

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE USO DEL
ALMIDÓN MODIFICADO EN EL MEJORAMIENTO DE
FORMULAS ALIMENTICIAS”**

INFORME DE TRABAJO PROFESIONAL

Previo a la obtención del Título de:

INGENIERO DE ALIMENTOS

Presentado por:

FABIÁN ERNESTO VERA ÁLVAREZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2011

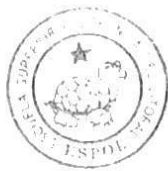
DEDICATORIA

CON ESPECIAL DEDICACIÓN A
DIOS, QUE ILUMINO A MIS
PADRES PARA CONVERTIRME EN
UN SER HUMANO, QUE SOLO
DESEA SER UN BUEN EJEMPLO
PARA MIS HERMANOS, DEJAR UN
LEGADO VALIOSO PARA MIS
HIJOS, Y UN TRIBUTU DE AMOR
ETERNO PARA MI ESPOSA.

AGRADECIMIENTO

A todas las personas que de algún modo colaboraron para la realización de este proyecto, y de manera especial a la Ing. Fabiola Cornejo, Directora de Tesis por su gran ayuda.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



BIBLIOTECA "GONZALO ZEVALLOS G."
F. I. M. C. P.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Francisco Andrade S.".

Ing. Francisco Andrade S.
DECANO DE LA FIMCP
PRESIDENTE

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Fabiola Cornejo Z.".

Ing. Fabiola Cornejo Z.
DIRECTORA DE TESIS

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Priscila Castillo S.".

Ing. Priscila Castillo S.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Informe de Trabajo Profesional, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la Espol)



FABIÁN ERNESTO VERA A.

RESUMEN

El uso de espesantes en la industria alimenticia se incrementa año a año, debido al desafío de presentar al consumidor alternativas más económicas de productos terminados, así como, de cumplir con las normativas locales que permitan satisfacer la creciente demanda de alimentos innovadores a bajo costo. Sin embargo, en el Ecuador, la oferta de espesantes no es muy diversa. Esta situación, se produce porque su comercialización es manejada principalmente por casas de representaciones de capital ecuatoriano, que usualmente no disponen de los medios necesarios, ni de personal capacitado que permita mejorar y adaptar las aplicaciones de los mismos a las necesidades locales. Comúnmente, los espesantes empleados en la industria alimenticia son: carboximetil celulosa (CMC), goma xantan y goma guar, cuyas aplicaciones en relación costo-dosis encarecen el producto final. En base a lo anterior, se plantea como una alternativa de bajo costo el uso de almidones modificados.

Una de las limitantes en el uso de los almidones modificados es que las aplicaciones sugeridas por el fabricante, esto es: pH, temperatura y adición de agua, frecuentemente no proporcionan los resultados deseados en el producto final, ya que las condiciones de proceso, así como, las materias primas empleadas difieren de las que se comercializan localmente. Es por ello, que el presente informe busca determinar las condiciones idóneas de su aplicación a través del desarrollo de nuevas fórmulas y/o en la sustitución parcial o total de fórmulas ya existentes. Para lo cual, se realizó pruebas experimentales en semiconservas como Salsa de Tomate tipo ketchup; enlatados de pescado como: Sardinas en salsa de tomate y Albacora en salsa de yuca-cebolla, así como, productos de panificación como: pan tipo molde.

Los resultados obtenidos se muestran en la hoja técnica del almidón modificado y en los productos elaborados que se comercializan con relativo éxito en el mercado local.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	IV
ABREVIATURAS.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPÍTULO 1	 2
1. GENERALIDADES	2
1.1 Aplicaciones y comercialización de los espesantes en la Industria Alimentaria.....	2
1.2 Principales espesantes empleados en Ecuador.....	6
1.2.1 CMC: Propiedades, usos y análisis costo-beneficio.....	6
1.2.2 Goma Guar: propiedades, usos y análisis costo-beneficio.	9
1.2.3 Goma Xantan: propiedades, usos y análisis costo-beneficio.	14
1.3 Situación actual y problemática en el uso de espesantes	23
1.3.1 Propuesta de uso de almidones modificados	24

CAPÍTULO 2	25
2. Aplicaciones y Resultados	25
2.1 Caracterización del espesante	25
2.1.1 Pruebas experimentales	25
2.1.2 Hoja técnica	27
2.2 Aplicaciones en la industria alimenticia	29
2.2.1 Salsas: condiciones de aplicación y resultados	29
2.2.2 Conservas: condiciones de aplicación y resultados	33
2.2.3 Panificación: condiciones de aplicación y resultados	36
2.2.4 Otras aplicaciones.	39
CAPÍTULO 3	41
3. Conclusiones y Recomendaciones	41
APÉNDICES	
BIBLIOGRAFÍA	

