

BEBIDA NUTRICIONAL A PARTIR DE LA MEZCLA FERMENTADA MAÍZ-SOYA.

Rosanna Katerine Loor Cusme¹, Rosa Irina García Paredes², Juan Humberto Avellaneda Cevallos^{1,3},
Rubén Darío Rivera Fernández¹ y Freddy Wilberto Mesías Gallo⁴

¹Jefatura de Investigación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, 10 de Agosto No. 82 y Granda Centeno, Calceta, Manabí

²Jefatura Académica y de postgrado de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

³Unidad de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo,

⁴Laboratorio de química de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López

Contacto: rosannakaterine@yahoo.com

RESUMEN

Esta investigación se desarrolló con la finalidad de producir una bebida fermentada de maíz-soya con un alto contenido en nutrientes. Se utilizó concentraciones de yogur natural que iban desde 0.5%, hasta 1%, además un Testigo (sin yogur). Se aplicaron tres réplicas. Se determinó la composición bromatológica y de aminoácidos de los granos y de la bebida escogida. Se evaluó el porcentaje de proteínas y grasas de las bebidas luego de 8 horas de fermentación, período en que se registró el porcentaje de acidez y pH. Los resultados demuestran que la fermentación incrementó la cantidad de los aminoácidos (treonina, prolina, tirosina, fenilalanina, histidina y lisina) mientras que el triptofano no sufrió ninguna alteración. La bebida fermentada maíz-soya con 1% de yogurt versus el testigo, presentaron una acidez comprendida entre 0.53% a 0.45% de ácido láctico y pH de 4.08 a 4.37 respectivamente. Las variables no fueron influenciadas por el factor en estudio. La bebida fermentada de maíz-soya alcanzó un buen balance de aminoácidos.

Palabras clave: Proteínas, aminoácidos, germinación, bacterias ácido lácticas.

ABSTRACT

This research was developed with the aim of producing a fermented corn-soy drink high in nutrients. We used natural yogurt concentrations ranging from 0.5% to 1%, control witness (without yogurt). Three replicates were applied. We determined the chemical composition and amino acids in grains and beverage choice. The percentage of protein and fat in drinks after 8 hours of fermentation, a period which presented a percentage of acidity and pH. The results show that fermentation increased the amount of amino acids (threonine, proline, tyrosine, phenylalanine, histidine and lysine), while tryptophan did not suffer any alteration. The fermented corn-soy yogurt drink with 1% versus the witness had an acidity between 0.53% to 0.45% lactic acid and pH of 4.08 to 4.37 respectively. The variables were not influenced by the factor under study. The fermented corn-soy drink reached a good balance of amino acids.

Key words: Proteins, amino acids, germination, lactic acid bacteria.

INTRODUCCIÓN

El maíz y la soya tienen características muy especiales que son por las que se los utilizan mundialmente dentro de la dieta en sus diversas formas de consumo. La combinación de estos granos se ha realizado con el fin de complementar el nivel de aminoácidos de los cereales, con la finalidad de lograr mayor balance nutritivo en comparación con la que se obtiene al consumirlos por separado (Lozano *et al.*, 2008). Como sostienen Sotomayor *et al.* (1999); Yadaw y Kheaopaul (1994), en las leguminosas, la fermentación es un proceso económico y sencillo que causa cambios químicos y modifica la funcionalidad de los alimentos. Además Campbell (1994) menciona que la acción de microorganismos y/o enzimas, genera cambios en dicho proceso y como consecuencia se mejora el valor nutricional, se disminuyen o eliminan factores antinutricionales, se aumenta la vida útil de las leguminosas y se modifican las propiedades sensoriales, lo cual a veces se traduce en una mejor aceptabilidad por el público consumidor.

Según Larrañaga *et al.* (1999) la mayor parte de los alimentos fermentados tienen origen en la actividad de bacterias ácido lácticas y hongos, especialmente levaduras y, en menor proporción, mohos. Todos los grupos de microorganismos que intervienen en la fermentación comparten características ecológicas comunes, por lo que con frecuencia se encuentran juntos en los alimentos fermentados.

