

**Prosperidad
para todos**



CONCEPTO CIENTIFICO

POLIACRILAMIDA EN PANELA

República de Colombia
Instituto Nacional de Salud
Unidad de Evaluación de Riesgos para la Inocuidad de los Alimentos - UERIA

**Prosperidad
para todos**



CONCEPTO CIENTIFICO

POLIACRILAMIDA EN PANELA

Bogotá 31 de Octubre de 2011



Libertad y Orden

MAURICIO SANTAMARÍA SALAMANCA
Ministro de la Protección Social

JAVIER HUMBERTO GAMBOA BENAVIDES
Viceministro Técnico

BEATRIZ LONDOÑO SOTO
Viceministra de Salud

RICARDO ANDRÉS ECHEVERRI
Viceministro Laboral

GERARDO LUBÍN BURGOS BERNAL
Secretario General

LENIS ENRIQUE URQUIJO VELÁSQUEZ
Director General de Salud Pública

JUAN GONZALO LÓPEZ CASAS
Director General Instituto Nacional de Salud

MARCELA VARONA URIBE
Subdirectora de Investigación

DIANA XIMENA CORREA LIZARAZO
Coordinadora Unidad de Evaluación de Riesgos para
la Inocuidad de los Alimentos

PROFESIONALES UERIA
Natalia Milena Acosta Amador
Monica Sofía Cortés Muñoz
Yuly Andrea Gamboa Marín
Jazmín Mercedes Mantilla Pulido
María Pilar Montoya Guevara

REVISOR EXTERNO:
Teresa Pérez Hernández





TABLA DE CONTENIDO

1. PANELA	8
1.1 Comercio Internacional.....	8
1.2 Proceso de Producción.....	9
2. POLIACRILAMIDA (PAM).....	11
2.1. Toxicidad.....	12
2.2. Uso en Colombia	12
3. ACRILAMIDA	14
3.1. Toxicología	15
4. REGLAMENTACIÓN	16
4.1. Nacional	16
4.2. Internacional.....	16
5. CONCLUSIONES.....	18
6. BIBLIOGRAFÍA.....	19
7. ANEXOS.....	22

SIGLAS

EFSA:	Agencia Europea de Seguridad Alimentaria (European Food Safety Authority)
ENSIN:	Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia
FAO:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization)
FDA:	Agencia de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (Food and Drug Administration)
IARC:	Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (International Agency for Research on Cancer)
INVIMA:	Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos
IPCS:	Programa Internacional de Seguridad Química (International Programme of Chemical Safety)
MPS:	Ministerio de la Protección Social
NTC:	Norma Técnica Colombiana
NTP:	Programa Nacional de Toxicología de los Estados Unidos (National Toxicology Program)
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PAM:	Poliacrilamida
PPM:	Parte por millón
UE:	Unión Europea
UERIA:	Unidad de Evaluación de Riesgos para la Inocuidad de los Alimentos

JUSTIFICACIÓN DEL GESTOR DEL RIESGO

La Comisión del Codex Alimentarius en su 34º periodo de sesiones, celebrada del 4 al 9 de julio de 2011 en Ginebra (Suiza), aprobó la propuesta presentada por Colombia para elaborar la Norma Internacional Codex sobre Panela. En este sentido, Colombia conformó a nivel nacional el Subcomité del Codex sobre Azúcares para la elaboración de la mencionada norma internacional.

En las dos últimas reuniones del Subcomité se ha revisado la “Sección de Aditivos”, para este propósito, el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural realizó un cuadro comparativo de los aditivos que se encuentran en la norma nacional (resolución 779 de 2006) (1) y los que se encuentran en la Norma General de Aditivos Alimentarios del Codex-NGAA (CODEX STAN 192-1995) , encontrando que a nivel nacional se encuentra permitido el uso de “Poliacrilamida” como aditivo, sin embargo en la NGAA se encuentra prohibido.

Por lo anterior, el presente concepto desarrollado por la Unidad de Evaluación de Riesgos para la Inocuidad de los Alimentos (UERIA), tiene por objeto emitir un concepto respecto a si “¿El aditivo alimentario denominado poliacrilamida que se usa en la elaboración de panela, causa efectos a la salud humana?”. Esta petición fue realizada por la Secretaría General del Comité Nacional del Codex Alimentarius del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, a través del Ministerio de la Protección Social.

1. PANELA

La Panela es un alimento tradicional en muchos países de América Latina y el Caribe. Se obtiene a partir del jugo de la caña de azúcar y se considera más valioso que el azúcar desde el punto de vista nutricional, por su alta concentración de azúcares y por su aporte de minerales, grasas, compuestos proteicos y trazas de vitaminas (2, 3) .

En Colombia, la Resolución 779 de 2006 *"Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano y se dictan otras disposiciones"*, expedida por el Ministerio de la Protección Social (MPS), define a la panela como el "producto obtenido de la extracción y evaporación de los jugos de la caña de azúcar, elaborado en los establecimientos denominados trapiches paneleros o en las centrales de acopio de mieles vírgenes, en cualquiera de sus formas y presentaciones" (1).

