

Efecto de la cocción sobre la composición química y valor nutritivo de la semilla de *Pithecellobium flexicaule* (Bent)

Ma. Guadalupe Alanis Guzmán, Mario Rafael González Quijada, Roberto Mercado Hernández

Laboratorio de Ciencia de Alimentos, Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma de Nuevo León, México

RESUMEN. El *Pithecellobium flexicaule* (Bent) o ébano, leguminosa arbórea de alta productividad distribuida en el Noreste de México, produce semillas tradicionalmente consumidas por comunidades de la región, cocidas tiernas y maduras tostadas. Muestra de tres localidades presentó en las semillas maduras 35.3% de proteína, 25% de grasa y 13.2% de fibra dietaria total (FDT). El tostado por 10 minutos a 80-90°C mejora la digestibilidad verdadera de 79.3 a 91.8%, disminuye hasta 35% los fitatos y 96% los inhibidores de tripsina, sin embargo, los taninos como mg equivalentes de catequina/100g se incrementaron de 12.4 a 235.6, ya que éstos pasan durante el tostado de la testa a los cotiledones y la pérdida de aminoácidos azufrados por efecto del tostado ocasiona la disminución del puntaje químico (P.Q.) corregido con digestibilidad verdadera (D.V.) de 44.4 a 34.9. Las semillas tiernas tienen 12.7% de proteína, 6.6% de grasa y 3.5% de FDT. Al cocinarlas tradicionalmente hervidas en su vaina (SVT1), aunque los fitatos se reducen en un 72%, la digestibilidad es de 85.8%, igual a la semilla cruda ya que los taninos se incrementaron de 4.9 a 226 mg. Por lo que se probó hervirlas libres de vaina y testa, logrando una reducción de 73.5% en los taninos, de 88.6% en los fitatos y digestibilidad de 94.5%. Igual que en otras leguminosas, los aminoácidos limitantes son los azufrados; el puntaje químico corregido con digestibilidad proteica verdadera de 50.6% en SVT1, similar al frijol pinto.

Palabras clave: Composición, *Pithecellobium*, ébano, valor nutritivo.

INTRODUCCION

El *Pithecellobium flexicaule* (Benth). Coult (1) o *Pithecellobium ebano* (Berl) Muller (2), conocido comúnmente como ébano, es un arbusto o árbol de hasta 15 m de altura, el fruto que nos ocupa es una vaina de 6 a 13 cm de largo y de 1.8 a 3 cm de ancho, internamente septada conteniendo las semillas de aproximadamente 1.3 cm de longitud y 0.63 cm de ancho, color marrón y de revestimiento grueso. Se encuentra distribuido en el estado de Texas en E.U. y en el Noreste de la República Mexicana en los estados de Nuevo León, Tamaulipas y Coahuila, incluyendo el sureste del estado de San Luis Potosí. También se reporta en el Noroeste de la República Mexicana en el estado de Baja California (3).

Los árboles de ébano ofrecen algunos aspectos agrobiológicos ventajosos como son: su capacidad de fijación de nitrógeno, lo que le permite crecer en suelos pobres,

SUMMARY. Effect of cooking on the chemical and nutritional value of the *Pithecellobium flexicaule* (Bent) seed. The leguminous *P. flexicaule* grows at the Northeast of Mexico. People living at this region traditionally consume the seeds (unripe cooked or toasted mature). Three localities samples of mature seeds were analyzed. The main results were: Protein (Nx6.25) 35.3%, lipids 25% and total dietary fiber (TDF) 13.2%. After a toasted treatment during 10 minutes (80-90°C), the true protein digestibility increased from 79.3-91.8%, the phytate content and protein inhibitors decreased up to 35 and 96% respectively. Tannin concentration increased from 12.4 to 236 mg eq. catechine/100g, probably because during the treatment they passed from the shell to the cotyledons. Unripe seeds gave; protein 12.7%, lipids 6.6%, TDF 3.5%. When the unripe seeds in their sheath were boiling, the true protein digestibility was 85.8% (same value of the raw seeds), phytate content was reduced 68.4% and tannin concentration rose from 4.9 to 226 mg. Due to these results, the seeds free of the shell and sheaths were boiling, this time the tannin and phytate concentration were reduced 73.5 and 88.6% respectively, the true protein digestibility was 94.5%. The sulphur containing amino acids were the limit, as in other leguminous, the protein digestibility corrected amino acid score was 50.6% (unripe seeds), similar to that of pinto beans.