En la provincia de Manabí no es muy común elaborar productos vegetales fermentados con yogur, por ello en esta investigación se planteó como objetivo, producir una bebida nutricional y sensorial a partir de la mezcla fermentada maíz-soya, inoculada con yogur natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en los Laboratorios de Investigación y Servicio al

Cliente, Microbiología y Química de la ESPAM MFL, ubicado en el Campus Politécnico EL Limóm de Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí. Como materia prima se utilizó maíz amarillo harinoso criollo y soya de la variedad INIAP 307, los cuáles fueron caracterizados mediante análisis físicos-químicos al igual que el yogur. Los granos se trataron por separado; se sometieron a un proceso de selección manual donde se eliminaron granos deformes e impurezas; se pesó 1.75 kg maíz y 0.63 kg de soya y se lavaron con abundante agua purificada. Se inició el proceso de germinación, con una relación granos: agua 1:3; en el caso de los granos de maíz se los dejó por 12 horas, con el fin de hidratarlos, luego se los escurrió y dejó en reposo hasta que se alcanzó un tamaño de radícula de 0.7 - 1 cm, lo cual ocurrió a las 43 horas (remojo y germinado), obteniéndose un promedio del 88% de granos germinados.

Los granos de soya se germinaron por 24 horas, obteniéndose un tamaño de radícula (0.4 - 0.6 cm) y el 85% de granos germinados. Luego se lavaron los granos, retirando la cutícula (granos de soya), se pesaron y se aplicó la relación granos: agua para licuar, maíz 1:2 y soya 1:1.45; luego se tamizó y mezcló (70% maíz y 30% soya) lo cual se sometió a pasteurización a 90°C por 10 minutos y posterior enfriamiento hasta 42°C, para inocularlos con yogur natural en proporciones de 0.5% hasta 1%, dejando un recipiente como testigo (sin yogur). Estos seis tratamientos y el testigo se colocaron en una estufa, a temperatura de 42°C, con lo que se inició el proceso de fermentación. Se controló pH y acidez cada dos horas para estimar el tiempo que se requería en obtener una acidez adecuada, definiéndose un período de ocho horas. Culminado este proceso, se tomaron muestras de cada tratamiento para realizar los análisis de proteína y grasa, que fueron las variables de respuestas. Se aplicó la siguiente formulación: azúcar blanca refinada el 10%, leche en polvo (La Vaquita) el 4% y cocoa en polvo (Mi Cocoa)

el 4% y 0,2% de canela en polvo, luego de mezclarlos completamente se pasteurizó a una temperatura de 70°C por 10 minutos y se procedió a envasarlos y refrigerarlos a 4°C por un período de 24 horas, donde se realizó la evaluación sensorial con 20 catadores no entrenados. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres réplicas siendo los tratamientos las concentraciones de yogur natural 1% (C1), 0,9% (C2), 0,8% (C3), 0,7% (C4), 0,6% (C5) y 0,5% (C6), además del testigo que no contenía yogur. Las variables se analizaron mediante el análisis de varianza y la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rangos múltiples de Tukey ($P < 0.05$). Entre los análisis realizados estuvieron:

Fase pre-experimental:

Proximal.- Con la finalidad de caracterizar la materia prima (granos de maíz y soya), se determinó el análisis proximal que comprendió: humedad, cenizas, extracto etéreo (E.E.), proteínas, fibra y extracto libre de nitrógeno (ELN) de acuerdo a las técnicas descritas por la AOAC (1990).

Aminoácidos.- la separación e identificación de los aminoácidos de las muestras se llevó a cabo mediante cromatografía líquida de alta resolución con detector de fluorescencia. Se utilizó una columna de 10 cm x 4.6 mm de diámetro interno (DI) C-18 fase de reserva conectada a una precolumna de 3 cm x 4.6 mm DI. Se determinaron entre 17 y 18 aminoácidos (esenciales y no esenciales) de acuerdo a la técnica descrita por Brückner (1995).

Fase experimental:

pH.- Se le controló a todos los tratamientos, durante el período de fermentación. Se aplicó el método potenciométrico, utilizando el potenciómetro (marca OAKTON).

Acidez titulable.- Se lo determinó de acuerdo a la norma INEN 13:1983, para lo cual se utilizó 20g por muestra.

Grasa.- Se determinó por el método de Gerber, norma INEN 12:1973, para lo cual se utilizó 10g de muestra.