Según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN) 2005, el consumo de panela para la población entre 2 y 64 años correspondió a 55,4 g/individuo/día (4). Los resultados de la ENSIN 2010, indicaron que el 98,6% de los colombianos consume azúcar, panela o miel, donde 94,6% lo consume diariamente y el 3,8% semanalmente, resalta que los alimentos de mayor consumo en la alimentación complementaria de niños menores de 3 años son cereales, líquidos no lácteos (agua, jugos, agua de panela u otros). Las regiones con mayor consumo diario de azúcar, miel o panela son la Amazonía y la Orinoquía (97,1%) y la región con menor consumo diario es Bogotá D.C. con (91,4%) (5).

1.1 Comercio Internacional

La producción de panela en Colombia es una actividad económica desarrollada y administrada directamente por los productores y sus familias, presentando un alto grado de informalidad, tal como lo refleja el 77,39% de los trapiches inscritos ante el INVIMA en 2009 (1).

Para el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural la producción panelera es considerada la segunda actividad agroindustria rural en el país, después del café, debido al número de establecimientos productivos, el área sembrada y la mano de obra que vincula, la cual corresponde a más de 798.000 empleos, entre directos e indirectos. Se ha estimado que anualmente se producen 1.193.550 toneladas de panela, las cuales se obtienen principalmente en los departamentos de Santander, Cundinamarca, Boyacá, Antioquia, Nariño, Cauca, Tolima y Caldas concentrando estas zonas el 82% del total de la producción nacional (6).

Al ser este un alimento de origen natural se proyecta como uno de los productos promisorios de exportación del país en el mercado mundial. Si bien, en el 2006 la India fue el principal exportador de panela (gur o jaggery) en el mundo con 21 millones de

dólares como ingreso neto, Colombia ocupó el segundo lugar para ese mismo periodo con 2.39 millones de dólares (6, 7). Los principales países importadores de panela colombiana son: Venezuela, Estados Unidos, España, Antillas Holandesas, Italia, México, Alemania y el Reino Unido (8).

1.2 Proceso de Producción

Según Mujica *et al.* (2008), el proceso de producción de la panela consta de una serie de etapas entre las que se encuentran el apronte, la molienda, clarificación, concentración, punteo, granulación por batido, enfriamiento, empaque y almacenamiento (9) (ver figura 1).

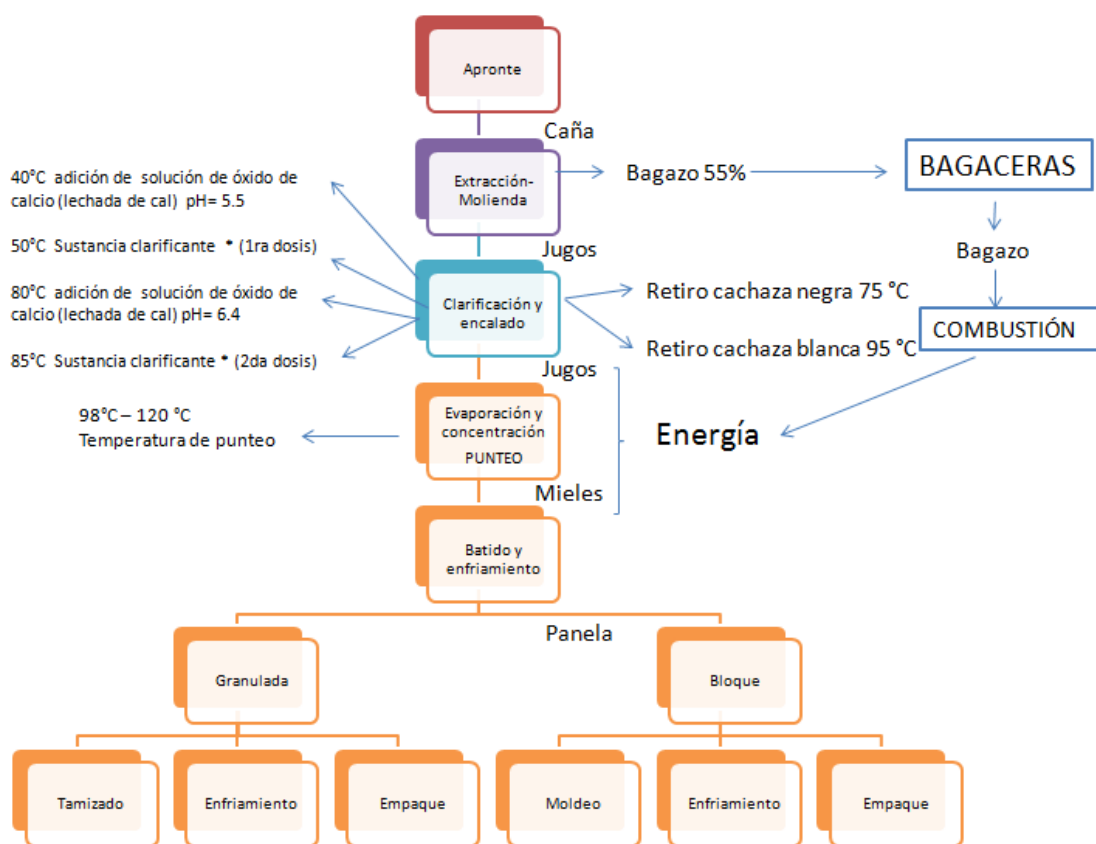


Figura 1. Proceso de producción de la panela. Adaptado de: Hernández E. et al (2002); Castellanos F. et al (2010) (2, 8)

*Sustancias clarificantes: cadillos, balso, guásimo o compuestos químicos como la poliacrilamida

Luego de la molienda ocurre el proceso de clarificación durante el cual se produce la eliminación de las cachazas. La limpieza de los jugos ocurre gracias a la acción combinada del calentamiento suministrado por la hornilla y la acción aglutinante de algunos aditivos de origen vegetal como los cadillos, el balso, el guásimo o compuestos químicos como la poliacrilamida (1, 10) .