Key words: *Pithecellobium* seeds, chemical composition.

tolerancia a las altas y bajas temperaturas, resistencia a patógenos, numerosa producción de semilla, facilidad de propagación y resistencia a largos períodos de sequía; todo lo anterior lo convierte en un árbol de alta productividad en zonas áridas y semiáridas (4).

Las semillas son consumidas por las comunidades del Noreste de la República Mexicana, cocidas cuando están tiernas y tostadas cuando maduras, estas últimas también suelen ser molidas y utilizadas como sustituto de café. En las poblaciones se comercializa la semilla tanto verde cruda como madura una vez tostada (1,5,3).

Girat et al. (6), en un estudio de 15 leguminosas silvestres de la República Mexicana, determinaron un 31.54% de proteína en la semilla de ébano madura cruda, reportándola deficiente en aminoácidos azufrados (Met + Cis) con un contenido de 1.07g/100g de proteína y el contenido de triptofano 0.85g/100g de proteína. El hecho de que es consumida por grupos

humanos sin un estudio nutricional previo y que las condiciones de procesamiento alteran la relación de aminoácidos de las proteínas (7) y la digestibilidad de las mismas, aunado todo esto a que se trata de un árbol de alta productividad se considera de importancia evaluar la calidad de la proteína de la semilla de ébano tierna y madura cocinada en la forma que tradicionalmente se realiza.

MATERIALES Y METODOS

Se colectaron semillas tiernas y maduras (secas) de árboles de *Pithecellobium flexicaule* (Benth.), muestreados aleatoriamente, en los siguientes municipios del estado de Nuevo León, México: General Escobedo, que cuenta con una población de 176.831 habitantes; General Terán, con 16,608 habitantes y Marín, con 4.023 habitantes. La altitud de estos municipios citados en el orden respectivo son: 500, 310 y 400 m. Las características climáticas son similares ya que las tres localidades se ubican en la Llanura Costera del Golfo Norte, presentando temperatura media alta de 29-30°C en los meses de Julio y Agosto. La temperatura media baja de 14-15°C en los meses de Diciembre y Enero. Sin embargo se registran temperaturas extremas de -3°C y 43°C. La precipitación media anual es de 587 a 800 mm, siendo en Septiembre la máxima precipitación (8,9).

Las vainas tiernas se cosecharon con un grado de desarrollo próximo a la completa maduración ya que en condiciones similares son cocidas, para el consumo de la semilla, por habitantes de los citados municipios. Las vainas fueron transportadas y mantenidas en refrigeración hasta su uso.

Con las muestras obtenidas en los diferentes municipios se obtuvo una muestra poblacional, ya que Alanís et al. 1997 (observaciones inéditas), no encontraron diferencias significativas en composición química, entre las semillas de las tres localidades muestreadas.

Tratamientos

Las semillas tiernas se dividieron en tres lotes y el manejo fue el siguiente:

Tratamiento 0 (CVT0), las semillas de un lote en cantidad suficiente para obtener 500 gramos de muestra en peso seco, fueron separadas de la vaina y testa obteniendo los cotiledones crudos.

Tratamiento 1 (CVT1), un segundo lote fue cocinado como tradicionalmente se realiza, con las vainas sumergidas en agua a ebullición y a presión atmosférica por 30 minutos, posteriormente fueron removidas de su vaina y testa, obteniendo solamente los cotiledones.

Tratamiento 2 (CVT2), el tercer lote de semillas de igual tamaño fue primero separado de la vaina y testa manualmente, para cocinar los cotiledones en las condiciones ya descritas.

Los cotiledones crudos y cocidos fueron secados a 60°C durante 12 horas en una estufa marca Narca, modelo 630, con circulación de aire. Posteriormente fueron molidos en un

molino casero de café marca Cofret modelo 518, hasta ser convertidos en harinas finas las cuales fueron tamizadas en mallas de 1 mm. Estas harinas se almacenaron en recipientes de vidrio, sobre material desecante y se mantuvieron refrigeradas de 4 a 6°C hasta su análisis.

Las semillas maduras también en cantidad necesaria para producir dos lotes de 500 g cada uno de muestra procesada en peso seco, fueron separadas de la vaina, se retiró la testa obteniendo los cotiledones crudos (CMT0). Las semillas del segundo lote fueron tostadas sobre un baño de arena a temperaturas entre 80 y 90°C por 10 minutos (CMT1), esto ante la imposibilidad de registrar la temperatura en el tostado casero en comal (superficie de metal calentada con fuego), posteriormente fueron quebradas y descascarilladas, y los cotiledones molidos, tamizados y almacenados en las condiciones ya descritas para las semillas tiernas.