Proteínas: Se utilizó 5g de muestra y se realizó por el método Kjeldahl, de acuerdo a la norma INEN 465.

Análisis complementario

Sensorial: Participaron 20 personas con edades comprendidas entre 22 - 32 años, quienes llenaron un test, aplicando la escala hedónica comprendida entre 1 a 5, siendo las categorías: 1. Me disgusta mucho, 2. Me disgusta, 3. Ni me gusta ni me disgusta, 4. Me gusta, 5. Me gusta mucho.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase pre-experimental:

La caracterización de los granos en los elementos analizados en el análisis proximal, hace notar que la soya INIAP 307 tuvo valores superiores en la mayoría de sus componentes con respecto al maíz amarillo de tipo harinoso; la ceniza reportó 5.45%; extracto etéreo 21.61%; proteínas 37.79% y fibra 8.78%, mientras que en el maíz solo le superó en el contenido de extracto libre de nitrógeno.

Acurio (1996), empleó maíz duro proveniente de Pastaza con una humedad mayor que el maíz amarillo empleado, el contenido de proteína fue de 9.3% menor al encontrado en esta investigación, así como cenizas, mientras que el extracto etéreo y fibra resultó superior; en cambio Bedón y Jimbo (1996), utilizaron una variedad de maíz suave proveniente de Tungurahua donde los porcentajes de proteína y extracto etéreo fueron menores que los obtenidos en esta investigación pero con una cantidad mayor de fibra.

Por lo anotado se podría decir que la composición bromatológica de los granos de maíz está en función de la variedad utilizada. Por otra parte, el contenido de proteína de los granos de soya INIAP 307 fue mayor a los alcanzados por Valencia (2006) y similares a los resultados reportados por Morett (1988), así como el porcentaje de extracto etéreo, mientras que en el contenido de fibra y cenizas fue de 4.3% y 4.6%, respectivamente.

Consecuentemente si la proteína de soya fue mayor a la del maíz, también lo será el contenido de aminoácidos (Cuadro 1) pero no a los datos obtenidos por Robbelen *et al.* (1989) citado por López (2003), donde su

composición en varios aminoácidos (A.A) es aún mayor, como en treonina, valina, metionina, isoleucina, leucina, lisina y triptófano aunque con una disminución en cistina, fenilalanina y arginina.

Cuadro 1. Porcentaje de aminoácidos en los granos (maíz y soya)

AMINOÁCIDOS	MAÍZ	SOYA	AMINOÁCIDOS	MAÍZ	SOYA
Ácido aspártico	0.62	4.77	Metionina	0.08	0.41
Treonina	0.34	1.60	Isoleucina	0.34	1.83
Serina	0.45	2.11	Leucina	1.40	3.39
Ácido glutámico	2.20	8.78	Tirosina	0.40	1.77
Prolina	0.72	2.22	Fenilalanina	0.59	2.64
Glicina	0.41	1.80	Histidina	0.30	1.13
Alanina	1.02	1.97	Lisina	0.30	2.54
Cistina	0.08	0.37	Arginina	0.46	4.67
Valina	0.47	1.96	Triptófano	0.04	0.27

Fase experimental:

pH.- Tomando como referencia el tratamiento con mayor y menor concentración de yogur, es decir C1 y C6, iniciaron (tiempo cero) con un pH de 5.57 y 5.98 siendo el Testigo de 6.13, los mismos que transcurridas las cuatro horas de fermentación, descendieron hasta 4.21; 4.60 y 5.76 respectivamente, y finalizado el proceso llegaron con pH 4.08; 4.21 y 4.37 (Gráfico 1). Por su parte, Trindade *et al.* (2001), realizaron una fermentación de leche de soya con una concentración de yogur de 3%, que inició con pH de 6.6 y luego

descendió hasta 5.5 transcurrido cuatro horas de fermentación, el pH fue similar a los obtenidos en esta investigación al inicio del proceso, lo cual pudo deberse a la variedad de soya utilizada, ya que resultó un poco más ácida (6.13) que la utilizada por estos autores.

En el gráfico 1 se aprecia que a diferencia del testigo, el pH de todos los tratamientos desciende de forma similar, notándose que este descendió drásticamente en un 62% desde la segunda hasta la cuarta hora de fermentación y que desde la sexta hasta la octava hora la acidificación fue volviéndose más lenta (4%).