ABREVIATURAS

CMC:	Carboxi metil celulosa
FOB:	Valor de mercadería en puerto de origen o embarque.
Kg:	Kilogramos

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1.2.3.a Relación Concentración / Viscosidad en solución de goma Xanthan	16
Figura 1.2.3.b Efecto Temperatura sobre Viscosidad de solución de goma Xanthan al 1 %	17
Figura 2.1.2 Hoja Técnica Almidón modificado	28
Figura 2.2 Diagrama Flujo Sardinas en Salsa Tomate	34
Figura 2.2.3 Diagrama Flujo Pan Molde	37

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 1 Importaciones de Enero a Agosto 2009	5
Tabla 2 Importaciones de Enero a Agosto 2010	5
Tabla 3 Fórmula Salsa Tomate tipo Ketchup / Tradicional	26
Tabla 4 Fórmula Salsa Tomate tipo Ketchup / Alm. Modificado	27
Tabla 5 Fórmula Pasta de Tomate Hot Break 30 – 32º Brix	30
Tabla 6 Fórmula de Reemplazo para Salsa Tipo Ketchup	31
Tabla 7 Fórmula de Reemplazo para Salsa de Tomate	32
Tabla 8 Fórmula Preparación de Cremas y/o Rellenos para Pasteles	32
Tabla 9 Fórmula Pasta de Tomate Hot Break 30 – 32º Brix	35
Tabla 10 Fórmula Pan Blanco Bajo en Calorías	38
Tabla 11 Parámetros para Pan Blanco Bajo en Calorías	38

INTRODUCCIÓN

La industria alimenticia ecuatoriana en los últimos veinte años se ha desarrollado significativamente, alcanzando estándares internacionales que le han permitido comercializar sus productos en mercados muy exigentes con elevados parámetros de calidad. Sin embargo, este brillante desempeño en términos generales, no ha sido aprovechado por los demás actores económicos para sustentar este crecimiento y mantener la tendencia a lo largo de los años.

Este desarrollo de la industria alimenticia debió de ir acompañado del florecimiento de industrias que permitan el abastecimiento de materias primas, aditivos, auxiliares tecnológicos y otros elementos que garanticen que todo el aparato productivo se mueve alrededor de nuestra propia economía y se limite la dependencia de proveedores de otros países.

Por esta razón principal, el autor a través del presente trabajo desea generar la necesidad de incursionar en la investigación dirigida a desarrollar aditivos con materias primas que pueden ser cultivadas en nuestro país, pero que con cierto grado de tecnificación podrían obtenerse, logrando de esta manera un importante beneficio para la industria alimenticia ecuatoriana.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1 Aplicaciones y comercialización de los espesantes en la Industria Alimentaria

Los espesantes son sustancias de origen natural, poseedoras de una gran fuerza de atracción con el agua, que al ser incorporadas en condiciones óptimas en un proceso de elaboración de alimentos, provee al producto resultante de una mayor viscosidad, generando un notable cambio de características como estabilidad y textura, al facilitar la formación de suspensiones, sin alterar el sabor final y/o característico del alimento al cual se ha incorporado el espesante (1)

La mayor parte de los espesantes empleados en la industria alimenticia son de origen vegetal, y se establecen clasificaciones de estas sustancias por su constitución, en

espesantes polisacáridos como almidones o gomas vegetales tales como, almidón de maíz o goma de algarrobo y, espesantes proteicos como yema de huevo o colágeno. (2) y (10)

Los agentes espesantes deberán ser aplicados de acuerdo a factores como temperatura, tiempo de cocción, pH, condiciones de almacenamiento, y características organolépticas del producto final, principalmente, ya que para cada tipo de espesante se han determinado por parte de los fabricantes las directrices que garantizan su óptimo funcionamiento. (4)

Actualmente, las aplicaciones que se le da a los espesantes van desde su inclusión en la elaboración de conservas vegetales y mermeladas, confitería, panificación, salsas y aderezos, bebidas refrescantes, sopas deshidratadas, coladas, vinos y en alimentos funcionales.

