

COMPLEMENTACIÓN DE PROTEÍNAS DE FRIJOL (*Vigna sinensis*) CON CEREALES

SUPPLEMENTAL OF PROTEIN BEAN (*Vigna sinensis*) WITH CEREALS

Marisa Guerra, Alexia Torres y Marisela Granito

Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Edificio de Química y Procesos. 1 er piso. Universidad Simón Bolívar. Apartado 89000. Baruta, Caracas 1080-A, Venezuela. Teléfono 58-212-9063976. Fax 58-212-9063971. Correo electrónico: *mguerra@usb.ve, aitorres@usb.ve, mgranito@usb.ve,*

Recibido: 15-11-2008 / Aceptado: 20-03-2009

RESUMEN

Las leguminosas y los cereales complementan mutuamente sus deficiencias en los aminoácidos azufrados y lisina respectivamente, siendo *Vigna Sinensis* (frijol blanco) una de las leguminosas más adecuadas por su contenido protéico, color claro y suave palatabilidad. El objetivo de este trabajo fue complementar frijol *Vigna Sinensis* con arroz, maíz, trigo y sorgo o sus productos, para evaluar la calidad de la proteína de mezclas en diferentes proporciones. Se prepararon harinas de frijoles cocidos y deshidratados en secador de rodillos, con estas se hicieron las combinaciones del 10%, 20% al 30% del frijol con las harinas de maíz precocido, arepas, pastas, pan, arroz y sorgo. En las harinas de frijoles se hicieron determinaciones de humedad, proteínas, grasas, cenizas, fibra dietética y digestibilidad. Además, en el frijol y en las mezclas se evaluó la relación de eficiencia proteica (PER) y la digestibilidad in vivo, y en algunas el valor proteico como NDpCal %. El contenido de proteína de las harinas de frijol fue de 23,5% las cuales presentaron una digestibilidad de 74% y un PER de 2,3. En las mezclas la proteína fue de 10,5 % a 15,75% y el PER se encontró en el rango de 2,0 a 2,6. El valor proteico superior a 8, indicó que con bajo contenido de frijol, si la energía es suficiente hay un máximo complemento de la proteína. Se concluye que el frijol blanco es una buena fuente de proteína, que mezclado en proporción de 20% a 30% con algunos cereales como el arroz o sorgo o alimentos derivados de cereales (arepas, pastas, panes) de mayor consumo en el País puede resultar de alta calidad biológica.

Palabras clave: *frijoles, cereales, complementación, calidad protéica*

SUMMARY

Legumes and cereals complement each other's deficiencies in sulfur amino acids and lysine respectively, and *Vigna Sinensis* (white beans), one of the most suitable legumes for their protein content, light color and soft palatable. The aim of this work was to complement *Vigna Sinensis* beans with rice, corn, wheat and sorghum and their products, to assess the quality of protein mixtures in different proportions. Bean meal were prepared and cooked dried beans in a roller dryer, with these combinations were made of 10%, 20% to 30% of the beans with the pre-cooked corn flour, corn bread (arepas), pasta, bread, rice and sorghum. In bean meal determinations of moisture, protein, fat, ash, fiber and digestibility were made. Moreover, in the beans and the mixture was evaluated protein efficiency ratio (PER) and digestibility in vivo, and in some others the protein value as NDpCal%. Protein content of bean flour was 23.5% which showed a digestibility of 74% and a PER of 2.3. Protein in the mixtures was 10.5% to 15.75% and PER was found in the range of 2.0 to 2.6. The protein value greater than 8 indicated that low-bean, if there is sufficient energy is a maximum complement of protein. We conclude that white beans are a good source of protein, which mixed in proportion of 20% to 30% in some cereals such as rice or sorghum or foods derived from cereals (arepas, pastas, breads) with the highest consumption in the country can be of high biological quality.

Key words: *beans, cereals, complementation, protein quality*

INTRODUCCION

En todas las culturas y por miles de años se han consumido granos de leguminosas por su elevado valor nutritivo, bajo costo y facilidad de preparación. Son alimentos importantes, particularmente en países en vías de desarrollo o subdesarrollados, donde ellas representan una importante fuente proteica (Stocks, 1999).