Los sólidos en suspensión, tales como bagacillos, hojas, arenas, tierra, sustancias coloidales y sólidos solubles presentes en el jugo de la caña, se agregan entre sí y forman una masa homogénea que se conoce como cachaza, la cual flota sobre el jugo lo que permite y facilita su extracción manual. La cachaza es de dos clases:

- Cachaza negra: es la capa inicial de impurezas y se retira a 75°C.
- Cachaza blanca: es la segunda capa que se forma, es más liviana y se debe retirar antes de que los jugos alcancen la temperatura de ebullición. El retiro de la cachaza blanca se realiza a 95°C.

El jugo clarificado pasa a la zona de cocción donde se realiza el proceso de evaporación y concentración del jugo que proviene de la molienda. Las etapas de evaporación y concentración, así como la fase anterior a la clarificación, se llevan a cabo en la hornilla para aumentar el contenido de los sólidos solubles desde 16 a 21°Brix hasta 90 a 94°Brix en el que se alcanza el punto de miel o panela. Las mieles alcanzan una temperatura promedio de 120°C. El volumen de jugo clarificado (cochada) pasa a una paila en la que se divide en dos o tres partes dependiendo de las costumbres del melero (operario a cargo del proceso) y cantidad de jugo clarificado, con el fin de facilitar su manejo y mejorar la eficiencia de la evaporación (11).

2. POLIACRILAMIDA (PAM)

Desde el punto de vista químico se denomina poliacrilamida, a un polímero conformado por varias subunidades de monómeros de acrilamida (12) (Figura 2).

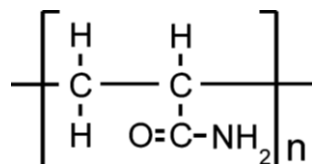


Figura 2. Estructura de la poliacrilamida. Formula química: (C₃H₅NO)_n. Número CAS: 9003-05-8. Tomado de (13).

La poliacrilamida es empleada principalmente en geles o membranas utilizadas en la separación de proteínas y en laboratorios de biotecnología; otras aplicaciones incluyen: a) para tratamiento de aguas, b) como floculante para el agua potable, c) en el tratamiento de aguas residuales y de residuos, d) en el control de flujo en las operaciones de la industria petrolera, e) como agente acondicionante del suelo para el control de erosiones, f) en hidrogeles utilizados en lentes de contacto, g) en procesamiento de alimentos y h) en otras aplicaciones biomédicas que incluye la ingeniería de tejidos (14, 15).

Es generalmente aceptada como agente no tóxico (16), no obstante, la acrilamida que se produce en los alimentos con alto contenido de almidón y presencia de asparagina durante la cocción es neurotóxica para humanos y se ha demostrado que es cancerígena en ratas expuestas por ingestión (14, 17).

La posible degradación de las formulaciones comerciales de poliacrilamida a acrilamida ha sido mundialmente cuestionada. El nivel de monómero en los polímeros comerciales ha sido un tema de discusión especialmente cuando existe contacto directo con el hombre, por lo cual, el empleo de poliacrilamida como agente de purificación de agua tiene especificaciones que incluyen que la acrilamida residual no debe superar el 0,05% (500 ppm) (12). En Colombia, la regulación nacional no establece parámetros para estos compuestos; sin embargo, según la Norma Técnica Colombiana (NTC) 2369, los agentes floculantes derivados de la acrilamida tendrán un contenido de monómero residual inferior a 500 mg/kg (500 ppm) (18). Este mismo documento estipula que los agentes floculantes derivados de la acrilamida, utilizados en la clarificación del agua potable y en la elaboración del azúcar de caña, deben ser grado alimenticio (12, 18).

Los efectos asociados a la exposición de la acrilamida, han conllevado al cuestionamiento sobre el empleo de poliacrilamida en materiales de seguridad que incluyen situaciones en las que el polímero está en contacto directo con fluidos corporales o en la fabricación de productos terapéuticos; asimismo, existen

cuestionamientos asociados con la posibilidad de que la acrilamida residual esté presente en los materiales poliméricos y al hecho de que este polímero pueda degradarse de nuevo al monómero (12).

La degradación térmica de poliacrilamidas se ve afectada por una serie de factores como el peso molecular, composición, tipo de síntesis, contenido de oxígeno, degradación térmica y presencia de impurezas (12). Según el estudio de Caulfield *et al.*, cuando la poliacrilamida se calienta a 95°C, la unión carbono-carbono se mantiene estable y no genera acrilamida detectable después de 15 días (16). Otro estudio evidencia que a temperaturas entre 200 y 300°C no hay formación del monómero (12).

Los resultados presentados por Smith *et al.* y citados por Caulfield *et al.* 2003, sugieren que la poliacrilamida puede degradarse a acrilamida por efecto térmico y fotolítico (19). Sin embargo, aunque bajo luz UV la poliacrilamida puede generar pequeñas cantidades de acrilamida, su hallazgo puede ser debido a la contaminación inicial con acrilamida (16).