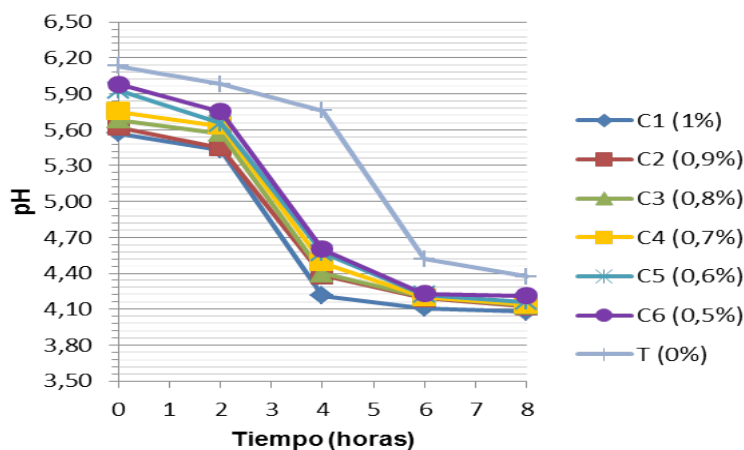


Gráfico 1. Comportamiento del pH durante la fermentación del líquido maíz-soya

Acidez: Los tratamientos C1, C2, C3 y C4 iniciaron con valores de 0.20% de ácido láctico a diferencia de C5 y C6 que tuvieron 0.18%, y el testigo que empezó con el 0.17%, los mismos que se fueron incrementando a medida que pasaba el tiempo de fermentación. Transcurridas ocho horas de fermentación, los tratamientos C1, C2, C3 y C4 alcanzaron el 0.53% de ácido láctico, C5 y C6 el 0.49% y el testigo el 0.45% de ácido láctico (Gráfico 2).

El porcentaje de acidez no se registra en las etiquetas de productos similares (Ades) por lo que se comparó con los parámetros de la norma INEN 2 395:2009, donde establece como mínimo 0.5% de acidez en bebidas lácticas, lo que permitió definir que los tratamientos que cumplen este requisito son: C1, C2, C3 y C4, propiciando el medio apropiado para inhibir el desarrollo de microorganismos indeseables.

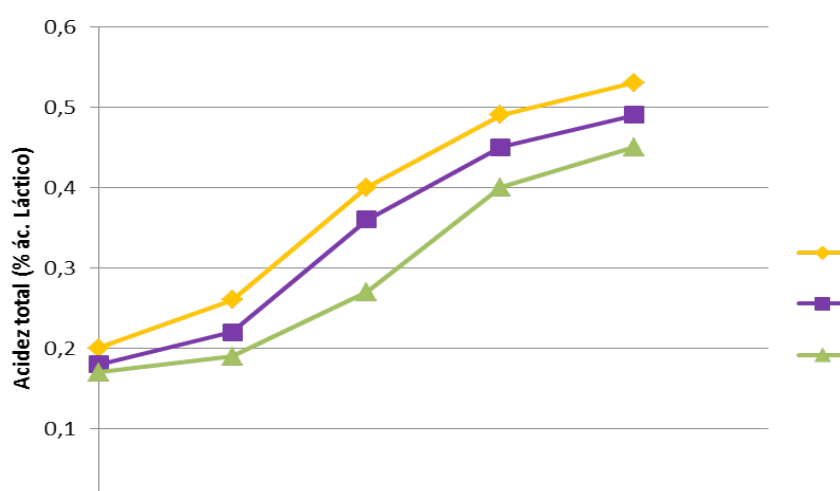


Gráfico 2. Comportamiento del contenido de ácido láctico durante la fermentación del líquido maíz-soya

Fase post-experimental:

Grasa.- Las concentraciones ensayadas no revelaron diferencias estadísticamente significativas, ya que el factor en estudio no influyó en esta variable, por lo cual se podía considerar cualquiera de los tratamientos, sin embargo se tomó las diferencias numéricas encontradas en las medias (Cuadro 2) donde se puede notar que en C2 y C4 (1.17%) existe la menor cantidad de este componente, sin embargo el tratamiento C1 (1.27%) que reporta el valor más alto, no demuestra

un incremento en comparación con los reportados en la bebida Ades 1.5%. Además la norma INEN 2 395:2009 establece como mínimo el 1% y un máximo 3% para productos de tipo II, permitiendo que los valores alcanzados estén dentro de los rangos indicados. Por ello se escogió la bebida C3, por encontrarse con un valor intermedio (1.23%) el cual al formularse se incrementó hasta 1.53% posiblemente a la grasa contenida en los aditivos incorporados (cocoa y leche en polvo).