Composición química

A las harinas así preparadas, se les realizaron los siguientes análisis por triplicado: Contenido de proteína, grasa (EE), fibra cruda, humedad, cenizas y carbohidratos totales como extracto libre de nitrógeno (ELN), por los procedimientos de la AOAC (10). Los taninos fueron determinados como equivalentes de catequina por el método de HCl-vainillina, modificado por Price et al. (11) y Desphande y Cheryan (12). El contenido de ácido fítico se determinó mediante una modificación del procedimiento de extracción de Wheeler y Ferrel, propuesta por Davis (13), realizando la extracción con ácido tricloroacético, la precipitación con FeCl₃ y la determinación colorimétrica del fósforo fítico, previa hidrólisis. La actividad de los inhibidores de tripsina fue determinada por cuadruplicado de acuerdo a la metodología propuesta por Kakade et al. (14) utilizando tripsina y clorhidrato de benzoil-DL-arginina-p-nitroanilida (BAPA); la actividad del inhibidor de tripsina fue expresada en UIT (Unidades de Tripsina Inhibidas), definiéndose una UT como el incremento de 0.01 unidades de absorción en una mezcla de reacción de 10 mL medida a 410 nm.

La fibra dietaria total fue cuantificada por el método enzimático-gravimétrico de la AOAC (10).

Evaluación nutricia

Con la finalidad de valor el efecto del tratamiento sobre la calidad nutricia de las semillas se realizaron las siguientes determinaciones:

A. Análisis de aminoácidos.

a) Se realizó la hidrólisis descrita por Pellett y Young (15), con HCl 6N a 110°C por 24 horas en atmósfera inerte. Para la cuantificación se utilizó un autoanalizador Beckman, modelo 6300, previsto de columnas de intercambio iónico. La detección se realizó por reacción postcolumna con ninhidrina a 570 y 440 nm (16).

b) En la determinación de aminoácidos azufrados, las

muestras fueron pre-oxidadas con ácido per fórmico (15) e hidrolizadas como se describió en a) y el ácido cisteico fue determinado con un equipo modular HPLC, sistema Gold de Beckman.

- c) Para el análisis de triptofano se hidrolizó la muestra según metodología de Chiou y Wang (17), utilizando ácido metanosulfónico 4N y 3- (2-Cloruro de Aminoetil-indol) a 110°C, bajo vacío por 22 horas, se realizó derivatización con OPA (O-ftaldehído al 0.1%) y se utilizó el equipo HPLC mencionado anteriormente, equipado con un detector de fluorescencia marca Gilson, Modelo 126.
- B. La digestibilidad *in vivo* se realizó (7), con ratas machos de la raza Sprague-Dawley, de 21 días de nacidos. Los animales fueron alojados en jaulas individuales. Cada dieta fue ensayada con 8 ratas.
- C. El puntaje químico corregido con la digestibilidad verdadera fue calculado (7), utilizando el patrón de 1985 para niños en edad preescolar.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar y las diferencias entre tratamientos fueron evaluadas mediante un análisis de varianza de un factor y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey (18).

El cambio por la cocción en el contenido de taninos y en la digestibilidad verdadera fue evaluado mediante un ANOVA no paramétrico, con la prueba de Kruskal-Wallis. Y las diferencias entre pares de tratamientos (cruda-cocida) en digestibilidad fueron analizadas por la prueba de Mann-Whitney-Wilcoxon (18).

Los cálculos estadísticos fueron realizados utilizando el programa computacional SPSS. Un valor de $P < 0.05$ fue considerado significativo.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición química

Los resultados del análisis proximal en base húmeda se muestra en la Tabla 1, en ella se observa que la composición química de los cotiledones de la semilla tierna cocida con vaina tienen un mayor contenido de fibra cruda, fibra dietética y cenizas que la misma semilla cocida sin vaina y testa, lo cuál hace pensar en una pérdida por solubilización de estos componentes en el agua de cocción, sin embargo si se comparan las semillas cocidas con las semillas crudas, se observa que estas son estadísticamente similares a las tratadas sin vaina y testa; y que las cocinadas en su vaina tienen mayor contenido de fibra y cenizas que las semillas crudas lo que refleja en todo caso que se presentó migración de estos componentes de la vaina a los cotiledones durante la cocción o contaminación con residuos de testa y vaina al separar manualmente estas estructuras de los cotiledones. En ambos tratamientos también se disminuye la humedad y los carbohidratos, incrementándose

el contenido de proteína y grasa.

