

LA SOYA COMO FUENTE DE PROTEÍNA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Vitaliano Garzón Albarracín¹

El uso de la soya (*Glycine max*) en la alimentación animal ha abierto un amplio panorama a la industria de concentrados, al permitir la formulación de dietas con una excelente concentración y disponibilidad de energía, aminoácidos y ácidos grasos esenciales. Por su alto contenido de grasas (18 a 20%) y proteínas (37 a 38%), el frijol soya se presenta como una valiosa materia prima para su utilización en la industria destacándose la extracción de aceites y la formulación de alimentos balanceados para animales. Con este recurso es posible satisfacer las necesidades nutricionales de las líneas modernas de aves y cerdos, que exigen raciones de alta calidad nutricional y sanitaria, así como de una elevada densidad energética y proteica.

La utilización de la soya se inició en el Oriente, en donde a esta leguminosa se le daba un valor tanto alimenticio como medicinal. Su procesamiento para obtener aceite y harina comenzó en tiempos más recientes y sólo despertó interés en Europa hasta el año de 1908. La harina desgrasada de soya sirvió inicialmente como fertilizante y como alimento para el ganado. Su valor nutritivo fue reconocido después de la Segunda Guerra Mundial y actualmente, la mayor parte de la harina es utilizada en la formulación de alimentos concentrados para cerdos, aves, peces y ganado bovino.

Colombia por su diversidad de clima y suelos cuenta con áreas potenciales para el cultivo de la Soya encontrándose entre otras el Valle del Cauca, la Costa Atlántica, los Valles Interandinos y los Llanos Orientales, pero debido a que la producción es irregular y poco competitiva el gobierno tiene que recurrir a importaciones permanentes para satisfacer la demanda de las fábricas productoras de concentrados, lo que encaja notablemente el valor final del alimento para animales.

¹ M.V. Investigador programa procesos agroindustriales. CORPOICA, C.I. La Libertad, Villavicencio, Meta, Colombia. E mail. vgarzon27@hotmail.com.co

Características nutricionales del grano de soya

La semilla de soya se compone de proteínas, lípidos, hidratos de carbono y minerales; siendo las proteínas y los lípidos las partes principales, constituyendo aproximadamente un 60% de la semilla. Las proteínas tienen un alto contenido del aminoácido lisina comparado con otros cereales.

Se considera que la semilla de soya limpia y seca con un 12% de humedad puede ser almacenada hasta por dos años sin pérdida alguna de su calidad. La utilización de la soya como alimento, tanto para aves como para cerdos, se amplió cuando se observó que, mediante el calor seco (tostado) o el calor húmedo (cocido) se inactivaban los factores antinutricionales contenidos en la semilla, mejorándose así la eficacia nutritiva de los monogástricos alimentados con esta leguminosa. Otra forma de utilización de la soya, como fuente de proteína en la alimentación de animales, es la extrusión que consiste en mezclar harina de soya, concentrados o proteínas aisladas con agua, alimentando un aparato extrusor para cocción, con calentamiento bajo presión, lo que permite su extracción; la masa calentada y comprimida se expande al extruirla y el resultado es una masa esponjosa que después de hidratarse presenta una textura elástica y masticable.

Actualmente la soya está considerada como la fuente proteica de mejor elección para la alimentación de cerdos y aves en crecimiento y finalización por su alto contenido proteico (37.5%), alta digestibilidad (82%), buen balance de aminoácidos, calidad consistente y bajos costos comparada con otras fuentes proteicas.

La principal desventaja para la utilización del grano de soya en su estado natural en la alimentación de monogástricos es la presencia de factores antinutricionales siendo ellos Antitripsina, Lipoxigenasa, Ureasa, Hemaglutinina y factor antitiroideo. Los dos primeros tienen gran interés por ser elementos que afectan negativamente la utilización de la proteína, la grasa y los carbohidratos a nivel intestinal y se manifiestan en una pobre digestibilidad, traducándose en disminución del crecimiento y pérdida de peso tanto en aves como en cerdos.

Estudios realizados por la Asociación Americana de Soya (ASA) e investigadores como Waaijenberg (1985), Noland (1985), Buitrago, Portela y Eusse (1992) han demostrado cómo el grano integral de soya para ser utilizado en dietas para animales debe ser sometido a un proceso térmico, el cual destruye los factores antinutricionales presentes en el grano recién cultivado y permite aprovechar al máximo su potencial de energía y proteína.