En el Ecuador, la oferta de espesantes con aplicaciones en la industria alimenticia es muy amplia y principalmente se encuentra en manos de empresas comercializadoras, que los importan directamente de diversas partes del mundo, para

atender las necesidades de este sector. A pesar de presentar limitaciones en su cartera de productos por las cantidades que demanda nuestro país, que es considerado un mercado poco atractivo para los fabricantes de este tipo de especialidades, la industria ecuatoriana consume cantidades importantes de espesantes, que ha conducido que algunas compañías consumidoras de este tipo de aditivos, manejen directamente sus provisiones desde el exterior.

La importancia del abastecimiento de los espesantes en la industria ecuatoriana, se refleja en las estadísticas de importaciones de almidones modificados, realizadas durante los períodos Enero a Agosto del año 2009, lo cual represento un egreso de \$ 971 989,86 por valor FOB [\(tabla 1\)](#) y en el mismo período del año 2010, representa en valor FOB \$ 990 761,37 [\(tabla 2\)](#) que se presentan a continuación, mostrando un ligero incremento de los precios de compra en el exterior, pero reduciendo el peso en Kg de las importaciones de estas sustancias, optimizando la aplicación de estos aditivos en las industrias.

Tabla 1

Importaciones desde Enero a Agosto 2009

	PESO_NETO Kg	US\$ FOB
USA Columna1	250,396.36	388,739.52
COLOMBIA	488,865.36	432,124.65
CHINA	101,080.00	20,957.33
Perú	54,650.63	41,072.50
MEXICO	54,013.10	87,785.85
BRAZIL	2,000.00	1,300.00
	951,005.45	971,979.86

Elaborado por: Fabián Vera, 2010.

Tabla 2

Importaciones desde Enero a Agosto 2010

	PESO_NETO Kg	US\$ FOB
USA Columna1	217,141.05	322,257.74
COLOMBIA	372,407.40	413,434.47
CHINA	35,000.00	66,300.00
Perú	47,850.00	42,000.00
MEXICO	78,321.40	131,985.55
Alemania	13,440.00	14,783.61
	764,159.85	990,761.37

Elaborado por: Fabián Vera, 2010.

1.2 Principales espesantes empleados en Ecuador

Tomando como referencia el cuadro de estadísticas de importaciones, mencionado con anterioridad, se establece que los principales espesantes empleados en Ecuador son los siguientes:

- ✓ E466 Carboxi metil celulosa (CMC)
- ✓ E412 Goma Guar
- ✓ E415 Goma Xantan

1.2.1 CMC: Propiedades, usos y análisis costo-beneficio.

El Carboximetilcelulosa (CMC) pertenece al grupo de aditivos alimentarios, denominados como derivados de celulosa y celulosa modificadas. Entre estos tenemos a los siguientes:

- ✓ E 460i Celulosa microcristalina
- ✓ E 460ii Celulosa en polvo
- ✓ E 461 Metilcelulosa
- ✓ E 463 Hidroxipropilcelulosa
- ✓ E 464 Hidroxipropilmetilcelulosa
- ✓ E 465 Metilcelulosa
- ✓ E 466 Carboximetilcelulosa

La celulosa es un polisacárido constituyente de las paredes de las células vegetales, representando la parte principal de materiales como el algodón o la madera. Para emplearla en alimentación se obtiene rompiendo las fibras de la celulosa natural, despolimerizando por hidrólisis en medio ácido, la pulpa de la madera. Los derivados de la celulosa (del E461 al E466) se obtienen químicamente por un proceso en dos etapas: en la primera, la celulosa obtenida de la madera o de restos de algodón se trata con Hidróxido de Sodio; en la segunda esta celulosa alcalinizada se hace reaccionar con distintos compuestos orgánicos según el derivado que se quiera obtener. La celulosa no es soluble en agua, pero sí es dispersable. Los derivados son más o menos solubles, según el tipo de que se trate. Con la excepción del CMC, y a la inversa de los estabilizantes vegetales, son muchos menos solubles en caliente que en frío. La viscosidad depende del grado de sustitución. Actúan fundamentalmente como agentes dispersantes, para conferir volumen al alimento y para retener la humedad. Se utilizan en confitería, repostería y fabricación de galletas. El CMC es un polímero aniónico derivado de la celulosa, soluble en agua que cumple con las siguientes funciones y propiedades:

- ✓ Se disuelve fácilmente en agua fría y caliente.
- ✓ Actuar como espesante, agente de suspensión y estabilizante de dispersiones.
- ✓ Retiene el agua.
- ✓ Actuar como agente filmógeno resistente a aceites, grasas y solventes orgánicos.
- ✓ Actuar como ligante y coloide protector.
- ✓ Regula las propiedades de flujo y actuar como agente de control reológico.
- ✓ Es fisiológicamente inerte.