En cuanto a los alimentos provenientes de cultivos agrícolas expuestos a poliacrilamida, no hay evidencia de despolimerización mediada por procesos de calentamiento que induzcan la formación de acrilamida en una cantidad significativa (20).

La posible conversión de la poliacrilamida a acrilamida durante su uso como clarificante y aglutinante o floculante durante la producción de panela en etapas que incluyen procesos térmicos con temperaturas hasta de 120°C y su posible efecto a la radiación UV, hacen importante estudiar los efectos en salud de este compuesto químico. Si bien la Agencia de Alimentos y Medicamentos de los EE.UU. (FDA) contempla que el límite de acrilamida en poliacrilamida debe ser menor a 0,2% en agua de lavado para frutas y vegetales (21), no se define el límite del monómero en la resina de poliacrilamida cuando se usa como clarificante en jugos de la caña.

2.1. Toxicidad

Algunos de los estudios experimentales realizados en animales sobre la toxicidad de la poliacrilamida se encuentran publicados en la ficha técnica de la Instituto Nacional de Salud de EE.UU (13) (Ver Anexo 1). Estos concluyen que se requieren dosis muy altas de poliacrilamida para causar efectos tales como convulsiones y disnea. En la revisión bibliográfica realizada (FAO, OMS, EFSA, IARC e INCHEM) no se logró identificar publicaciones sobre estudios que demuestren la toxicidad de esta sustancia en humanos (14, 22-24).

2.2. Uso en Colombia

La poliacrilamida es comercializada en Colombia con la siguiente especificaciones “floculante y coagulante para la clarificación y filtración de jugos de caña de azúcar” y

“poliacrilamida única de peso molecular y carga aniónica muy específicos, no tóxico que cumple las normas FDA 21 CFR 173.5 para ser utilizado en Ingenios Azucareros”

El uso de poliacrilamidas en Colombia depende, por lo general, de la región de producción panelera, así: las unidades productivas de la Hoya del Río Suárez no contemplan entre sus insumos el uso de poliacrilamida para la clarificación de panela, a diferencia de Valle del Cauca donde su empleo es extensivo por la alta producción. Su uso se postuló en el país como estrategia de mejoramiento en la etapa de clarificación de la panela, y como sustituto del mucílago del balsa en unidades de medianos y grandes procesadores (8).

3. ACRILAMIDA

La acrilamida, es un producto químico sintetizado a partir de gas natural y de uso industrial, empleado desde mediados de 1950 como producto intermedio en la producción de poliacrilamidas (25, 26).

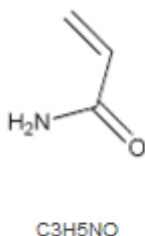


Figura 3. Estructura de la acrilamida. Número CAS: 79-06-1. Tomado de: (14)

La acrilamida se produce industrialmente para uso en productos como plásticos, morteros, productos de tratamiento de aguas y cosméticos. Está presente también en el humo de cigarrillo y se ha reportado como causante de cáncer en animales en los estudios donde fueron expuestos a dosis muy altas (27). También se reporta su efecto neurológico en personas con una exposición laboral alta a la sustancia.

Aunque la FDA aún no ha determinado el impacto exacto en la salud pública,, está llevando a cabo estudios de investigación para determinar si la acrilamida en los alimentos es un riesgo potencial para la salud humana, teniendo en cuenta que los niveles encontrados en alimentos son inferiores a los asociados con riesgos ocupacionales (27).

La acrilamida se produce principalmente en alimentos de origen vegetal (tales como la papa, cereales o el café), no se forma, o se encuentra en niveles inferiores, en productos lácteos, cárnicos y pescados (27). No parece estar presente en alimentos crudos y está presente en niveles bajos o indetectables en los alimentos cocinados a temperaturas de ebullición (28).

En 2002, los investigadores de la Administración Sueca de Alimentos y la Universidad de Estocolmo informaron el hallazgo de acrilamida en una variedad de alimentos fritos y al horno. La investigación sueca indicó que la formación de acrilamida como subproducto está particularmente asociada a procesos de cocción (freír, asar, hornear) a altas temperaturas (superiores a 129°C o 248°F) de alimentos ricos en carbohidratos debido a una reacción química entre el aminoácido asparagina y ciertos azúcares, los cuales se encuentran naturalmente en los alimentos (27). Hallazgos similares han sido reportados por investigadores de países como Noruega, Reino Unido, Alemania, Canadá, Japón, Corea y Suiza (27).

3.1. Toxicología

Existen dudas sobre el impacto de la acrilamida en salud pública. La población ha estado expuesta a alimentos que contienen acrilamida durante muchos años. Para evaluar el riesgo asociado al consumo de acrilamida en alimentos es necesario contar con información sobre cómo se forma la acrilamida en los mismos, las concentraciones que puede alcanzar, el potencial carcinogénico y la probabilidad de causar mutaciones y efectos neurotóxicos.

Ensayos en animales (roedores) han demostrado que la exposición a la acrilamida representa riesgos para varios tipos de cáncer (29-31); sin embargo, la evidencia de estudios en humanos es aún incompleta (Ver anexo 2). El Programa Nacional de Toxicología de los Estados Unidos (NTP) y la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) indican que es “posible carcinógeno humano” clasificándolo en el grupo 2A basándose en estudios en animales de laboratorio expuestos a agua potable con contenido de acrilamida. Los estudios toxicológicos han demostrado diferencias en las tasas de absorción de acrilamida en humanos y animales (32).