Al realizar los análisis nutricionales de la soya, tanto en forma de grano crudo, como procesado (tostado) y como subproducto (torta de soya), encontraron que la principal diferencia se observa en el porcentaje de grasa en el grano entero, el cual es del 17.5% comparado con la torta de soya que solo tiene el 1.5%. También observaron que el mayor porcentaje de proteína correspondía a la torta de soya, siendo del 46%, comparado con el grano de soya entero que sólo tiene 37.5%. Respecto a la utilización del grano de soya en la alimentación de monogástricos observaron que el mayor limitante es la presencia de factores antinutricionales y factores tóxicos, los cuales deben ser destruidos antes de elaborar las dietas, Tabla 1.

Tabla 1. Composición nutricional del grano de soya crudo, grano de soya procesado y de la torta de soya.

Componentes	Unidad	Grano de soya		Torta de soya
		Crudo	Procesado	
Materia seca	%	90	90	90
E. metabolizable cerdos	(mcal/kg)	3.2	3.5 - 4.2	3.25
E. metabolizable aves	(mcal/kg)	3.2	3.4 - 3.8	3.25
Grasa	%	17.5	17.5	1.5
Proteína	%	37.5	37.5	45.5
Metionina	%	0.52	0.52	0.70
Metionina + cistina	%	1.08	1.08	1.41
Lisina	%	2.42	2.42	2.90
Triptófano	%	0.54	0.54	0.62
Ácido linoleico	%	8.5	8.5	0.55
Fibra	%	5.5	5.5	3.4
Calcio	%	0.26	0.26	0.30
Fósforo	%	0.61	0.61	0.64
Índice de ureasa		2.0 - 3.0	0.02 - 0.5	0.02 - 0.5
Inhibidor tripsina	%	75 - 80	< 0.10	< 0.10

Fuente: Buitrago, Portela, Eusse. 1992.

PRINCIPALES MÉTODOS DE INDUSTRIALIZACIÓN DE LA SOYA

Para alcanzar el máximo aprovechamiento de los diferentes valores nutricionales del frijol soya es necesario someterlo a un proceso térmico adecuado, el cual permite inhibir la actividad de dichos factores en razón a que son termolábiles. La destrucción en mayor o menor grado de estos principios antinutricionales depende de la intensidad de la temperatura y de la duración del proceso.

Si el proceso es deficiente (poca temperatura o poco tiempo de procesamiento), los principios antitripsinos no son inactivados de manera efectiva reflejándose en pérdida de peso en cerdos adultos, índices de conversión muy bajos, lo que conlleva a intoxicaciones en lechones. Por otra parte, si el procesamiento es exagerado (demasiado tiempo o temperaturas demasiado altas), aunque se logre la inactivación de los factores antinutricionales, se puede ocasionar una destrucción irreversible de ciertos aminoácidos esenciales como la lisina, la que afecta la calidad de la proteína y el rendimiento de los animales, encontrándose lotes que aunque se les suministre las raciones en cantidades recomendadas, no se obtienen ganancias de peso y por el contrario se observan pérdidas de peso o estancamiento del lote.

Siempre y cuando se garantice un proceso eficiente, el grano de soya aporta un nivel excelente de energía útil, proteína y aminoácidos esenciales, especialmente Lisina. Estas características favorecen la inclusión de porcentajes altos del grano durante todas las fases de producción de cerdos y aves.

Actualmente se han desarrollado equipos y métodos eficientes de procesamiento, que permiten obtener un producto de alta calidad, tanto en el contenido nutricional como en la disponibilidad de esos nutrientes. Al mismo tiempo, la mayoría de esos procesos garantizan la disminución de los factores antinutricionales presentes en el grano crudo.

Los equipos comerciales que se utilizan para procesar el grano de soya se basan en los siguientes principios:

- ❖ Tostado en seco
- ❖ Tostado infrarrojo
- ❖ Micronización
- ❖ Hidrotérmico
- ❖ Micro-ondas
- ❖ Cocción en sal
- ❖ Extrusión en seco
- ❖ Extrusión húmeda (con vapor)

Independiente del método que se utilice, se requiere de especificaciones precisas en relación con la temperatura y tiempo de proceso para garantizar la obtención de un producto de óptima calidad y su utilización en la elaboración de las dietas.