El CMC se utiliza además en bebidas refrescantes, en algunos tipos de salchichas que se comercializan sin piel, en helados y en sopas deshidratadas. La celulosa y sus derivados no resultan afectados por los enzimas digestivos del organismo humano, no absorbiéndose en absoluto. Se utilizan como componente de dietas bajas en calorías, ya que no aportan nutrientes, y se comportan igual que la fibra natural, no teniendo pues en principio efectos nocivos sobre el organismo. Una cantidad muy grande puede disminuir en algún grado la asimilación. (7)

Para definir cuál es el tipo de CMC que se debe emplear, se debe tener en cuenta factores como el sistema de agitación disponible (para definir su granulometría), estabilidad del producto, la aplicación final del producto (para saber que pureza debe tener, función del producto como ligante, espesante o coloide protector del sistema (para establecer su viscosidad), etc. (8)

En Ecuador, las compañías que comercializan el CMC ofertan este producto a un precio de venta local que varía entre \$ 5,50 a \$ 7,00 por cada Kg.

Se recomienda su aplicación como espesante a una dosis de 1 kg CMC por 3 Kg de agua en fórmula de producto.

1.2.2 Goma Guar: propiedades, usos y análisis costo-beneficio.

Es un polisacárido soluble en agua, obtenido de la reserva nutricional de las semillas *Cyamopsis tetragonoloba*, planta de la familia de las leguminosas, siendo sus semillas consideradas como dicotiledóneas, es decir, el albumen consiste de dos endospermas y esta es la fuente de goma. Esta planta es cultivada principalmente en la India. (2)

El fruto del algarrobo es una vaina de 20 cm de largo y de 2 a 4 cm de ancho. Cada vaina contiene semillas ovoides de 8 a 9 mm de largo, estas semillas contienen la reserva de energía que proveerá la goma espesante.

Estas gomas son galactomananos formados por encadenamiento lineal de b-D manosa unidas en (1-4) con ramificaciones constituidas por una sola unidad de a-D galactosa unida en a (1-6). La fabricación es muy sencilla, puesto que se reduce a un tratamiento mecánico, separación de envolturas, eliminación del germen y molienda, hasta reducirlas a harina, que contiene 95% de galactomananos, siendo comercializados de esta forma. La semilla se solubiliza en agua caliente y las partículas insolubles se separan por filtración con tierras diatomeas. La solución transparente obtenida se precipita con alcohol isopropílico, se lava y se prensa para remover el alcohol residual, como última etapa, se seca, se muele y tamiza. En el mercado se encuentran diferentes tipos de harina guar con variable poder espesante, inclusive se comercializa en forma de polvo blanco a blanco amarillento casi inodoro. Es dispersable en agua fría o caliente.

El pH de una solución acuosa al 1% de goma guar está entre 5,0 y 7,0. Las soluciones de goma guar tienen una acción de buffer y son muy estables a pH de 4 a 10,5. El método preferido para preparar una solución con un pH muy bajo o muy alto es preparar una solución con un pH de 8 y entonces ajustar el pH a tan alto como mayor de pH 11 o a tan bajo como pH 1. La hidratación más rápida ocurre entre el pH 7, 5 y 9 (9)

La goma guar es un polímero no iónico compatible con la mayoría de otros hidrocoloides vegetales como tragacanto, karaya, arábica, alginatos, carragenatos, goma de algarrobo, pectina, metilcelulosas y carboximetilcelulosa. Es compatible con casi todos los almidones químicamente modificados, almidones crudos, celulosas modificadas, polímeros sintéticos, y proteínas solubles en agua. Algunas sales multivalentes y solventes miscibles en agua alteran la hidratación y la viscosidad de soluciones de goma guar y producen geles. El ión borato inhibirá la hidratación de goma guar.

El ión borato actúa como un agente de vinculación cruzada con goma guar hidratada formando geles de estructuras cohesivas. La formación y fuerza de estos geles dependen del pH,

temperatura y concentraciones de los reactivos. La transformación de solución en gel es reversible ajustando el pH debajo de 7 o calentando. La nueva solución tendrá la misma viscosidad como la solución original.