TABLA 1
Composición proximal y fibra dietética de las harinas de cotiledones de ébano, crudos y tratados*

Tratamientos**	CVT0	CVT1	CVT2	CMT0	CMT1
Humedad	66.7±0.5b	63.3±0.7c	62.3±0.5c	3.3±0.1a	2.6±0.1a
Proteína	12.7±0.01b	13.3±0.04c	13.7±0.1c	35.3±0.15a	35.9±0.1a
Ceniza	0.1±0.02c	1.3±0.03d	0.7±0.1c	3.8±0.05a	3.6±0.1b
Grasa	6.6±0.04c	10.2±0.03d	10.8±0.2d	25.0±0.5a	27.0±0.4b
Fibra cruda	0.1±0.01c	1.3±0.06d	0.7±0.03c	3.6±0.1a	3.2±0.1b
Carbohidratos	13.0±0.4b	10.7±0.5c	11.6±0.3c	29.1±0.3a	27.6±0.4a
Fibra dietética total	3.5±0.3b	5.9±0.07c	4.9±0.06d	13.2±0.8a	12.2±0.6a

* g/100g de muestra en base húmeda, media ±D.E., n=3

** CVT0: Cotiledones tiernos crudos, CVT1: Cotiledones tiernos hervidos en su testa y vaina, CVT2: Cotiledones tiernos hervidos desprovistos de testa y vaina, CMT0: Cotiledones maduros crudos y CMT1: Cotiledones maduros tostados en su testa. a-d medias en la misma línea compartiendo una letra común no son significativamente diferentes a $P \leq 0.05$.

En la misma Tabla 1 se observa la composición química de la semilla madura (CMT0) así como los cambios observados después del tratamiento térmico o tostado, en este caso la proteína, humedad y los carbohidratos totales son similares en la semilla cruda y cocida, sin embargo la semilla cocida tiene un menor contenido de fibra y cenizas, y mayor contenido de grasa.

Los contenidos de proteína y grasa son comparables a los de algunas variedades de soya (19) y superiores al frijól común (20).

La fibra dietaria reportada en la Tabla 1, no varió significativamente por efecto del tostado en las semillas maduras, pero sí en las semillas tiernas en que se presentaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) y el valor mayor correspondió a las semillas cocidas en su vaina. Si se comparan los resultados en base seca las diferencias se hacen más evidentes y así las semillas tiernas crudas tienen 11% de FDT, cocinada con vaina 17% y cocinadas sin vaina 13.94%. Se han reportado (21) incrementos en los contenidos de fibra obtenidos en base seca por el método con detergente neutro (NDF) y detergente ácido (ADF) en garbanzos y frijol al cocinarlos a presión atmosférica, previo remojo.

En la Tabla 2 se observa que los taninos aumentaron significativamente en las semillas maduras tostadas y en las tiernas cocidas con vaina con respecto a las crudas; disminuyendo por el contrario en las semillas tiernas cocidas sin vaina y testa.

Durante la maduración del frijol caupí hay una disminución en el contenido de taninos en el cotiledón e incremento en la testa, encontrando el 96% de los taninos en ésta última. El cocimiento de frijol caupí redujo de 38 a 76% el contenido de taninos (22). Otros autores sin embargo (23), han encontrado en habas que más del 50% de los taninos pasan al agua de cocción, mientras que la destrucción de estos compuestos por efecto de la cocción es de apenas 10%. Considerando que los

taninos e encuentran hasta un 96% en la testa de frijol (22) y observando los resultados de la Tabla 2 se concluye que las semillas cocidas tradicionalmente con testa y vaina absorbiéron y fijaron taninos en sus cotiledones, lo cuál es importante ya que el agua de cocción habitualmente se desecha, pero se consume las semillas una vez separadas de las vainas y testa que llevan ya un alto contenido de taninos. Por este resultado se incluyó el tratamiento 2 confirmando que el cocinar las semillas sin vaina (CVT2) permite obtener un alimento de mejor calidad.