Para tener completa seguridad en la calidad del grano de soya procesado, es necesario realizar controles a cada lote de producto, el cual debe estar orientado a evaluar el contenido de factores antinutricionales y la disponibilidad de la proteína y aminoácidos, fuera de los análisis nutricionales de rutina como son: proximal, macro y micro elementos.

En condiciones prácticas se recomienda realizar una evaluación para los inhibidores de tripsina midiendo el índice de ureasa y una evaluación sobre niveles de lisina para conocer la disponibilidad de proteína. La prueba de ureasa está basada en cambios del pH, el cual debe estar entre 0.1 y 0.3. Al encontrar valores superiores a 0.3 nos indica que el proceso fue incompleto y por lo tanto los factores antinutricionales no fueron destruidos en su totalidad. Igual sucede con valores inferiores a 0.1, lo que nos está indicando que hubo un sobrecalentamiento del grano de soya y por lo tanto se desnaturizó la proteína.

Método de cocción

Consiste en poner a hervir un recipiente con agua hasta alcanzar el punto de ebullición, luego se introduce el grano de soya en un costal de fique y se deja cocinar durante 25 a 30 minutos después de los cuales se saca y se pone al sol para su secado y posterior utilización en la preparación de las dietas para animales o su almacenamiento. Este proceso está recomendado para ser utilizado por pequeños productores y garantiza la inactivación de los factores antinutricionales presentes en el grano de soya.

Método de tostado

Se utilizan equipos a base de calor seco (sin vapor), el cual es aplicado directamente a la superficie del grano por un breve período de tiempo. Los tostadores más conocidos utilizan gas o combustibles y pueden tener una capacidad desde 1 tonelada por hora, hasta 12 toneladas por hora. La mayoría de los equipos utilizan aire caliente con temperaturas que oscilan entre 300 y 350°C durante un tiempo de paso del grano de 1 a 3 minutos y temperatura de salida de 130 a 170°C. Desde el punto de vista sanitario, este proceso destruye la mayor parte de microorganismos patógenos, insectos, hongos y otros organismos que afectan la calidad del grano. Cuando se realiza con un estricto control, el producto que se obtiene es de alta calidad nutricional y con un nivel mínimo de factores antinutricionales.

Corpoica ha validado y ajustado un sistema de tostado que consiste en utilizar un tambor con capacidad para 200 kilos de soya el cual se hace girar mediante un

motor reductor a 32 revoluciones por minuto (R.P.M.) para asegurar un homogéneo calentamiento del grano de soya. Este calentamiento se produce a través de una parrilla que está situada en la parte inferior del tambor la que es alimentada por ACPM hasta elevar la temperatura a 118°C, tiempo en que se estandariza la prueba para la óptima utilización del grano de soya sin que se desnaturalice la proteína, ni se destruyan los aminoácidos esenciales como la lisina y la metionina y se logre una destrucción de los factores antinutricionales. Este método es de fácil aplicación y se recomienda en explotaciones pecuarias en donde se elaboran alimentos permitiendo el uso alterno de alimentos y fuentes de proteína y energía producidas en el predio o en la región como la soya, la cual reduce hasta un 42% los costos de alimentación (Garzón, 2003).

Método de extrusión

Se recomienda para ser utilizado a nivel empresarial y puede ser extrusión seca o húmeda. En el primer caso se involucra el uso de presión y fricción mecánica para generar el calor requerido en el calentamiento del grano de soya. En este proceso el grano previamente molido se pasa por un cilindro mediante un tornillo sinfin. El calor originado por la fricción en el cilindro es suficiente para desactivar los factores antinutricionales. Estos equipos trabajan con temperatura entre 150 y 170°C y un tiempo de retención del grano de 30 a 60 segundos presentándose disminución de un 15% de humedad. La extrusión húmeda incluye el uso de vapor durante el proceso y en el mismo no hay pérdida de humedad.

VENTAJAS COMPARATIVAS DE LA SOYA

Independiente del método utilizado para la disminución de los factores antinutricionales, una vez procesado el frijón soya y elaboradas las dietas para animales, proporciona altas concentraciones de energía aprovechable y de aminoácidos con alta disponibilidad biológica, lo que permite alcanzar ganancias diarias de peso superiores a 700 gramos en cerdos y 46 gramos en pollos de engorde.