Una serie de estudios de casos-controles han investigado la relación entre la ingesta de acrilamida y el riesgo de desarrollar cáncer en cavidad oral, faringe, esófago, laringe, intestino grueso, riñón, mama y ovario. En estos estudios no se encontró un aumento de tumores asociados con el consumo de acrilamida (33-37).

Aunque la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos regula la acrilamida en agua potable y la FDA su cantidad residual en una variedad de materiales que se encuentran en contacto con los alimentos, actualmente no hay directrices que rijan su presencia en los mismos.

4. REGLAMENTACIÓN

4.1. Nacional

En la tabla 1 se resume la legislación existente en Colombia expedida por el MPS sobre panela.

Tabla 1. Legislación sobre panela

Resolución y año	Objeto
Resolución 779 de 2006 (1)	Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano y se dictan otras disposiciones
Resolución 3462 de 2008 (38)	Por la cual se modifica el parágrafo del artículo 9° y el artículo 15 de la resolución 779 de 2006 y se dictan otras disposiciones
Resolución 3544 de 2009 (39)	Por la cual se modifican los artículos 11 y 13 de la resolución 779 de 2006
Resolución 4121 de 2011 (40)	Por la cual se modifica parcialmente la resolución 779 de 2006, modificadas por las resoluciones 3462 de 2008 y 3544 de 2009

En Colombia el artículo 6° de la Resolución 779 de 2006 establece como aditivos permitidos en la elaboración de panela las siguientes tres clases funcionales: a) reguladores de pH, b) antiespumantes y c) clarificantes, en los cuales se encuentra la poliacrilamida (1).

Aunque la resolución 2606 de 2009 “por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos que deben cumplir los aditivos alimentarios que se fabriquen, procesen, envasen, almacenen, transporten, expendan, importen, exporten, comercialicen y se empleen en la elaboración de alimentos para consumo humano en el territorio nacional” (41), no contempla las funciones tecnológicas de la poliacrilamida como clarificante y aglutinante, la Resolución 779 de 2006, sí la incluye con los usos descritos anteriormente (1).

4.2. Internacional

Se adelantó una búsqueda de normatividad relacionada con panela en los países productores como Brasil, Costa Rica, Guatemala, Bolivia, Ecuador, Argentina y la India, de acuerdo con el nombre que cada producto recibe en cada uno de ellos no encontrándose información al respecto. En Chile, el artículo 382 del Reglamento Sanitario de los alimentos (Decreto Supremo N° 977/96) “por el cual se establecen las condiciones sanitarias a que deberá ceñirse la producción, importación, elaboración, envase, almacenamiento, distribución y venta de alimentos para uso humano”, define a la Chancaca (panela) como el producto obtenido al concentrar y cristalizar el jugo purificado de caña o de remolacha. Dicho reglamento establece parámetros para estos

productos como contenido de sacarosa (mínimo 80%), sustancias insolubles en agua (máximo 1%), cenizas (1,2%) y humedad (6%) (42).

En el ámbito internacional, en las listas de aditivos del CODEX ALIMENTARIUS (43) y de la Unión Europea (Directiva 95/2/CE) (44), la poliacrilamida no está incluida como aditivo alimentario. Así mismo, tampoco se registra su uso en la lista de aditivos utilizados en derivados azucarados (45).

Por su parte la FDA, en el Código de Regulaciones Federales, Título 21 (CFR 21) en las secciones 401 (Food Standards) y 409 (Food additives), define los aditivos alimentarios para su uso en Estados Unidos y publica la lista correspondiente (21). En esta lista la poliacrilamida figura como aditivo alimentario en dos formas, como poliacrilamida y como resina modificada de poliacrilamida, la cual está indicada como floculante en la clarificación de jugo de remolacha y productos provenientes del jugo de caña de azúcar, con valores menores a 5mg/kg de producto. Esta agencia permite también el uso de la poliacrilamida como un aditivo para el lavado o pelado de frutas y vegetales (46).

A la fecha de esta revisión no existe reglamentación internacional específica para panela.

5. CONCLUSIONES

- a) Durante la etapa de clarificación en el proceso de producción de la panela en Colombia se utilizan, tanto aditivos de origen natural (los cadillos, el balso, el guásimo) como compuestos de origen sintético (poliacrilamida).
- b) La función tecnológica de la poliacrilamida en la panela como clarificante no está contemplada en las clases funcionales estipuladas en el artículo 9 del capítulo IV de la Resolución 2606 de 2009 del Ministerio de Protección Social.
- c) La poliacrilamida no es contemplada como aditivo alimentario por el CODEX ALIMENTARIUS ni por la UE, no obstante, la FDA la aprueba como floculante en la clarificación de subproductos provenientes del jugo de caña y remolacha, con valores menores a 5mg/kg de producto.
- d) La poliacrilamida es generalmente aceptada como agente no tóxico.
- e) La acrilamida puede llegar a presentarse en los alimentos debido a:
 - a. La cocción a altas temperaturas (superiores a 129°C o 248°F) en presencia de alimentos con alto contenido de almidón y asparagina.
 - b. Por posible transferencia desde los empaques.
 - c. Por posible degradación de la poliacrilamida a acrilamida.
 - d. Por posible contaminación de la poliacrilamida con acrilamida
- f) No hay estudios que soporten la degradación de la poliacrilamida a acrilamida durante el proceso de producción de la panela ni sus implicaciones en la salud humana
- g) La acrilamida ha sido catalogada como “posible carcinógeno humano”, categoría 2A-IARC, sin embargo, la evidencia en humanos es aún incompleta.
- h) Estudios realizados en roedores sugieren que la acrilamida es un carcinógeno potencial, son necesarios estudios epidemiológicos para determinar los efectos de la ingesta de acrilamida y el riesgo asociado para desarrollar cáncer.