TABLA 2

Contenido de compuestos antinutricionales de harinas de cotiledones de ébano crudos y tratados*

Tratamiento**	CVT0	CVT1	CVT2	CMT0	CMT1
Taninos mg/100g	4.9±0.16c	226.1±1.3d	1.3±0.18c	12.4±0.1a	235.6±2.4b
Ac. fítico mg/g	7.9±0.10c	2.5±0.1d	0.9±0.1e	27.2±0.3a	17.7±0.6b
Inhibidores de tripsina UIT/mg ^π	36.0±1.1c	0.6±0.01d	0.8±0.04d	204±2.0a	8.4±0.8b

*Media ± D.E., n=3, determinaciones en base húmeda.

**Como se señala en la Tabla 1

^πn=4

a-d medias en la misma línea compartiendo una letra en común no son significativamente diferentes a P≤0.05.

En la Tabla 2 se observan los contenidos de ácido fítico, presentándose una disminución significativa de estos compuestos en las semillas cocidas tanto tiernas como maduras, observándose una reducción de 35% en las semillas tostadas, de 68% en las semillas cocidas en su vaina y la máxima reducción de 88%, en las semillas cocidas sin vaina, esto debido quizás a la mayor penetración de calor y a la facilidad de solubilización de los fitatos. Los fitatos son disminuidos 47.18% en frijoles comunes remojados y cocidos tradicionalmente (24). En las habas cocidas tradicionalmente (23), previo remojo se redujo un 26% de los fitatos y un 14% al considerar las habas junto con el agua de cocción.

La actividad de los inhibidores de tripsina de los cotiledones de la semilla de ébano se muestran en la Tabla 2. La naturaleza termolábil de este inhibidor, permitió la reducción de 96% por el tostado en las semillas maduras y de 98% en las semillas tiernas cocidas en ambos tratamientos. El contenido de los inhibidores se incrementa en la maduración de la semilla de manera importante; de 36UIT/mg a 204UIT/mg. Estos compuestos se han disminuido un 98% en frijol cocido previo remojo (24) y en habas cocidas tradicionalmente previo remojo 62% y solo 51% cuando se analiza la semilla junto al agua de cocción (23).

Evaluación nutricia

Se muestra en la Tabla 3 la composición aminoácídica observando que en las semillas maduras crudas, excepto para triptofano se obtuvieron valores más altos que los reportados por Giral et al. (6) para la misma leguminosa cruda. Compa-

rando la composición aminoácídica con el patrón de la FAO/OMS de 1985 para niños en edad preescolar (7), se tienen relativamente altos valores de lisina, leucina, isoleucina y valina, siendo los aminoácidos azufrados el primer limitante con un puntaje químico de 56 y el triptofano el segundo limitante con un puntaje de 71 (Tabla 4). Al tostar estas semillas maduras se observa una reducción en todos los aminoácidos esenciales, siendo más drástica la pérdida en los aminoácidos azufrados, 32.6% y en el triptofano 42% (Tabla 3), por lo que el puntaje químico bajó a 38. Yañez et al. (25), tostaron semillas de *Lupinus albus* c.v. Multolupa a temperaturas de 80 a 90°C durante 10,20,30 y 40 minutos y encontraron un descenso gradual en el contenido de aminoácidos esenciales en relación al tiempo de tostado, siendo mayores las pérdidas en lisina (51%) y azufrados (29%). El tostado a los 10 minutos aumento el PER de 0.80 en la semilla cruda a 0.92 al incrementar el tiempo de tostado el valor de PER disminuyó.

TABLA 3

Contenido de aminoácidos esenciales de harinas de cotiledones de ébano crudo y tratados*

Tratamientos**	CVT0	CVT1	CMT0	CMT1	Patrón ^π
Isoleucina	28.1	34.3	34.3	29.4	28
Leucina	57.3	66.6	67.8	65.9	66
Lisina	47.7	60.1	62.2	51.5	58
Metionina	6.4	7.7	7.6	5.9	
Cistina+Cisteína	7.5	7.1	6.5	3.6	
Met+Cis.	13.9	14.8	14.1	9.5	25
Fenilalanina	11.9	12.7	13.2	9.3	
Tirosina	34.0	41.2	41.5	35.7	
Fenilal+Tiros	45.9	53.9	54.7	45.0	63
Treonina	26.0	28.2	28.1	21.2	34
Triptofano	5.7	ND.	7.1	4.1	11
Valina	43.4	52.1	51.5	43.4	35
Histidina	12.8	16.4	16.7	13.3	19