El parámetro de producción, donde generalmente se evidencia con mayor claridad el efecto positivo de las raciones con grano de soya es la eficiencia de conversión alimenticia. Como se puede apreciar en la Tabla 2, el índice de conversión para la soya tostada es de 3.13 en relación con la torta de soya que es de 3.24 o de la soya cruda que es de 4.0. Este índice de conversión más bajo permite reducir los costos de alimentación y acorta el tiempo de salida al mercado de los cerdos en crecimiento y engorde al alcanzar importantes incrementos en las ganancias de peso diario.

Tabla 2. Evaluación de la torta de soya, soya tostada, soya extruida y soya cruda en raciones para cerdos en crecimiento y engorde (20 - 100 kg).

Alimento	Ganancia peso diario (g)	Índice de conversión
Torta de soya	780	3.23
Soya tostada en seco*	820	3.13
Soya extruida **	830	3.13
Soya cruda	570	4.0

Fuente: Hanke et al, 1972 citado por Buitrago, Portela y Eusse 1992.

* Temperatura de salida: 141°C

** Temperatura de salida 125°C

Otra de las características importantes del grano de soya es el contenido de aminoácidos esenciales como: lisina, metionina, metionina + cistina y triptófano, los que a través del procesamiento térmico del grano se hacen biodisponibles con valores bastante altos en comparación con otros aminoácidos de origen vegetal y animal, Tabla 3.

Tabla 3. Contenido de proteína, aminoácidos, energía y fibra del grano de soya frente a otras fuentes de origen vegetal.

Alimento	Proteína (%)	E.D. Kcal/kg	Lisina (%)	Metionina + Cistina (%)	Fibra %
Frijol soya	37.5	4.140	2.42	1.08	5.5
Torta de soya	46	3.565	2.9	1.41	3.4
Maíz	10	3.695	0.26	0.38	2.2
Torta de algodón	40	3.054	1.52	1.24	13.5
Sorgo	9.5	3.695	0.23	0.34	2.0
Harina de arroz	12	3.391	0.60	0.52	5.0

Fuente: Condensado NRC, 1978- ABBE 1996.

Estudios realizados por la comercializadora internacional ABBE Ltda. demuestran cómo la soya entera tostada tiene altos porcentajes de digestibilidad en cuanto se refiere a la proteína y los aminoácidos esenciales lisina y metionina frente a otras fuentes de origen vegetal y animal, Tabla 4.

CORPOICA realizó en el año 2004 estudios sobre costos de producción de los principales cultivos del departamento del Meta, encontrando que la fuente de proteína más barata para la elaboración de dietas de animales, la constituía el frijón soya. Tabla 5.

Tabla 4. Coeficiente de digestibilidad de la proteína y de los aminoácidos: lisina y metionina, contenidas en algunas materias primas para animales.

Materia Prima	Coeficiente de digestibilidad		
	Proteína (%)	Lisina (%)	Metionina (%)
Soya entera tostada	82	79	83
Torta de soya	89	88	91
Sorgo rico en taninos	60	63	73
Maíz	88	79	91
Arroz paddy	85	71	83
Harina de carne	66	62	68

Fuente: ABBE Ltda. 1996.

Tabla 5. Costos de producción de cultivos en el Departamento del Meta. 2004.

Cultivo	Costos (\$/ha)	Rendimiento (Kg/ha)	Valor (Kilo \$)	Proteína (%)	Valor Punto Proteína (\$)
Frijol Soya	1.461.013	2.5	584	37.5	16.
Maíz	2.184.332	5.0	436	10	43.
Arroz Riego	3.258.434	5.71	570	12	48.
Arroz Secano	2.918.832	5.27	554	12	46.

Fuente: Corpoica C.I. La Libertad y Fedearroz 2004.

IMPORTANCIA DE LA SOYA EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Son muchos los trabajos realizados en lo que respecta a la utilización de la soya como fuente de proteína en la elaboración de dietas para animales, ya sea aprovechando el grano de soya integral al cual se le hace un proceso de cocción o tostado para eliminar los factores antinutricionales, o a través de un proceso más industrializado en donde se separa el aceite del grano y se utiliza el subproducto (torta de soya), como fuente proteica.

Independiente del método utilizado en el proceso de industrialización, se hace necesario diseñar estrategias que conlleven a incentivar a los productores de soya, para alcanzar óptimos rendimientos con bajos costos de producción y así permitir la competitividad en los mercados regional, nacional e internacional.