En varios pueblos de Sur América, el consumo promedio de leguminosas es aproximadamente 25g/persona, lo que representa entre el 10% y 15% de las proteínas de la dieta. Adicionalmente, las leguminosas aportan carbohidratos complejos, especialmente almidón, fibra y vitaminas pertenecientes al grupo B, minerales, como potasio, fósforo, magnesio, zinc y en especial hierro y calcio (Anderson *et al.*, 1999). En Venezuela las leguminosas contribuyen con casi 6% de los requerimientos de proteína (Granito y *et al.* 2005) y pueden ser una fuente alternativa de proteína en la formulación de alimentos para animales (Olivares y Fernández, 2008).

El frijol (*Vigna sinensis*) al igual que otras leguminosas, es una excelente fuente de proteínas (20-40%), carbohidratos (50-60%) y otros nutrientes como tiamina, niacina, calcio y hierro. Así mismo, sus proteínas son ricas en aminoácidos como el ácido glutámico, ácido aspártico y lisina. La metionina es el principal aminoácido limitante en las proteínas del frijol (Champ, 2001). Últimamente algunos investigadores han indicado que las leguminosas contienen antioxidantes como: tocofenoles, vitamina C, carotenoides y compuestos fenólicos que previenen diversas enfermedades y mejoran la salud, de ahí que recomienden su consumo (Onylagha *et al.*, 2009).

La suplementación o complementación es la combinación de dos o más fuentes de proteínas generalmente de origen vegetal, en determinadas

proporciones para obtener una composición de aminoácidos en la mezcla que sea semejante a la del patrón estándar de la Organización Mundial de la Salud (WHO, 1998). En la práctica, uno de los componentes más importantes de estas mezclas es un cereal y generalmente se suplementan con leguminosas u oleaginosas.

Las leguminosas por su alto contenido de proteínas, no solo complementan la calidad de las proteínas de los cereales sino que pueden aumentar la cantidad (Granito *et al.*, 2003).

Desde hace mucho tiempo se han realizado varias investigaciones principalmente en Centro América y México, sobre la complementación de las leguminosas con maíz para mejorar la calidad de las tortillas (Elías y Bressani, 1972). En Venezuela al igual que en Brasil, la complementación habitual se da por el consumo de *Phaseolus vulgaris* con arroz blanco, pero la complementación de frijol (*Vigna sinensis*) con otros cereales prácticamente no ha sido estudiada (Guerra *et al.*, 2008). En consecuencia, el objetivo de esta investigación fue complementar el frijol (*Vigna sinensis*) en varias proporciones, empleando diferentes cereales para conocer la calidad de la proteína de las mezclas elaboradas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las muestras de frijol (*Vigna sinensis*) blanco (variedad orituco) fueron suministradas por el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP, Maracay) y los cereales (harinas precocidas de maíz, pan, arroz y pastas) fueron adquiridas en un supermercado local de la ciudad de Caracas.

Preparación de las harinas

La harina de frijol cocida se obtuvo previo remojo y posterior cocción en autoclave Autotester-E a 121°C por 15min y a 15 lb/plg² de presión. A continuación se preparó una pulpa con 39% de sólidos totales en un homogenizador Sinclair-Scott, la cual se secó a presión atmosférica en un secador de doble tambor Venflovalk bajo presión de vapor (50lb/plg²), con espacio de separación entre tambores de 8,8plg. Finalmente se molió en un molino Wiley Thomas, modelo N° 4, usando un tamiz de 0,5mm.

Preparación de las mezclas de frijoles con los cereales

Para la preparación de las mezclas frijol-cereal se hizo una premezcla seca con las harinas de maíz precocido, arroz blanco (cocinado, secado en bandeja a 60°C y molido), sorgo blanco (preparado por cocción, deshidratado y molido según las condiciones de Díaz 1985) y pan tipo canilla (deshidratado a temperatura ambiente y molido). Las pastas de trigo durum (largas) utilizadas fueron cocidas *al dente*, secadas a temperatura ambiente y molidas. Las arepas fueron preparadas según la forma tradicional de amasado con agua, moldeadas a mano y horneadas, después de enfriadas fueron cortadas en pedazos pequeños, secadas a temperatura ambiente y molidas. Todas las muestras fueron molidas en un molino Wiley Thomas modelo N°4, usando tamices de 0,5mm a 1,0mm. Las proporciones de las mezclas fueron de 10% a 30% de harina de frijol cocido con las harinas de los cereales.