*mg/g de proteína, **Como se señala en la Tabla 1

^π FAO/OMS/UNU 1985 (7), ND: No determinado

TABLA 4

Parámetros de calidad proteica de harinas de cotiledones de ébano crudos y tratados*

Tratamientos**	CVT0	CVT1	CVT2	CMT0	CMT1
Digestibilidad verdadera (DV)%*	83.2±1.7a	85.8±1.9a	94.5±0.5b	79.3±3.6a	91.8±2.2c
Puntaje químico (PQ)	55	59	ND	56	38
PQ Corregido con DV.	45.7	50.6	ND	44.4	34.9

*Media ± D.E., n=8, ** Como se señala en la Tabla 1

(PQ) Razón aminoácídica. Aminoácidos azufrados primer limitante.

ND: No se determinó

a-c medias en la misma línea compartiendo una letra común no son significativamente diferentes a P≤0.05.

En el tostado de ébano las pérdidas de lisina fueron de 17% sin embargo no fue determinada su disponibilidad.

En cuanto a la semilla tierna el contenido de aminoácidos esenciales en ésta es 16% menor a la semilla madura siendo el puntaje químico muy similar. La cocción en su vaina ocasionó un incremento en todos los aminoácidos esenciales analizados (Tabla 3), causando un incremento en el puntaje a 59 (Tabla 4). Aunque diversos autores (26,27), señalan que el remojo previo y la cocción mejoran el valor nutricional de las leguminosas, otros (28) afirman que períodos largos de cocción o temperaturas elevadas producen una disminución en el valor nutricional de la proteína debido al cambio en el contenido de aminoácidos esenciales, especialmente lisina, la cuál decrece proporcionalmente al tiempo de cocción. En este trabajo las semillas tiernas fueron cocidas en su vaina, en agua a ebullición por 30 minutos y sin remojo; corto tiempo si se consideran los tiempos necesarios en la cocción de la mayoría de los frijoles comunes. No se detectaron pérdidas en los aminoácidos durante el tratamiento sino que se incrementaron con relación a la semilla cruda.

La digestibilidad verdadera y el puntaje químico corregido con la digestibilidad se muestra en la Tabla 4, donde se observa que aunque el tostado mejoró substancialmente la digestibilidad de la proteína, la pérdida de aminoácidos esenciales es muy importante disminuyendo drásticamente el valor nutricional de la proteína a solamente 34.9%. Por el contrario la semilla tierna fue mejorada con la cocción aumentando su valor nutricional en un 10.7% a un puntaje corregido de 50.6%. La semilla tierna cocida sin su vaina, mejoró la digestibilidad verdadera a 94.5%, sin embargo no le fue determinada su composición aminoacídica por lo que el puntaje químico no pudo ser calculado.

La diferencia en la digestibilidad de las proteínas puede atribuirse a la naturaleza de la fuente proteica, a la presencia de constituyentes no proteicos tales como fibra dietética y compuestos antinutricionales que disminuyen la digestibilidad, o bien, a condiciones de procesamiento que alteran la relación de aminoácidos de las proteínas (7). En la semilla madura su valor nutricional se disminuye con el tostado en un 32%, esto debido a la pérdida de aminoácidos esenciales y al incremento en la concentración de taninos que presenta, sin embargo, es importante mencionar que los cotiledones tostados solamente son consumidos aderezados con sal, chile y limón como bocados y la semilla completa tostada es utilizada como sustituto de café.

AGRADECIMIENTO

Universidad de Oriente, Fundación Gran Mariscal de Ayacucho, Venezuela, por el apoyo financiero brindado al M.C. Mario Rafael González para la realización de este trabajo.

Laboratorio de Química y Análisis del Departamento de Alimentos y Biotecnología de la Facultad de Química y a la

Unidad de Análisis de Aminoácidos del Inst. de Inv. Biomed. de la Universidad Nacional Autónoma de México, por el apoyo técnico prestado a los análisis de aminoácidos.