Como complemento a la información descrita, a continuación se presenta una serie de trabajos realizados en diferentes regiones del país y en el programa de porcinos del C.I. La Libertad de CORPOICA, tanto en cerdos como en pollos de engorde,

donde se muestra claramente las bondades y el rendimiento en peso de animales alimentados con soya como única fuente proteica, Tabla 6.

Tabla 6. Alimentación de cerdos con soya integral tostada (SIT), como única fuente de proteína.

Parámetros	Fuente*				
	1	2	3	4	5
Nº cerdos en evaluación	144	89	10	92	20
Peso inicial (kg)	30.6	51.6	20	17.5	20.4
Peso final (kg)	71.6	89.9	87	83.6	105
Días en ceba	57	44.5	96	132	112
Ganancia de peso diaria (g)	710	860	700	502	755
Consumo alimento día (kg)	2.0	2.62	2.3	0.6	2.3
Índice de conversión	2.8	3.0	3.2	-	3.0
Valor Kilo alimento (\$)			230	420	360

* Fuente

1. Resumen 3 granjas en Antioquia. 1996. Fuente: ABBE Ltda. 1996.
2. Resumen 2 granjas en Antioquia. 1992. Fuente: ABBE Ltda. 1996.
3. Investigación Corpoica C.I. La Libertad programa porcinos. 1997.
4. Investigación en fincas del Dpto. del Meta proyecto Pronatta-CORPOICA utilizando soya como núcleo proteico del 42%, 1996-1997.
5. Tesis de grado Corpoica-Unillanos, 1998.

López y Portela (1986) en trabajos de investigación con soya en cerdos, concluyeron que los porcinos que consumieron las dietas con soya integral tostada (SIT) tuvieron un menor consumo y fue menor el aumento de peso, pero con una conversión alimenticia muy similar a la de los cerdos de las dietas con soya integral cocida (SIC). No obstante, los rendimientos de los cerdos, tanto con SIT como con SIC fueron superiores a los obtenidos con la dieta control a base de sorgo más torta de soya, Tabla 7.

Trabajos de investigación realizados por el grupo multidisciplinario del programa de avicultura del ICA en Palmira demostraron que la soya integral cocida (SIC) puede reemplazar la totalidad de la torta de soya como fuente de proteína en la elaboración de dietas para pollos de engorde, con mejores aumentos de peso, menor consumo de alimento y mejor conversión alimenticia.

En el C.I. La Libertad en el programa de economía campesina se llevó a cabo una investigación en alimentación de pollos de engorde comparando la soya integral tostada (SIT) con la torta de soya y un concentrado comercial en donde se pudo observar que la inclusión de soya integral tostada (SIT) como única fuente de proteína, garantiza los requerimientos proteicos de los pollos en las fases de iniciación y acabado,

Tabla 7. Soya integral cocida y tostada en raciones a base de sorgo y arroz paddy para cerdos en crecimiento y acabado (27 a 100 kg).

Parámetros	T.S. Sorgo	SIC ^{1/} + Arroz Paddy (50%)	SIC ^{1/} + Arroz Paddy (100%)	SIT ^{2/} + Arroz (50%) y sorgo (50%)	SIT ^{2/} Arroz Paddy (100%)
Aumento diario (kg)	0.839	0.969	0.928	0.845	0.877
Consumo diario (kg)	3.15	3.28	3.11	2.90	2.91
Consumo / ganancia	3.75	3.39	3.35	3.43	3.34
Días para alcanzar peso	84	77	77	84	82

1. Grano de soya cocido en agua a 100°C por 35 minutos.

2. Grano de soya tostado a 140°C por un minuto.

Fuente: López y Portela 1986.

TS = Torta de Soya

SIC = Soya integral cocida

SIT = Soya Integral Tostada

observando igualmente una alta concentración de energía metabolizable y ácido linoleico. Los resultados de investigación permiten concluir que con el uso de soya integral tostada en la elaboración de dietas para pollos, se pueden reducir al máximo las grasas y aceites como fuente de energía y la harina de pescado como fuente de proteína. En este estudio se observó que en el grupo alimentado con SIT, la calidad del pollo terminado mejoró en cuanto a pigmentación de la piel y la carne, menor cantidad de grasa, mejor distribución de la grasa y los costos de producción fueron inferiores, lo que permitió una mayor ganancia económica frente al grupo de pollos alimentados con concentrado comercial (Tabla 8, fuente: 3, 4, 5).

