y Zn, en presencia de estos compuestos, mostrando el análisis de relación entre los minerales Ca/Zn, Ca/Fe y ácido fítico. Así como sus factores influyentes (Ácido ascórbico y Taninos) en cuatro cultivares y diferentes etapas fenológicas del frijol común.

### **MATERIALES Y MÉTODOS.**

Semilla y hoja de 4 cultivares de frijol común Azufrado Higuera (AH), Flor de Junio Marcela (FJM), Negro Jamapa (NJ) y Pinto Villa (PV), fueron analizadas en 4 etapas fenológicas: Etapa I (50% de floración, EI); Etapa II (inicio de llenado de grano, EII); Etapa III (llenado de vaina, EIII) y Etapa IV (madurez fisiológica, EIV). No se le adiciono hierro. El contenido de ácido fítico fue determinado por el protocolo de Wheler y Ferrel (1971). El contenido de taninos condensados se a través del ensayo de la vainillina (Desphande y Cheryn, 1985). El ácido ascórbico se cuantifico por

cromatografía de líquidos por HPLC y la determinación de Ca, Zn e Fe se realizó por espectrometría atómica en plasma.

Los valores de biodisponibilidad de Zn y Fe se obtuvieron a partir de relaciones molares entre Ca, Zn, Fe y ácido fítico (AF). Si la proporción molar AF/Zn es menor a 20, y para AF\* (Ca/Zn) menor a 5.88, nos indica una buena biodisponibilidad para Zn. (Zhou y Erdman, 1995; Fordyce *et al.*, 1987). En la bibliografía no se han reportado relaciones molares para Fe, se propone las mismas relaciones usadas en Zn, se substituye el valor de Zn por Fe (AF/Fe y AF\* (Ca/Fe).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### Cultivares / Etapas fenológicas

Se presentan diferencias estadísticas entre cultivares y etapas fenológicas para los seis análisis, en los dos órganos analizados. No existe un patrón específico en los valores. Excepto para Ca, con una tendencia a aumentar en la última etapa fenológica, independientemente del cultivar (Tabla 1).

### Contenido de ácido fítico, taninos, ácido ascórbico, Ca, Zn y Fe.

La hoja presenta el mayor contenido de taninos, ácido ascórbico, Ca, Zn y Fe independientemente del cultivar y etapa fenológica, en comparación con semilla. Fe y Zn contiene de 9 a 12 (Fe) y hasta 100 (Zn) veces más que semilla. Esto sugiere que las hojas pueden ser consumidas por el alto contenido de estos minerales (Tabla 1).

La semilla contiene los valores más altos de ácido fítico. Excepto para PV / EI (Tabla 1). Para los cultivares FJM y PV, los valores del contenido de taninos, ácido fítico y Ca fueron los más altos, y los más bajos para el ácido ascórbico indicándonos una disminución de la biodisponibilidad de Zn y Fe (Tabla 1).

**Tabla 1.** Contenido de taninos, ácido ascórbico, hierro, ácido fítico, calcio y zinc en las hojas (H) y semilla (S) de las variedades de frijol común.

Cultivar	Órgano	Fe ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	Zn ( $\text{mg}/100\text{g}$ )	Ca ( $\text{mg}/100\text{g}$ )	Taninos ( $\text{mg}/100\text{g}$ )	Ácido Fítico ( $\text{mg}/100\text{g}$ )	Ácido ascórbico ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )
AH/EI	H	320.2 $\pm$ 40.9	5.78 $\pm$ 0.13	287.7 $\pm$ 1.5	197.6 $\pm$ 7.4	4.8 $\pm$ 0.31	2.00 $\pm$ 0.10
AH/EIV	H	620.2 $\pm$ 50.3	6.51 $\pm$ 0.02	340.7 $\pm$ 6.0	392.4 $\pm$ 26.4	9.3 $\pm$ 0.7	2.15 $\pm$ 0.01
AH/EIV	S	90.47 $\pm$ 5.3	4.60 $\pm$ 0.03	43 $\pm$ 10	159.47 $\pm$ 19.41	61.91 $\pm$ 7.38	0.64 $\pm$ 0.0035
FJM/EI	H	410.3 $\pm$ 40.9	5.17 $\pm$ 0.06	181.7 $\pm$ 5.8	256.9 $\pm$ 25.4	47.9 $\pm$ 2.7	2.02 $\pm$ 0.12
FJM/EIV	H	150.9 $\pm$ 19.8	4.91 $\pm$ 0.07	279.0 $\pm$ 1.7	269.6 $\pm$ 38.3	21.6 $\pm$ 1.4	1.79 $\pm$ 0.02
FJM/EIV	S	69.8 $\pm$ 7.7	4.38 $\pm$ 0.05	130.0 $\pm$ 2.0	201.31 $\pm$ 19.41	107.71 $\pm$ 8.77	0.62 $\pm$ 0.0071
PV/EI	H	140.4 $\pm$ 18.0	6.16 $\pm$ 0.73	231.0 $\pm$ 9.5	684.8 $\pm$ 14.8	138.3 $\pm$ 15.5	1.50 $\pm$ 0.02
PV/EIII	H	920.2 $\pm$ 70.2	7.21 $\pm$ 0.27	331.0 $\pm$ 6.6	617.3 $\pm$ 7.34	64.3 $\pm$ 6.8	1.68 $\pm$ 0.09
PV/EIV	S	47.4 $\pm$ 4.7	3.25 $\pm$ 0.13	143.0 $\pm$ 1.0	53.55 $\pm$ 12.71	84.33 $\pm$ 7.52	0.72 $\pm$ 0.0035
NJ/EI	H	880.4 $\pm$ 88.6	5.61 $\pm$ 0.11	207.0 $\pm$ 1.7	354.3 $\pm$ 19.4	11.8 $\pm$ 3.8	2.03 $\pm$ 0.04
NJ/EIV	H	790.3 $\pm$ 92.6	5.57 $\pm$ 0.34	348.3 $\pm$ 6.7	269.4 $\pm$ 26.6	7.1 $\pm$ 4.3	1.52 $\pm$ 0.09
NJ/EIV	S	711 $\pm$ 18.6	4.47 $\pm$ 0.25	200.0 $\pm$ 2.0	422.14 $\pm$ 50.84	106.62 $\pm$ 2.79	0.58 $\pm$ 0.0071