Evaluación de las harinas de frijoles y las mezclas cereal-frijol

Se determinó humedad, proteína, cenizas, grasa cruda y fibra dietética total de acuerdo a los métodos oficiales de AOAC (1990). El contenido de fibra dietética total se realizó por el método de Prosky *et al.* (1992) y los carbohidratos por diferencia. Se midió la calidad biológica a través de la relación de eficiencia proteica (PER) y la digestibilidad *in vivo*. Para ello se usaron 6 ratas, 3 machos y 3 hembras Sprague Dawley de 21 días de nacidas con pesos entre 35 y 42g. El período de experimentación fue de 21 a 28 días, con registros interdiarios del peso de los animales y alimento consumido por cada animal. Para la digestibilidad *in vivo* se usó el método de recolección de heces de Allison (1965) y se determinó el contenido de N por el método de microKjeldahl (AOAC, 1990).

El cálculo de la proporción de energía derivada de la proteína (NDpCal %), el contenido energético total y la relación proteína /energía, como expresión del valor proteico fue determinado mediante un nomograma por el método de Tagle (1980). El valor energético fue calculado, considerando un aporte de 4Kcal/g para carbohidratos y proteínas, 2Kcal/g para

la fibra dietética y 9Kcal/g para los lípidos, y la composición porcentual de cada uno de ellos. Todos los análisis se realizaron por triplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las leguminosas son fuente importante de lisina, aminoácido esencial, lo cual les confiere la capacidad de suplementar al maíz, arroz y otros cereales, deficientes en lisina, pero ricos en otros aminoácidos importantes, como metionina y cistina (González y Ballesteros, 1998), que son los que limitan la calidad de las proteínas de *Vigna sinensis*, la leguminosa seleccionada para este trabajo debido a que tiene un color claro, que afecta muy poco el color característico de los cereales con los que se realizó el estudio y donde combinaciones adecuadas, pueden resultar en un mejor balance aminoácido. En la Tabla 1 se observa la composición de la harina de frijol deshidratada, con un valor de carbohidratos y proteínas que representan casi el 80% de los componentes. Estos valores son ligeramente inferiores a los reportados por Granito *et al.* (2004), pero están dentro del rango de los obtenidos por Monasterios (1980) quienes evaluaron el contenido de proteína en diferentes variedades de *Vigna sinensis*, incluyendo Orituco. El valor de proteína señalado por los autores antes mencionados oscila entre 23% y 27% para harinas de granos crudos y cocidos. El contenido de fibra total es alto, por lo que al mezclar las harinas de frijol con cereales, que generalmente se comercializan pulidos se logra un mejor beneficio desde el punto de vista fisiológico, aunque posiblemente la fibra afecta la digestibilidad, ya que se ha demostrado que tienen una relación inversa (Guerra, 2003).

Las harinas de cereales son relativamente bajas en proteínas (6% a 11%) y deficitarias en lisina (Guerra, 2003). El frijol tiene un alto contenido de proteínas (Tabla 1), las cuales además de complementar la deficiencia de lisina, mejoran el contenido proteico de las mezclas con cereales. Monasterios (1980) analizó el contenido de aminoácidos de diferentes variedades de frijol incluyendo la variedad orituco y encontró valores de lisina en un rango de 4,4 - 5,00 g/100g proteína.

Al evaluar la calidad de la proteína de los frijoles

cocidos, utilizando la relación de eficiencia proteica (PER), se obtuvieron valores de 2,3 (Tabla 1) es decir, bastante cercanos al valor de la caseína de 2,6. Esto indica que la deficiencia en azufrados es pequeña, ya que son los aminoácidos que limitan la calidad de las proteínas del frijol. Sin embargo, es importante destacar que el valor de PER encontrado, esta por debajo del rango especificado por Monasterio (1980) para *Vigna sinensis*, el cual va de 3,07 a 3,14; con un control de caseína de 3,30.