Tabla 8. Alimentación de pollos con soya integral tostada (SIT) como única fuente de proteína.

Parámetros	Fuente*				
	1	2	3	4	5
No. de pollos	351.683	135.014	100	100	100
Peso inicial (g)	40	40	39.8	39.8	39.8
Peso final (g)	1.888	2.004	2.375	2.139	2.326
Días en ceba	40	41.8	49	49	49
Ganancia de peso/día (g)	47.2	46.9	47.6	42.8	46.6
Consumo alimento / día (g)	89.3	89.8	99.8	100	99.5
Índice de conversión	1.89	1.9	2.0	2.3	2.1
Costo kilo alimento (\$)			410	395	575

Fuente*

1. Resumen 6 granjas comerciales Costa Atlántica, 1997. Soyanoticias.

2. Resumen 4 granjas comerciales Antioquia, 1997. Soyanoticias.

3. Proyecto investigación Tesis grado ICA-Corpoica-Unillanos, 1998 Torta de soya.

4. Proyecto investigación Tesis grado ICA-Corpoica-Unillanos, 1998 Soya Integral Tostada.

5. Proyecto investigación Tesis grado ICA-Corpoica-Unillanos, 1998. Comercial.

CONCLUSIONES

El grano integral de soya es un recurso nutricional en la alimentación de cerdos y aves, que se caracteriza por su alta concentración proteínica (38%) y energética (3.400 a 4.200 Kcal/kg de energía metabolizable).

El grano de soya crudo contiene principios antinutricionales, los cuales pueden ser inactivados, mediante un proceso de calor adecuado, obteniendo al final un producto de excelente calidad que puede ser utilizado como fuente parcial o total de energía y proteína en la elaboración de dietas para cerdos y aves.

Las soya procesada por un método efectivo de calor proporciona altas concentraciones de energía útil y de aminoácidos con alta disponibilidad biológica.

Cuando se utiliza la soya integral tostada en niveles altos en raciones para cerdos y aves, se obtienen importantes beneficios en lo que respecta al rendimiento animal, reducción en los costos de producción y mayores ingresos económicos por cerdo y/o pollo engordado.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARIAS, C.A. 1984. Productos y subproductos agropecuarios utilizados en la alimentación de cerdos. Tesis de Grado. Universidad de Caldas.
2. BASTIDAS, R.G.; AGUDELO D., O. 1994. El Cultivo de la soya. Manual de asistencia técnica No. 60, ICA y Corpoica. Palmira.
3. BUITRAGO, A.J.; PORTELA, C.R.; EUSSE, G.S. 1992. Grano de soya en alimentación de cerdos y aves. Asociación Americana de Soya. 28 p.
4. BUITRAGO, A.J. 1992. Soya Integral en alimentación de aves. 26 p.
5. BUITRAGO, A.J. 1997. Evaluaciones recientes sobre utilización de soya integral tostada en dietas para pollos y cerdos. Revista Soya noticias, pp. 21-25.
6. COMERCIALIZADORA INTERNACIONAL ABBE LTDA. 1996. Curso práctico de alimentación porcina. 42 p.
7. ERICKSON, D.R. 1993. Historia de la industria de la soya en los EE.UU. Asociación Americana de Soya. En: Revista Soya noticias.

8. GARZÓN A., V. 1997. Actualización de tecnologías para la producción de soya en el Piedemonte Llanero. Memorias CORPOICA, pp. 21-25.
9. GARZÓN A., V. y NAVAS, G.E. 2003. Características nutricionales de fuentes alimenticias y su utilización en la elaboración de dietas para animales domésticos. Boletín técnico No. 38. CORPOICA, Pronatta. Villavicencio, 47 p.
10. HARPER, J. 1995. Experiencias con extrusión de soya: Potencial Interno, desarrollo, nutrición y mercadeo de productos. ASA. México.
11. LÓPEZ, G.A. 1992. Utilización del grano de soya en la alimentación de aves.
12. ORTIZ, C.A. 1998. Calidad del grano de soya y su efecto en productos y subproductos industriales. Revista Soya noticias.
13. PORTELA, C.R. 1992. El grano de soya como alternativa alimenticia en cerdos.
14. VALENCIA R., R.A.; GARZÓN A., V. 1999. Potencialidades de la soya y usos en la alimentación humana y animal. Boletín técnico No. 13. Corpoica, Minagricultura. Villavicencio, pp. 18-31.