Las soluciones de goma guar como la de otros hidrocoloides vegetales están sujeto al ataque bacteriano. Una mezcla de 0,15% metil- y 0,02% propil- parahidroxibenzoato puede usarse para conservar las soluciones de goma guar. Para las aplicaciones en alimentos, se recomienda especialmente benzoato de sodio y ácido cítrico. El ácido sórbico y/o Sorbato de Potasio también se usa como preservativo para goma guar en quesos procesados.

En alimentos lácteos, la característica de goma guar como fijador de agua la hace ideal como agente de hidratación rápida en la formación de soluciones coloidales viscosas. Es versátil como espesante o modificador de viscosidad. La goma guar se usa en los estabilizadores de helado, sobre todo a temperatura alta, en procesos de tiempo corto donde las condiciones requieren 80°C durante 20 a 30 segundos. Goma Guar también se usa en la estabilización de sorbetes. Se usa en una variedad

de productos de queso suaves, en quesos cremas procesados y pasteurizados y en la producción para aumentar el rendimiento de sólidos de la cuajada. Produce cuajadas suaves, compactas, de textura excelente. Los quesos cremosos se producen mezclando 1 a 2% goma guar con los otros ingredientes del queso, fundiendo, y después enfriando la mezcla homogénea.

En productos de panadería, la goma guar cuando es agregada a diferentes tipos de masas durante el amasado, aumenta el rendimiento, da mayor elasticidad, y produce una textura más suave, vida de estante más larga y mejores propiedades de manejo. En pasteles y masas de bizcocho, goma guar produce un producto más suave que se saca fácilmente de los moldes y se rebana fácilmente sin desmenuzarse.

La goma guar en los aderezos y salsas, se usa para mantener la estabilidad y apariencia de aderezos, salsas de encurtidos, aderezos condimentados y salsas de barbacoa. Es compatible con las emulsiones muy agrias y eficaces a porcentajes de 0,2 a 0,8 % del peso total.

También la goma guar es útil espesante diferentes bebidas de fruta y bebidas dietéticas sin azúcar. Goma Guar más carragenato se usa para estabilizar jarabes de chocolate y mezclas de chocolate en polvo. Néctares de frutas que consisten de puré de fruta, jugo de fruta, azúcar, ácido ascórbico y ácido cítrico obtienen una textura buena y una viscosidad estable mediante la adición de 0,2 a 0,8 % goma guar. (6)

1.2.3 Goma Xantan: propiedades, usos y análisis costo-beneficio.

La goma xanthan es un polisacárido natural de alto peso molecular. Es industrialmente producido por la fermentación de cultivos puros del microorganismo *Xantomonas campestres*. El microorganismo es cultivado en un medio bien aireado que contiene carbohidratos como fuente de nitrógeno, y trazas de elementos esenciales. El cultivo de *Xanthomonas campestres* es rigurosamente controlado en sus diferentes etapas de fermentación, el caldo se esteriliza para prevenir la contaminación bacteriana, y la goma xanthan se recupera mediante precipitación con alcohol, secado y su posterior molienda hasta convertirla en polvo fino. (1) y (6)

Contiene D-glucosa y D-manosa como unidades dominantes de hexosa, junto con ácido D-glucónico. La rigidez estructural de la molécula de goma xanthan produce varias propiedades funcionales inusuales como estabilidad al calor, tolerancia buena en soluciones fuertemente agrias y básicas, viscosidad estable en un rango amplio de temperatura, y resistencia a degradación enzimática.

La goma Xanthan es un polvo color blanco-crema, fácilmente soluble en agua caliente o fría, sus soluciones son neutras. En lo concerniente a la solubilidad, generalmente no soluble en solventes orgánicos, soluble en glycerol o etilen-glycol a temperaturas mayores a 65°C. Soluciones acuosas de goma Xanthan tolerarán hasta un 50% a 60% de concentración de solventes miscibles con agua, como isopropanol o etanol. Concentraciones superiores de alcohol producirán gelación o precipitación de la goma. Para mejores resultados, Goma Xanthan debe disolverse primero completamente en agua, y después debe agregarse el solvente lentamente bajo agitación continua. (5)

Las soluciones acuosas de goma xanthan son altamente viscosas en comparación con otras soluciones de polisacáridos preparadas a la misma concentración. La Figura 1.2.3.a muestra la relación concentración / viscosidad en soluciones de goma xanthan.