En referencia a los valores observados en la Tabla 1, es posible comentar que González y Ballesteros (1998) indican que la composición proximal de varias especies de leguminosas de Venezuela, poseen entre 15 y 38 % de proteínas, 1 a 2% de grasa, entre otros, lo cual se asemeja a lo expresado en la Tabla 1, la razón de su alto contenido nutricional se debe al hecho de que al ser *Vigna sinensis* una semilla, su contenido de agua es pequeño, lo cual le da capacidad de almacenar una gran cantidad de nutriente (Hernández y Sastre, 1999).

La digestibilidad in vivo, de la harina de frijoles se considera baja, pero dentro del rango de valores reportados en investigaciones realizadas por Toro (1977) quien obtuvo valores de digestibilidad que se encuentran en un rango entre 74% y 94%, según la variedad de leguminosa estudiada. El contenido de fibra esta dentro de los valores previamente reportados por Guerra *et al.*, (2008) para frijoles crudos, que se encuentran en un rango entre 15% y 19%, los cuales al recibir tratamiento térmico se mantiene entre 18% y 19% , indicando la presencia de fibra insoluble. Granito *et al.*, (2004), encontraron en frijoles *Vigna* un contenido de 15%, sin embargo, Kabas *et al.*, (2007) indican que el promedio en contenido de fibra de 8 variedades de *Vigna* es de 6,3%, pero posiblemente esta corresponde a fibra cruda, que es mucho menor que la dietética.

Tabla 1. Calidad nutricional de harina de frijoles (*Vigna sinensis*) cocidos deshidratados

PARAMETROS*	CONTENIDO
Proteínas (%)	23,5
Grasa (%)	1,7
Cenizas (%)	2,6
Carbohidratos (%)	48,7
Fibra dietética total (%)	16,5
PER (cocidos)	2,3
Digestibilidad (%)	74,0

* Base seca

Cuando se consumen cereales con leguminosas, estas siempre están en menor proporción, por lo que en el presente estudio la complementación es del frijol hacia los cereales, es decir, que pocas cantidades de frijol son suficientes para suplir las deficiencias de la mayoría de los cereales. En la Tabla 2 se puede observar como las mezclas de harina de maíz con frijol en una relación de 70:30 tienen la mejor calidad de proteína con un PER de 2,52 muy similar a la caseína (2,6), pero con solo 10%, ya se obtiene un aumento diez veces mayor en relación al PER de la harina precocida. Elías y Bressani (1972) hicieron muchos trabajos de complementación de proteínas de *Phaseolus vulgaris* (caraotas rojas y negras) con maíz en forma de tortillas como alimento básico de Centroamérica y México, y encontraron que entre 25% y 30% se obtenía la mejor calidad de proteínas.

El arroz tiene el mejor patrón de aminoácidos de los cereales incluidos en este estudio, ya que solo tiene el mejor valor de PER (Tabla 2) y en la proporción de 30% el PER es mayor a la caseína, lo que es posible porque la caseína puede presentar deficiencia de aminoácidos azufrados, al igual que las leguminosas, pero que están en alta proporción en el arroz (Guerra 2003). El sorgo es el cereal más parecido al maíz en la calidad de la proteína y puede sustituirlo en la preparación de masas para hacer arepas (Díaz 1983), por lo que se incluyo como una de las mezclas, sin embargo, los valores de PER son menores al mismo nivel de complementación, debido a que el tratamiento térmico disminuye el contenido de los aminoácidos azufrados del sorgo.