En síntesis, no se puede concluir de manera definitiva sobre los efectos e implicaciones en salud pública del uso de la poliacrilamida como clarificante en el proceso de elaboración de la panela en nuestro país, debido a que no se ha realizado experimentación suficiente, bajo condiciones controladas, que permitan evaluar su posible conversión a acrilamida.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. MPS. Ministerio de la Protección Social de Colombia. Resolución 779 de 2006 "Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir en la producción y comercialización de la panela para consumo humano y se dictan otras disposiciones"
2. Hernández E, Amaya F, Galeano V, Ramirez F, Cortés R. Alternativas tecnológicas para la producción de caña panelera. INIA - DAIN.CO. Táchira, Venezuela. 169 pp. 2002.
3. FAO. Producción de Panela como estrategia de diversificación en la generación de ingresos en áreas rurales de América Latina. AGSF (Servicio de Gestión, Comercialización y Finanzas Agrícolas). Roma. 2004.
4. ICBF. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN), 2005. Disponible en: http://scp.com.co/ArchivosSCP/ENSIN_ICBF_2005.pdf.
5. ICBF. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar de Colombia. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia (ENSIN) 2010.
6. MADR. Ministerio de agricultura y desarrollo rural. Dirección de cadenas productivas. 2011. Disponible en: http://www.minagricultura.gov.co/08cifras/08_Misi_Cadenas.aspx.
7. Estadísticas de Scavage, Foreign trade Statistics desde enero de 2005 y Estadísticas de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) hasta enero de 2005. Disponible en: <http://www.trademap.org>. Consulta Octubre 2010.
8. Castellanos O, Torres L, Flórez D. Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la panela y su agroindustria en Colombia. MADR. 2010.
9. Mujica M, Guerra M, Soto N. Efecto de la variedad, lavado de la caña y temperatura de punteo sobre la calidad de la panela granulada, Interciencia. 2008.
10. Osorio G. Manual técnico, Buenas Prácticas Agrícolas -BPA- y Buenas Prácticas de Manufactura- BPM- en la producción de caña y panela. Proyecto de Corpoica y FAO 2007. Disponible en: <http://www.fao.org.co/manualpanela.pdf>. Consulta Octubre 2011.
11. Mosquera S. Variables que afecten la calidad de la panela procesada en el departamento del Cauca. 2007.
12. Caulfield MJ, Qiao GG, Solomon DH. Some aspects of the properties and degradation of polyacrylamides. *Chemical reviews*. 2002;102(9):3067-84.
13. National Institute of Health United States. Disponible en: <http://chem2.sis.nlm.nih.gov/chemidplus/ProxyServlet?objectHandle=Search&actionHandle=getAll3DMViewFiles&nextPage=jsp%2Fcommon%2FChemFull.jsp%3FcalledFrom%3Dlite&chemid=0009003058&formatType=3D>. Consultado Octubre de 2011.
14. IARC. Acrylamide. Vol 60 (1994) (p. 389). Disponible en <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol60/volume60.pdf>. Consulta Octubre de 2011.
15. Parzefall W. Minireview on the toxicity of dietary acrylamide. *Food and Chemical Toxicology*. 2008;46(4):1360-4.
16. Caulfield MJ, Hao X, Qiao GG, Solomon DH. Degradation on polyacrylamides. Part I. Linear polyacrylamide. *Polymer*. 2003;44(5):1331-7.
17. Tardiff RG, Gargas ML, Kirman CR, Leigh Carson M, Sweeney LM. Estimation of safe dietary intake levels of acrylamide for humans. *Food and Chemical Toxicology*. 48(2):658-67.