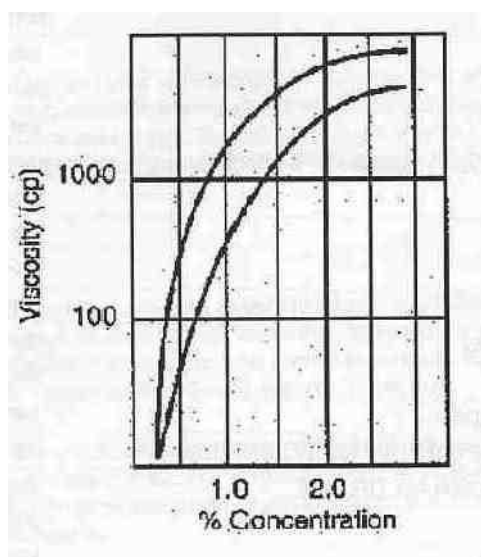


Figura 1.2.3.a

Relación Concentración / Viscosidad en solución de goma Xanthan

La temperatura virtualmente no tiene efecto sobre la viscosidad de soluciones de goma xanthan. Por consiguiente, soluciones de goma xanthan mantienen una viscosidad constante

mostrando características de flujo uniformes durante el almacenamiento bajo condiciones climáticas variadas. La figura 1.2.3.b muestra el efecto de la temperatura sobre la viscosidad de una solución de goma xanthan al 1%.

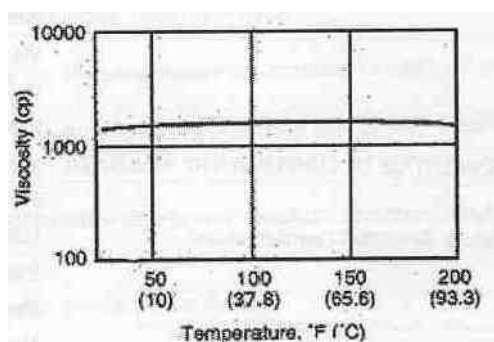


Figura 1.2.3.b

Efecto Temperatura sobre Viscosidad de solución de goma Xanthan al 1%

La viscosidad de soluciones de goma xanthan que contienen cantidades mínimas de sal no muestran ningún cambio significativo dentro de un amplio rango de valores de pH.

Las soluciones de goma xanthan son muy pseudo-plásticas, característica muy importante en la estabilización de suspensiones y emulsiones. Cuando una fuerza de corte es

aplicada, la viscosidad se reduce en proporción directa a la fuerza de corte aplicada. Las operaciones de mezclado, bombeado y vertido de las soluciones se facilitan de esta manera requiriéndose gastos mínimos de energía para estos procesos. Cuando la fuerza de corte se detiene, la viscosidad aparente se recupera de inmediato. Soluciones de goma xanthan son extraordinariamente resistentes a la pérdida de viscosidad causada por prolongadas fuerzas de corte aplicadas a las soluciones, comparado con otros espesantes.

La goma xanthan se solubiliza rápidamente y es estable con acidulantes usados normalmente en productos alimenticios, como ácido cítrico, ácido fumárico y ácido acético. En solución, la goma xanthan es compatible y estable en presencia de la mayoría de las sales utilizadas en alimentos tales como las sales de potasio, sodio, calcio y magnesio. Encima de un pH 10, soluciones de goma xanthan se gelifican en presencia de iones de calcio. Con sales de Aluminio se forman geles con un pH cercano a 4. Muestra una excelente estabilidad con alginatos y almidones. Cuando es mezclada con dextrina, goma guar o goma de algarrobo, un aumento de viscosidad ocurre de una forma sinérgica. Además es compatible con goma tragacanto,

goma karaya y pectina. Como sucede con otros polisacáridos, soluciones de goma xanthan apoyarán el crecimiento de microorganismos. Por consiguiente, se recomienda el uso de un preservativo conveniente para asegurar la estabilidad de soluciones durante el almacenamiento prolongado. (6)

Generalmente, la función de goma xanthan es la de actuar como coloide hidrofilito para espesar, suspender, y estabilizar emulsiones y otros sistemas basados en agua. Las únicas y poco usuales propiedades funcionales de esta goma la hacen sumamente útil en las formulaciones en el área de alimentos:

1. Proporciona una alta viscosidad en solución a concentraciones bajas.
2. Fácilmente soluble en agua caliente o fría.
3. Viscosidad estable de las soluciones en amplios rangos de temperatura.
4. Viscosidad de las soluciones no es afectado por el pH.
5. Es resistente a la degradación enzimática.
6. Los sistemas estabilizados con goma xanthan son muy estables a las variaciones de agitación.
7. Estabilidad excelente en sistemas ácidos.
8. Soluciones de goma xanthan son estables y compatibles con la mayoría de las sales.