Al preparar arepas con harina de maíz precocida y complementarlas con 25% de frijol, se mejora la calidad de la proteína en un valor muy cercano a la caseína (Tabla 2), lo que indica que se obtienen los mismos resultados que Elías y Bressani (1972) con tortillas y *Phaseolus vulgaris* (caraotas rojas y negras). Al complementar el pan con 25 % de harina de frijol, la calidad de la proteína es ligeramente mejor que con la arepa, lo cual es posible, ya que el trigo es una buena fuente de aminoácidos azufrados. En general de los resultados de la Tabla 2, se puede indicar que en el rango de complementación estudiado, hay algunas proporciones de mezclas de cereales con frijol que elevan al máximo el valor de la proteína combinada. La relación ideal para casi todos los cereales estudiados esta entre 20 y 30% de frijol, donde se obtienen resultados de PER de por lo menos 80% el valor de la caseína, que es el valor considerado para una proteína de buena calidad.

Tabla 2. Efecto de la suplementación de cereales con frijol sobre la eficiencia proteica (PER)

MEZCLAS	PER
Harina precocida de maíz	0,16
Harina prec. maíz 90% + frijol blanco 10%	1,85
Harina prec. maíz 80% + frijol blanco 20%	2,05
Harina prec. maíz 70% + frijol blanco 30%	2,52
Arroz blanco	1,56
Arroz blanco 90% + frijol blanco 10%	2,12
Arroz blanco 80% + frijol blanco 20%	2,45
Arroz blanco 70% + frijol blanco 30%	2,70
Sorgo blanco	0,76
Sorgo blanco 80% + frijol blanco 20%	1,82
Sorgo blanco 70% + frijol blanco 30%	1,90
Arepa	0,14
Arepa 75% + frijol blanco 25%	2,48
Pan	1,40
Pan 75% + frijol blanco 25%	2,62
Frijol	2,27

Cuando se consumen cereales con frijoles en la misma comida, aumenta la calidad de la proteína a un valor superior al obtenido si se comieran por separado, ya que aunque el frijol tiene una proteína de calidad superior, esta es limitada por la deficiencia de aminoácidos azufrados, como se puede apreciar en la figura 1, donde se observa que la suplementación de frijoles con metionina, aumenta considerablemente el crecimiento en animales experimentales (ratas), en comparación con una dieta con harina de frijoles, con una mezcla de frijoles blancos (30%) y arroz cocido

(70%) que permitió un crecimiento muy bueno y ligeramente superior a la caseína. En mezclas crudas estos valores son inferiores, ya que están afectados por la menor digestibilidad y los factores antinutricionales, lo cual fue reportado por Monasterios (1980) quien encontró en harinas de frijol crudo una digestibilidad in vitro de 40,5% y en el frijol cocido valores superiores a 72%, dependiendo de la variedad. En el alimento cocido el aprovechamiento de la proteína depende de los otros acompañantes del plato, sobre todo de las necesidades de energía, ya que si éstas no son adecuadas, la proteína se metaboliza en energía.

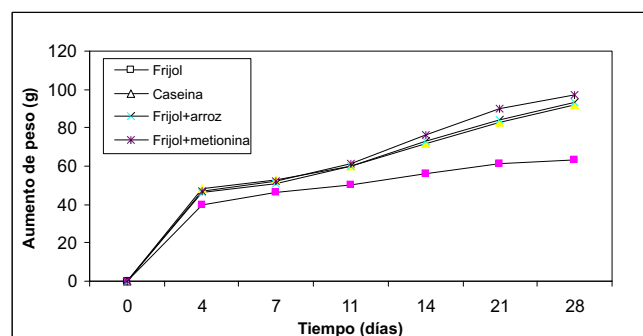


Figura 1. Crecimiento de ratas alimentadas con dietas con proteínas de frijol, frijol suplementado con metionina y con arroz, y caseína.

Cuando se determinan las proporciones adecuadas de suplementación junto con el aporte proteico, debe tomarse en consideración el valor energético. El cálculo de la proporción de energía derivada de la proteína y el contenido energético total permite mediante un nomograma obtener la expresión del valor proteico como NDpCal %, que es una forma práctica de calcular cuando el nivel de suplementación permite obtener una proteína de buena calidad y las calorías son suficientes para una óptima utilización. Los niveles de suplementación adecuada de frijoles con cereales deben dar valores de P/E superiores a 5,0 y de NDpCal% mayores de 8 para asegurar una buena calidad de la mezcla para adultos y niños mayores (FAO, 1993 y Tagle, 1980).