18. ICONTEC. NTC (Norma Técnica Colombiana) 2369. Floculantes derivados de la acrilamida utilizados en la clarificación del agua potable y de los jugos y jarabes de la caña de azúcar. 1994.
19. Smith EA, Prues SL, Oehme FW. Environmental degradation of polyacrylamides. 1. Effects of artificial environmental conditions: Temperature, light, and pH. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 1996;35(2):121-35.
20. Ahn JS, Castle L. Tests for the depolymerization of polyacrylamides as a potential source of acrylamide in heated foods. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2003;51(23):6715-8.
21. FDA. Listing of food additive status Part I. Disponible en: www.fda.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/FoodAdditives/ucm0191033.htm. Consulta Octubre de 2011.
22. Acrylamide. International Programme on Chemical Safety. Environmental health criteria 49. Disponible en: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc49.htm>. Consulta Octubre 2011.
23. FAO/WHO. Safety evaluation of certain contaminants in food. Food additives series: 63. JECFA monographs 8. Geneva. 2011.
24. FAO/WHO. Evaluation of certain contaminants in food. WHO technical report series ; no. 959. Disponible en: <http://www.efsa.europa.eu/>. Consulta Octubre 2011.
25. FAO/WHO. Joint FAO/WHO Expert Committee on food additives. Sixty-fourth meeting Rome, 8-17 February 2005. Disponible en: ftp://ftp.fao.org/es/esn/jecfa/jecfa64_summary.pdf. Consulta Octubre 2011.
26. USDA. Polyacrylamide (PAM) - A New Weapon in the Fight Against Irrigation-induced Erosion. Disponible en: <http://www.ars.usda.gov/Services/docs.htm?docid=18864>. Consulta Octubre 2011.
27. FDA. Acrylamide Questions and Answers. Disponible en: <http://www.fda.gov/food/foodsafety/foodcontaminantsadulteration/chemicalcontaminants/acrylamide/ucm053569.htm>. Consultado Octubre de 2011.
28. National Cancer Institute of United States. Acrylamide in Food and Cancer Risk. Disponible en: <http://www.cancer.gov/cancertopics/factsheet/Risk/acrylamide-in-food>. Consulta Octubre 2011.
29. Dearfield KL, Abernathy CO, Ottley MS, Brantner JH, Hayes PF. Acrylamide: its metabolism, developmental and reproductive effects, genotoxicity, and carcinogenicity. *Mutation Research/Reviews in Genetic Toxicology*. 1988;195(1):45-77.
30. Dearfield KL, Douglas GR, Ehling UH, Moore MM, Sega GA, Brusick DJ. Acrylamide: a review of its genotoxicity and an assessment of heritable genetic risk. *Mutation Research/Fundamental and Molecular Mechanisms of Mutagenesis*. 1995;330(1-2):71-99.
31. Friedman M. Chemistry, biochemistry, and safety of acrylamide. A review. *Journal of agricultural and food chemistry*. 2003;51(16):4504-26.
32. Fuhr U, Boettcher MI, Kinzig-Schippers M, Weyer A, Jetter A, Lazar A, Taubert D, Tomalik-Scharte D, Pournara P, Jakob V. Toxicokinetics of acrylamide in humans after ingestion of a defined dose in a test meal to improve risk assessment for acrylamide carcinogenicity. *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. 2006;15(2):266.
33. Pelucchi C, Galeone C, Levi F, Negri E, Franceschi S, Talamini R, Bosetti C, Giacosa A, La Vecchia C. Dietary acrylamide and human cancer. *International journal of cancer*. 2006;118(2):467-71.
34. Mucci L, Dickman P, Steineck G, Adami H, Augustsson K. Dietary acrylamide and cancer of the large bowel, kidney, and

bladder: absence of an association in a population-based study in Sweden. *British Journal of Cancer*. 2003;88(1):84-9.

35. Mucci LA, Lindblad P, Steineck G, Adami HO. Dietary acrylamide and risk of renal cell cancer. *International journal of cancer*. 2004;109(5):774-6.

36. Mucci LA, Adami HO, Wolk A. Prospective study of dietary acrylamide and risk of colorectal cancer among women. *International journal of cancer*. 2006;118(1):169-73.

37. Mucci LA, Sandin S, BÅlter K, Adami HO, Magnusson C, Weiderpass E. Acrylamide intake and breast cancer risk in Swedish women. *JAMA: the journal of the American Medical Association*. 2005;293(11):1326.

38. MPS. Ministerio de la Protección Social de Colombia. Resolución 3462 de 2008 "Por la cual se modifica el parágrafo del artículo 9° y el artículo 15 de la resolución 779 de 2006 y se dictan otras disposiciones".

39. MPS. Ministerio de la Protección Social de Colombia. Resolución 3544 de 2009 "Por la cual se modifican los artículos 11 y 13 de la resolución 779 de 2006".

40. MPS. Ministerio de la Protección Social de Colombia. Resolución 4121 de 2011 "Por la cual se modifica parcialmente la resolución 779 de 2006, modificadas por las resoluciones 3462 de 2008 y 3544 de 2009".

41. MPS. Ministerio de la Protección Social de Colombia. Resolución 2606 de

2009 "Por la cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos que deben cumplir los aditivos alimentarios que se fabriquen, procesen, envasen, almacenen, transporten, expendan, importen, exporten, comercialicen y se empleen en la elaboración de alimentos para consumo humano en el territorio nacional".

42. Calderón A, Rodríguez V. Prevalencia de mastitis bovina y su etiología infecciosa en sistemas especializados en producción de leche en el altiplano cundiboyacense (Colombia). *Rev Colomb Cienc Pecu*. 2008;21:582-9.

43. *Codex Alimentarius*. Lista de aditivos utilizados en la industria de alimentos. Disponible en: www.codexalimentarius.net/gsfaonline/additives/index.html. Consultada Octubre de 2011.

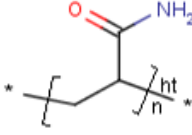
44. UE. Lista de aditivos en permitidos en la Unión Europea. Disponible en: www.histolii.ugr.es/EuroE/NumeroE.pdf. Consulta Octubre de 2011.

45. *Codex Alimentarius*. Categoría de los alimentos, actualizado hasta la 34ª Reunión de la Comisión del Codex Alimentarius. Disponible en: www.codexalimentarius.net/gsfaonline/foods/index.html?expand=173. Consulta Octubre de 2011.