Cuadro 2. Medias de la variable Grasa (%)

TRATAMIENTO	MEDIA
C1	1.27
C2	1.17
C3	1.23
C4	1.17
C5	1.20
C6	1.20
T	1.20

Proteínas.- Esta variable no estuvo influenciada por el factor en estudio, pudiéndose evidenciar que no presentó diferencia ($P>0.05$), no obstante existió una pequeña variabilidad numérica entre los tratamientos (Cuadro 3), por lo cual se consideró aquel que alcanzó el valor más elevado (C3 con el 2%) por acercarse al porcentaje de la bebida Ades (2.6%). Sin embargo, los parámetros establecidos en la bebida láctea mostrada en la norma INEN 2 395:2009, todos los tratamientos cumplen el porcentaje de proteína mínimo (1.8%). Formulada esta bebida el porcentaje se incrementó hasta 2.81%. Este aumento pudo deberse a los aditivos empleados,

como leche y chocolate en polvo, que contiene porcentajes considerables de proteína de origen animal y vegetal.

Cuadro 3. Medias de la variable Proteína (%)

TRATAMIENTO	MEDIA
C1	1.89
C2	1.85
C3	2.00
C4	1.90
C5	1.89
C6	1.93
T	1.81

Análisis sensorial.- En el Cuadro 4 se localizan los valores promedios de la evaluación sensorial, donde la C3 tuvo el valor promedio 3.99 siendo predominante entre los demás tratamientos en la mayoría de los atributos, como en olor (4.15), en color (4.25), en aroma (3.85), pero en sabor (3.70). Sin embargo, el que presentó el menor valor promedio fue el tratamiento C2 (3.19), que estuvo muy a la par con el testigo que promedió de 3.20.

Cuadro 4. Medias del análisis sensorial

TRATAMIENTOS	ATRIBUTOS				
	OLOR	COLOR	AROMA	SABOR	PROMEDIO
C1	3.25	3.40	3.50	3.15	3.33
C2	3.15	3.45	3.25	2.90	3.19
C3	4.15	4.25	3.85	3.70	3.99
C4	3.75	3.55	3.50	3.40	3.55
C5	3.40	3.55	3.55	3.65	3.54
C6	3.30	3.45	3.55	3.85	3.54
T	3.30	3.60	3.20	2.70	3.20

La evaluación sensorial fue el complemento para elegir el tratamiento que se debía reproducir a mayor escala, siendo este la C3 (0.8% de yogur en mezcla del 70% - 30% maíz-soya), ya que el porcentaje de proteínas fue mayor y su contenido de grasa se aproximó al valor promedio de los tratamientos, al igual que se mantuvo dentro de los rangos de acidez y pH que permitieron mantener inocuo el producto final.

Aminoácidos.- Haciendo una comparación del líquido sin fermentar con el fermentado en el tratamiento escogido (C3), se puede indicar que la fermentación favoreció el incremento de los aminoácidos: treonina, prolina, tirosina, fenilalanina, histidina, y lisina, manteniendo el mismo valor el triptófano, pero se vieron reducidos los aminoácidos: ácido aspártico, serina, ácido glutámico, glicina, alanina, cistina, valina, metionina, isoleucina y leucina.

En la aplicación de ciertas operaciones (licuado y tamizado) para obtener la bebida se pudo perder cierta cantidad de nutrientes que los granos enteros

poseían, pero que a la vez son necesarios para permitirle a las bacterias lácticas desdoblar los macroelementos que poseen estos granos (cereal y leguminosa).

Cuadro 5. Contenido de aminoácidos (mg/100ml) del líquido y bebida.