REFERENCIAS

1. Correl DS, Johnston MC. Manual of vascular plants of Texas. Texas Research Foundation. Renner, Texas. USA. 1970; p. 769.
2. Estrada AE, Marroquín JS. Leguminosas en el centro-sur de Nuevo León. Reporte Científico Especial, Fac. de Ciencias Forestales, UANL. Linares, N.L. México. 1992; (10):71.
3. Vires RA. Trees, shrubs, and woods vines of the southwest. University Texas Press. Austin, Texas, USA. 1986; p. 514.
4. Felker P. Uses of tree legumes in semiarid regions. Economic Botany 1981; 35(2):174.
5. Rocas AN. Árboles y arbustos útiles de México - Naturales e introducidos. Edit Limusa. México. 1990; 0. 146.
6. Giral F, Sotelo A, Lucas B, De la Vega A. Chemical composition and toxic factors content in fifteen leguminous seeds. Quart J. Crude Drug Res. 1978; 16(3):143-9.
7. FAO/WHO. Protein quality evaluation. Report of Joint Expert Consultation. Bethesda, MD, USA. 1989; p. 18-28, 32-9.
8. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Síntesis geográfica del estado de Nuevo León. 1986; p. 13-4.
9. Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. Anuario estadístico del estado de Nuevo León. 1996.
10. Association of Official Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis. 15th edition. Washington, D.C. 1990; p. 72,79,80,777,788,1105-6.
11. Price ML, VanScoyoc S, Butler LG. A critical evaluation of vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. J Agric Food Chem. 1978; 26:1214-8.
12. Deshpande SS, Cheryan M. Determination of phenolic compounds of dry beans using vanillin, redox and precipitation assays. J Food Sci. 1987; 52:332-4.
13. Davis KR. Proximate composition, phytic acid and total phosphorus of selected breakfast cereals. Cereal Chem. 1981; 58:347-50.
14. Kakade ML, Rackis JJ, McGhee JE, Puski G. Determination of trypsin inhibitor activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem. 1974; 51:376-82.
15. Pellet PL, Young VR, editores. Evaluación nutricional de alimentos proteínicos. Publicación técnica. UNU. 1980; p. 99-102.
16. Moore S, Stein WH. Chromatographic determination of amino acids by use of automatic recording equipment. Meth Enzymol. 1963; 6:819.
17. Chiou S, Wang KT. Simplified protein hydrolysis with methanesulfonic acid. J Chromatogr. 1988; 404-8.
18. Zar JH. Bioestatistical Analysis. Prentice-Hall, Inc., Englewood, Cliffs NJ. 1974; p. 109,133-142,153.
19. Kriworuchko D, Kaba H, Sambucetti ME, Sanahuaja JC. Maturation time and some seed composition characters affecting nutritive value in soybean varieties. Cereal Chem. 1979; 56:217-9.
20. Wu W, Williams WP, Kunkel ME, Acton JC, Wardlaw FB.

- Huang Y, Grimes LW. Thermal effects on *in vitro* protein quality of red kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L). *J Food Sci.* 1994; 59:1187-91.
21. Vidal-Valverde C, Frias J. Legume processing effects on dietary fiber components. *J Food Sci.* 1991; 56:1350-2.
 22. Chang MJ, Collins JL, Bailey JW, Coffey DL. Cowpeas tannins related to cultivar, maturity, dehulling and heating. *J Food Sci.* 1994; 59:1034-6.
 23. Ziena HM, Youssef MM, El-Mahdy AR. Amino acid composition and some antinutritional factors of cooked faba beans (Medamnis): Effects of cooking temperature and time. *J Food Sci.* 1991; 56:1347-9.
 24. Barampagna Z, Simard RE. Oligosaccharides antinutritional factors and protein digestibility of dry beans as affected by processing. *J Food Sci.* 1994; 59:833-8.
 25. Yañez E, Lobos P, Díaz G, Ballester D. Effect of roasting on the chemical composition and protein quality of lupin seeds (*Lupinus albus* c.v. Multolupa). *J Food Sci.* 1986; 51:1235-8.
 26. Kaul M, Bajwa M. Effect of heat and natural fermentation on trypsin inhibitor and hemagglutinin of black gram (*Phaseolus mungo*). *J Nutr Dietet.* 1987; 24:40-4.
 27. Gómez R, Elias LG, Molina M, De la Fuente G, Bressani R. Changes in chemical composition and nutritive value for common beans (*Phaseolus vulgaris*) and other legumes during house cooking. In Jaffé WG, editors. Nutritional aspects of common beans and other legumes seeds as animal and human foods. USAID-SLAN. Brasil. 1973; p. 93-105.
 28. Bressani R, Elias LG, Valiente AT. Effect of cooking and amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris*). *Brit J Nutr.* 1973; 17:69.

Recibido: 13-10-1997

Aceptado: 25-06-1998