### BIODISPONIBILIDAD

AH y NJ con la mayor biodisponibilidad de Zn en hoja, no así para semilla. FJM y PV, presentan una biodisponibilidad nula para este mineral. Sin embargo al aplicar la relación en suma con Ca y AF, los valores de biodisponibilidad se modifican. Evidenciando que solo en etapas tempranas de desarrollo del frijol este mineral tiene una buena disponibilidad (Tabla 2).

La biodisponibilidad de Fe es alta para ambos órganos en todas las etapas fenológicas y cultivares en presencia solo de AF. Cuando se relaciona al Ca, la biodisponibilidad cae completamente en cualquiera de los dos órganos, etapas y cultivares. Las etapas uno a cuatro se tiene la mayor biodisponibilidad de Zn. Se encontró que NJ tiene la mayor biodisponibilidad para Fe, siendo las EIII y EIV las que lo presentan (Tabla 2).

La mayor biodisponibilidad para ambos minerales la presenta AH y NJ, ya que tiene los valores más bajos (AF/Zn ó Fe<20, AF (Ca/Zn ó Fe)<8.5) para hoja, además de presentar niveles altos de contenido de ácido ascórbico (Tabla 1).

**Tabla 2.** Relaciones molares entre Ca, Zn, Fe y ácido fítico (AF) para determinar biodisponibilidad en hoja (H) y semilla (S) del frijol común.

Variedad	ÓRGANO	AF/Zn	AF*(Ca/Zn)	AF/Fe	AF*(Ca/Fe)
AH/EI	H	6.73	5.83	1.08	15.00
AH/EIV	H	10.96	7.26	12.75	150.00
AH/EIV	S	57.3	9.46	13.32	150.00
FJM/EI	H	105.82	2.60	5.27	116.21
FJM/EIV	H	31.08	6.45	9.47	135.99
FJM/EIV	S	323.76	2.89	12.22	238.85
PV/EI	H	239.92	3.53	55.25	958.65
PV/EIII	H	77.87	6.19	5.76	69.76
PV/EIV	S	235.8	3.26	10.70	17.79
NJ/EI	H	20.69	3.85	0.77	13.45
NJ/EIV	H	8.18	8.87	0.78	8.97
NJ/EIV	S	2067.9	8.24	0.77	150

## CONCLUSIONES

-El alto contenido de taninos y Ca, además de bajo contenido en ácido ascórbico para FJM y PV disminuye la biodisponibilidad de proteínas y minerales

-AH/IV presenta el mayor contenido de ácido ascórbico, esto promueven una mayor biodisponibilidad para el Zn (alto contenido)

-NJ/III con mayor contenido de Fe y menor en ácido fítico, presenta una buena biodisponibilidad de Fe.

## PERSPECTIVAS

Las relaciones molares para hoja se tomaron de relaciones hechas para semilla, ya que no se ha reportado directamente para hoja. Las relaciones ácido fítico-cinc-calcio y ácido fítico-hierro-calcio se toman porque en semilla se presenta los mayores valores de ácido fítico que taninos, pero en hoja se presentan los mayores valores de taninos que ácido fítico, por tanto se postula hacer un análisis de relaciones molares con los valores de taninos, siendo este el principal elemento inhibitorio de biodisponibilidad.

## AGRADECIMIENTOS

Este proyecto ha sido financiado por FOMIX (CONACYT-GOBIERNO DE GUANAJUATO, GTO-2003-CO2-11504).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Guzmán-Maldonado *etal.* 2000. Protein and mineral content of a novel collection of wild and weedy common bean (*Phaseolus vulgaris* L).
- Desphande, S. S. y Cheryan, M. 1985. Evaluation of vanillin assay for tannin analysis of dry beans. *J. Food Sci.* 50:905-916.
- Theil E.C. *et al.* 1997. *Eur. J. Clin. Nutr.* 51 (4): 28-31.
- Zhou Jr and Erdman Jr JW, phytic acid in health and disease. *CRC Crit Rev Food Sci Nutr* 25:495-508 (1995).
- Fordyce E J, Forbes RM Robbins KR and Erdman Jr JM, Phytate x Calcium/Zinc molar ratios: are they predictive of zinc bioavailability. *J Food Sci* 52: 440-444 (1987)