AMINOÁCIDOS	LÍQUIDO SIN FERMENTAR	LÍQUIDO FERMENTADO	BEBIDA MAÍZ-SOYA
Ácido aspártico	268.64	234.01	301.35
Treonina	70.20	88.66	85.67
Serina	93.40	88.14	110.90
Ácido glutámico	476.34	42.63	608.11
Prolina	73.80	76.65	127.46
Glicina	84.2	77.82	97.67
Alanina	102.17	63.31	139.60
Cistina	11.30	2.95	9.58
Valina	87.40	80.50	111.51
Metionina	94.70	89.61	100.07
Isoleucina	88.10	86.95	106.98
Leucina	197.02	192.83	264.18
Tirosina	257.42	275.13	174.47
Fenilalanina	84.70	98.29	94.84
Histidina	75.45	741.48	54.91
Lisina	101.96	614.40	118.21
Triptófano	8.69	8.91	15.61

CONCLUSIONES

Con la mezcla fermentada maíz- soya se obtiene una bebida con alto contenido nutricional basado especialmente en el balance de aminoácidos utilizando 0.8% de yogur en mezcla del 70% - 30% maíz-soya respectivamente, que además favorece sus características sensoriales, haciéndola agradable al consumidor y con contenido bajo en grasa.

LITERATURA CITADA

- Acurio, B y Álvarez, L. 1996. Obtención de un alimento infantil para la Amazonía Ecuatoriana. Tesis de Ingeniero en Alimentos. Ambato, Ecuador. p. 162.
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemist), 1990. Official Methods of Analysis of the AOAC. 15th ed. K. Herlich. Virginia.
- Bedón, C. Jimbo, N. 1996. Papilla a base de arroz (*Oryza sativa*) y arveja (*Pisum sativum*) fermentados. Tesis de Ingeniero en Alimentos. Ambato, Ecuador. p. 167
- Brückner, H. 1995. Separation of Amino acids (ONZ-Cl). Journal of Chromatography A, 697. p. 295-307
- Campbell, P. 1994. Fermented foods - a world perspective. Food Res Int (27). p.253-257.
- INEN (Instituto Ecuatoriano de Normalización) 1973. Leche. Determinación del contenido de grasa. NTE INEN 12:1973. Quito-Ecuador. p. 2-4.

- INEN. (Instituto Ecuatoriano de Normalización) 1983. Leche. Determinación de acidez titulable. NTE INEN 13. Primera revisión. Quito. Ecuador. p. 3 – 4.
- INEN. (Instituto Ecuatoriano de Normalización) 2009. Leches fermentadas. Requisitos. NTE INEN 2 395:2009. Quito-Ecuador. p.1.
- Larrañaga, I. Carballo, J. Rodríguez, M. y Fernández, J. 1999. Control e Higiene de los Alimentos. Primera edición Impreso en España. Editado por McGRAW –HILL/ INTERAMERICANA DE ESPAÑA, S.A.U.
- López, L. 2003. Cultivos industriales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. Barcelona. México. p. 513.
- Lozano, O. Solórzano, E. Bernal, I Rebolledo, H y Jacinto, C. 2008. Pinole de alto valor nutricional obtenido a partir de cereales y leguminosas. Rev. Ra Ximhai. (4) 2 p. 283-294.
- Yadaw, S y Kheaopaul, N. 1994. Indigenous legume fermentation: effect on some antinutrients and in-vitro digestibility of starch and protein. Food Chemistry (50) 4, p. 403-406.
- Morett, E. 1988. Desarrollo del cultivo de soya en Venezuela. V Seminario: manejo de suelos en sistemas de producción de soya. Editor IICA. p.211
- Sotomayor C. Frias J, Sadowska J y Vidal-Valverde C. 1999. Lentil starch content and its microsomal structure as influenced by natural fermentation. Starch.(51). p. 152-156.
- Trindade, F. Terzi, S. Trugo, R. Della y R. Couri, S. 2001. Development and sensory evaluation of soy milk based yoghurt. Universidad Federal Rural do Rio de Janeiro, EMBRAPA-CTAA. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 51.
- Valencia, R. 2006. Soya (Glycine max (L.) Merrill) Alternativa para los sistemas de producción de la orinoquia Colombiana. Plan de Investigación y desarrollo tecnológico de la soya. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Editora Guadalupe Ltda. Bogotá, D.C. p. 37-38.