9. Soluciones de goma xanthan incrementan su viscosidad en presencia de soluciones de goma guar y/o algarrobo por desarrollar características sinérgicas o de potenciación una a otras, es decir podrían alcanzarse mayores viscosidades a dosis similares.

Comparado con otras gomas comerciales, se requiere una menor cantidad de goma xanthan en la fabricación de aderezos o salsas. Niveles de 0,2% a 1% goma xanthan dan un resultado excelente en la manufactura de salsas para ensaladas con excelente estabilidad de la alta concentración de sólidos de estas últimas. El producto resultante desarrolla una buena estabilidad, excelente sabor o palatabilidad y una adherencia al contacto buena. Los productos desarrollados a base de goma xanthan se vierten fácilmente a temperatura de refrigeración, manteniendo excelente sabor sin cambios en los mismos. En salsas más espesas tipo quesos fundidos, que necesitan ser sacadas con cucharilla es posible mejorar el sabor de las mismas usando goma xanthan sustituyendo parte de los almidones.

A niveles de uso de 0,2 % a 1,0 %, productos desarrollados con goma xanthan exhiben buena estabilidad de las suspensiones o

emulsiones, resistiendo perfectamente los ciclos de frío o calor a los que son sometidos regularmente. La estabilidad de salsas a base de almidones modificados puede mejorarse mucho con el uso de pequeñas porciones de goma xanthan. En la preparación de salsas dónde la goma xanthan se usa en niveles de 0,2% a 1,0 %, no se requiere cocción, minimizando así la pérdida de líquidos durante el proceso de llenado. Esto resulta en mejor adherencia a perros calientes y hamburguesas y humedad reducida de panecillos y bollos.

En los procesos de manufactura de conservas alimenticias enlatadas se pueden obtener excelentes resultados, aprovechando las características plásticas de la viscosidad, la cual cae dramáticamente al someterse a fuerzas de corte permitiendo de una manera fácil el bombeo de estas mezclas con gran ahorro de energía. Pequeñas sustituciones de de goma xanthan en productos fundamentalmente espesados con almidones se mejora el comportamiento de esto a los cambios de temperatura o aumento de la misma sin efecto sobre la apariencia y sin cambio en la propiedad nutritiva del producto.

En la manufactura de aderezos, salsas y comidas preparadas que son sometidos a ciclos de calentamiento, congelamiento y descongelamiento, la goma xanthan provee una excelente estabilidad a los sólidos en suspensión de estos productos ya que la viscosidad se mantiene evitando separación de las fases. Pequeñas cantidades de goma xanthan ayudan a mantener la estabilidad de los productos que almidones como agentes espesantes.

En bebidas, el uso de goma xanthan es muy efectivo a muy bajas concentraciones que van de (0,05% a 0,1%) para los períodos largos de tiempo en estanterías. El resultado de su uso provee a las bebidas buena consistencia, buena uniformidad del sabor y una buena estabilidad del sistema evitando las separaciones de fase. En bebidas en polvo a niveles de usos del 0,05% a 0,1% proporciona un aumento rápido de viscosidad en sistemas calientes o fríos, acortando el proceso de preparación de las mismas. En bebidas a base de jugos la goma xanthan es particularmente útil. A concentraciones bajas suspende la pulpa de fruta eficazmente durante largos períodos de almacenamiento, reforzando uniformidad en el sabor y manteniendo la consistencia y el buen sabor del producto. (6)

A niveles de uso de 0,1% a 0,5%, la goma xanthan mejora la fluidez y adhesión de jarabes a frutas, helados, panqueques, y otras comidas. También se controlan escurrimiento y penetración.

La goma xanthan mejora las características de la masa y es útil en la fabricación de rellenos y emulsiones de sabor. Pueden prepararse los rellenos de panadería en estado frío y el producto resultante tendrá excelente textura y buen desarrollo del sabor. El nivel de uso es 0,1% a 0,5%. Goma Xanthan ahorra tiempo en la preparación, comparado con otros estabilizantes convencionales cuando se usa en sabores emulsionados para panadería. Un nivel del uso de 0,1% a 0,5% producirá una textura suave y excelente estabilidad en emulsiones de sabor. (5)

1.3 Situación actual y problemática en el uso de espesantes

La aplicación práctica de la variedad de espesantes presentada previamente, se ve enormemente afectada por el sinnúmero de condiciones que se deben tener presente al momento de escoger una u otra opción de estos aditivos, agravado por el hecho de estar

categorizadas en varias clasificaciones arancelarias que complican tremendamente los procesos de importación. Adicionalmente, los fabricantes mundiales de estos aditivos al ser el mercado ecuatoriano de pequeñas dimensiones, no priorizan sus esfuerzos logísticos y permanentemente se producen desabastecimientos de estos ingredientes generando serios inconvenientes en el desarrollo de las actividades habituales de la industria.