46. FDA. Food Ingredients Packaging. Disponible en: <http://www.fda.gov/Food/FoodIngredientsPackaging/FoodAdditives/ucm0191033.htm>. Consulta Octubre 2011.

7. ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica de la poliacrilamida

Poliacrilamida		
	Formula molecular (C3-H5-N-O)x-	Formula molecular de los fragmentos C3-H5-N-O
Nombre y sinónimos	Nombre de la sustancia: 2-Propenamida, homopolimero Poliacrilamida	
	Sinónimos (en inglés)	
2-Propenamide, homopolymer AP 273 Acrylamide homopolymer Acrylamide polymer Acrylamide, polymers Aerofloc 3453 American Cyanamid KPAM American Cyanamid P-250 Aminogen PA Bio-Gel P 2 BioGel P-100 Cyanamer P 250 Cyanamer P 35 Cytame 5 Diaclear MA 3000H Dow 164 Dow ET 597 Dow J 100 ET 597 Flokunit E Flygtol GB Gelamide 250 HSDB 1062 Himoloc OK 507 Himoloc SS 200 J 100 J 100 (VAN) J 100 (polymer) K 4 (acrylic polymer) K-PAM Magnafloc R 292 NSC 116573 NSC 116574 NSC 116575 NSC 118185 NSC 7963 Nacolyte 673 P 250 P 250 (VAN) P 250 (polymer)	P 300 PAA PAA 1 (homopolymer) PAA 70L PAA-1 PAA-1 (VAN) PAARK 123sh PAM PAM (VAN) PAM (polymer) PAM-50 PAM-50 (VAN) Pamid Percol 720 Poly(2-propenamide) Polyacrylamide Polyacrylamide resin Polyhall 27 Polyhall 402 Polystolon Polystoron Porisutoron Praestol 2800 Q 41F Reten 420 Sanpoly A 520 Solvitose 433 Stipix AD Stokopol D 2624 Sumirez A 17 Sumirez A 27 Sumitex A 1 Superfloc 84 Superfloc 900 Sursolan P 5 Taloflote Versicol W 11	
Nombre sistemático	2-Propenamide, homopolymer Acrylamide, polymers	
Nombre superlista	Acrylamide polymer Polyacrylamide	

Registro	Número de Registro CAS: 9003-05-8			
Otros números de registro	104981-89-7 114265-35-9 122177-63-3 124262-35-7 12624-24-7 129774-19-2 133522-77-7 143180-09-0 143180-13-6 143180-22-7	143749-07-9 200138-95-0 210353-85-8 223905-39-3 25038-45-3 27754-57-0 31566-42-4 33338-03-3 39355-07-2 39387-77-4	443682-77-7 449742-46-5 51312-40-4 57679-11-5 68247-81-4 72270-86-1 79079-15-5 9082-06-8	
Código de clasificación	TSCA Flag XU [Exentos de la notificación bajo la regla de actualización de inventario]			
Buscadores	DART Developmental and Reprod.Tox. DSL Domestic Sub. List of Canada HSDB Hazardous Substances Data Bank MeSH Medical Subject Headings File RTECS Reg. of Toxic Eff. of Chem. Sub. TSCAINV EPA Chem. Sub. Inventory PubChem PubChem TOXLINE NLM TOXLINE on TOXNET Household Products Household Products Database PubMed Biomedical Citations From PubMed PubMed Toxicology Toxicology Citations From PubMed PubMed Cancer Cancer Citations from PubMed Haz-Map Occ. Exposure to Haz. Agents INER EPA Pesticide Inert Ingredients PAFA FDA Substances added to food EPA SRS EPA Substance Registry System SRC DATALOG Syracuse Res. Corp. DATALOG ChEBI Chem Entities of Biological Interest			
Toxicidad	Especie	Tipo de evaluación	Dosis reportada (dosis normalizadas)	Efecto
	Ratón	DL50	12950mg/kg (12950mg/kg)	Convulsiones, ataxia, disnea
	Conejo	DL50	11250mg/kg (11250mg/kg)	Convulsiones, ataxia, disnea
	Rata	DL50	3600mg/kg (3600mg/kg)	NR
	Rata	DL50	> 1gm/kg (1000mg/kg)	NR

Adaptado de National Institute of Health (13).

Anexo 2. Ficha técnica de la acrilamida

Numero CAS:	79-06-01
Nombre químico	2-Propenamida
Datos sobre la exposición	Absorción dérmica por exposición ocupacional
Datos de carcinogenicidad en humanos	Se llevaron a cabo 2 estudios de cohorte no se ha demostrado asociación a muertes por cáncer de páncreas.
Datos de carcinogenicidad en animales	La acrilamida ha sido testeada en un ensayo en ratas por administración oral. Se incremento la incidencia de mesoteliomas peritoneales en la región de los testículos y adenomas foliculares de la tiroides en los machos y tumores foliculares de tiroides, tumores de mama, tumores gliales del sistema nervioso central, papilomas en la cavidad oral, adenocarcinomas de útero y clítoris en las hembras. En bioensayos de detección, la acrilamida, ya sea administrada vía oral o por vía intraperitoneal hay aumento de la incidencia y multiplicidad de tumores de pulmón. En pruebas de exposición cutánea se presenta aumento en la incidencia de células escamosas, papilomas y carcinomas de la piel

Adaptado de National Institute of Health (13) y de monografía No. 60 de IARC (14).