Si se consumen alimentos que contengan 400 g de cereales por persona por día, sería recomendable combinarla por lo menos con 60 g de frijoles. Sin embargo, si la disponibilidad de frijoles es baja, se puede considerar que una proporción de un 10 % de

frijoles sería satisfactoria para suplementar las proteínas del resto de los componentes de la comida, si el nivel de las calorías es adecuado y suponiendo que siempre cuando se preparan frijoles se condimentan y sofríen con un poco de aceite y se consumen acompañados de arroz, pastas, arepas, casabe, plátano y alguna verdura. En la Tabla 3 se muestran los resultados de mezclar una arepa o un plato de pastas con frijol en una proporción muy baja para obtener un valor de NDpCal adecuado, lo que nos indica que escogiendo alimentos con un aporte calórico razonable, se puede obtener un efecto ahorrador de proteínas. En el alimento la energía adecuada se puede lograr combinando diferentes ingredientes como la última mezcla de la Tabla 3 que corresponde a una preparación que incluye fruta y leche.

Tabla 3. Aporte de energía, proteínas y valor proteico de arepa y pastas con frijol

MEZCLAS	ENERGIA (Calorías)	PROTEÍNA (%)	NDpCal (%)
Arepa 120g + frijol 15 g	438	10,5	9,5
Pasta 100g + frijol 15 g	340	15,75	9,0
Arroz 35g + leche comp. 15g + frijol 15g + Azúcar 30g + Cambur 5g	365	10,5	8,5

Es importante señalar que la complementación de los frijoles no sólo se limita a las proteínas sino que también representa un aporte de minerales y vitaminas del complejo B, los cuales se encuentran en muy baja cantidad en los cereales refinados. Esto ha sido corroborado por varias investigaciones donde se indica que la calidad nutricional de las leguminosas incluye proteínas, tiamina, riboflavina, niacina y algunos minerales (Anderson *et al.*, 1999), lo que también se ha conseguido para frijoles de variedades *Vigna sinensis* Kabas *et al.* (2007), e incluso para las variedades venezolanas de frijoles tuy, apure y unare son una fuente importante de estas vitaminas (Monasterios, 1980).

CONCLUSIONES

- Se recomienda ampliamente el consumo de *Vigna sinensis* con diversos cereales, dado que en conjunto aumenta el contenido de proteínas y se complementan los aminoácidos esenciales limitantes de la calidad proteica.

- El frijol *Vigna sinensis* complementa las proteínas del maíz, arroz, sorgo, arepas, pastas y panes en mezclas con bajas proporciones siempre que la energía total sea adecuada y se obtiene una complementación de buena calidad cuando la relación es de 20 a 30 partes de frijol con 80 a 70 partes del cereal.
- Se sugiere incluir en la dieta diaria sobre todo en el almuerzo, combinación de cereales con leguminosas y si se puede un poco de proteína de origen animal y frutas o vegetales, dado que aportan proteínas y los otros nutrientes (vitaminas, minerales, fibra y antioxidantes) necesarias para el correcto funcionamiento del organismo, y además generan grandes beneficios a la salud.

AGRADECIMIENTOS

Al CENIAP por el suministro de las muestras, al Decanato de Investigación y Desarrollo de la USB por el apoyo financiero y un agradecimiento muy especial al Licenciado Xavier Díaz y a la estudiante de Lic. en Biología María Astrid Aular por su colaboración en la preparación del presente trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 1990. Official method of analytical chemistry. 15. Ed. Pub. By AOAC; Washington D.C.
- Allison, A. M. 1965. Biological evaluation of protein. *Physiol. Rev.* 35:644
- Anderson, J.W., Smith, B.M., Washnock, C.S. 1999. Cardiovascular and renal benefits of dry bean and soybean. *Am J Clin Nutr* 1999;(70 Suppl): 464-474
- Champ, M. 2001. Potential of grain legumes in food and feed. 4th Eur. Conf. Grain Legumes, Cracovia, Polonia. p. 5.

- Díaz, C. 1983. *Obtención de harina precocida de sorgo y utilización en la elaboración de arepas*. Trabajo de grado presentado ante la Universidad Simón Bolívar para optar al título de Magister en Ciencias de los alimentos. 252pp.
- Elías, L. G. y Bressani, R. 1972. *Valor nutritivo de la proteína de la harina de tortilla y su mejoramiento por medio de fortificación en Centro América*. En: *Mejoramiento nutricional del maíz*, R. Bressani; J. Braham; M. Behar (Ed.). Pub. INCAP L-3. Guatemala pp. 172-194.
- FAO. 1993. *El maíz en la nutrición humana*. En *Alimentación y Nutrición*. N° 25. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 85pp.
- González, K. y Ballesteros, A. 1998. *Estudio de las propiedades funcionales de leguminosas nacionales subutilizadas*. Trabajo de Grado presentado ante la Universidad Simón Bolívar para optar al título de Ingeniero Químico. 95pp.
- Granito, M.; Torres A.; J. Frías; M Guerra y C. Vidal-Valverde. 2005. *Influence of fermentation on the nutritional value of two varieties of Vigna sinensis*. *Eur Food Res Technol* 220:176-181.
- Granito, M.; Torres, A. y Guerra, M. 2003. *Desarrollo y evaluación de una pasta a base de trigo, maíz, yuca y fríjol*. *Interciencia*.28(7):372-379.
- Granito, M.; Trujillo, L. y Guerra, M. 2004. *Uso de phaseolus vulgaris y vigna sinensis como extensores de una bebida láctea fermentada*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 229-234pp.
- Guerra, M. 2003. *Efecto de los procesos tecnológicos en la calidad nutricional de cereales*. En: *Efecto del procesamiento sobre la calidad nutricional de los alimentos*. 73-104 pp.
- Guerra, M; Granito M.; Paolini M. y Olaizola C. 2008. *Uso de la leguminosa (Vigna sinensis) como complemento del pollo en una fórmula infantil*. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 58 (3): 292-297
- Hernández, M. y Sastre, A. *Tratado de nutrición*. 1999. Ediciones Díaz de Santos. España. XVIII+ 1476pp.
- Kabas, O. ; E. Yilmaz ; A. Ozmerzi; I. Akinci, 2007. *Some physical and nutritional properties of cowpea seed (Vigna sinensis L.)*. *Journal of Food Engineering* 79:14051409
- Monasterios, M. 1980. *Estudio de las propiedades de harinas de 3 variedades de frijol (Vigna sinensis)*. Trabajo de Grado presentado ante la Universidad Simón Bolívar para optar al título de Magister en Ciencias de los Alimentos, Mención Nutrición. 135pp.
- Olivares, R. y Fernández, J. 2008. *Formulación y optimización de un alimento extruido a partir frijol (Vigna sinensis) como fuente principal de proteína, para la alimentación de cachama (Colossoma macropomum) en su etapa de engorde*. *Agrollanía. Revista de Ciencia y Tecnología*. 5: 53-60.
- Onylagha, J.; Islam, S. and Ntamatungiro, S. 2009. *Comparative phytochemistry of eleven species of Vigna (Fabaceae)*. *Biochem. Syst. Ecol.* 14 (In press).
- Prosky L., et al. 1992. *Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in food products*. *Interlaboratory Study*. *J. Assoc. Of Anal. Chem.*
- Stocks, J. 1999. *Beans and legumes. A world wide staple*. *Am. Food AG Exp. Apr/May*. p. 46
- Tagle, M. A. 1980. *Nutrición*. 2ª. Ed., P.56 Editorial Andres Bello, Santiago de Chile.
- Toro, Z. 1977. *Extracción de proteínas vegetales de la Canavalia y obtención de un aislado y concentrado proteico*. Trabajo de Grado presentado ante la Universidad Simón Bolívar para optar al título de Licenciado en Química. 65pp.
- WHO. 1998. *Complementary feeding of young children in developing countries: a review of current scientific knowledge*. Geneva: WHO.