1.3.1. Propuesta de uso de almidones modificados

Con los antecedentes expuestos someto a consideración el empleo de almidones modificados de maíz, en aplicaciones específicas en la industria alimenticia, como alternativa a procesos en los cuales la innovación permite obtener mejoras significativas, tanto en los aspectos económicos como funcionales del producto final. Para el efecto, tomaremos como punto de partida productos como salsa de tomate tipo ketchup, salsa de tomate para conservas de pescado tipo sardinas y pan blanco tipo molde, en donde se determinarán los beneficios que genera el uso de almidones modificados.

CAPÍTULO 2

2. Aplicaciones y Resultados

2.1 Caracterización del espesante

El almidón modificado que se empleará es el producto importado por la compañía INTEROC S.A, denominado DEMCROSS, el mismo que presenta las siguientes características generales:

Aspecto	polvo blanco
Humedad	máximo 13.0 %
Temp. de gelatinización	63 °C
pH (20% p/v)	4.5 – 7.0
Tamaño partículas.....	99% mín por malla 100

2.1.1 Pruebas experimentales

La fundamentación de las experiencias presentadas a continuación se basa en la sustitución que se realizó de la goma

xanthan en una fórmula simple de Salsa de Tomate tipo Ketchup (tabla 3), la misma que al ser intervenida empleando Almidón Modificado Demcross (tabla 4) en las proporciones sugeridas por los fabricantes obtuvo un ahorro significativo de \$ 0,22 por cada kg de producto preparado.

Tabla 3

SALSA DE TOMATE Tipo Ketchup / Tradicional				
DETALLE	UNIDAD	Precio	NETO(kg)	VALOR(USD)
Pasta tomate.	kg	1.40	180.00	252.00
Azúcar	kg	0.53	105.10	55.70
Sal	Kg	0.13	15.20	1.98
Acido acético	Kg.	0.96	41.50	39.84
Cebolla polvo	Kg.	4.20	0.30	1.26
Ajo polvo	kg	2.20	0.05	0.11
Sabor canela	Kg.	2.20	0.05	0.11
Agua hervida	Kg.	0.20	155.00	31.00
Benzoato Na	Kg.	1.40	0.30	0.42
Sorbato de K2	Kg.	4.12	0.30	1.24
Pimienta de olor	Kg.	1.10	0.10	0.11
Clavo de olor	Kg	1.10	0.10	0.11
Goma Xanthan	Kg	14.20	0.25	3.55
SUBTOTAL			500.00	\$ 387.43
DENSIDAD DE LA SALSA		1.19		
costo de parada				0.77
COSTO POR KILO	\$ 0.77			

Elaborado por: Fabián Vera, 2010.

Tabla 4

SALSA DE TOMATE Tipo Ketchup / Almidón Modificado				
DETALLE	UNIDAD	Precio	NETO(kg)	VALOR(USD)
Pasta tomate.	Kg	1.40	90.00	126.00
Azucar	Kg	0.53	105.10	55.70
Sal	Kg	0.13	15.20	1.98
Acido acético	Kg.	0.96	41.50	39.84
Cebolla polvo	Kg.	4.20	0.30	1.26
Ajo polvo	Kg	2.20	0.05	0.11
Sabor.canela.	Kg.	2.20	0.05	0.11
Agua hervida	Kg.	0.20	605.00	121.00
Benzoato Na	Kg.	1.40	0.30	0.42
Sorbato de K2	Kg.	4.12	0.30	1.24
Pimienta de olor	Kg.	1.10	0.10	0.11
Clavo de olor	Kg	1.10	0.10	0.11
Demcross	Kg	1.95	90.00	175.50
SUBTOTAL			948.00	\$ 523.38
DENSIDAD DE LA SALSA		1.19		
costo de parada				0.55
COSTO POR KILO	\$ 0.55			

Elaborado por: Fabián Vera, 2010

2.1.2 Hoja técnica

A continuación se adjunta Hoja Técnica / Certificado de Análisis del producto empleado en las evaluaciones que se realizaron, con motivo del presente informe. (figura 2.1.2)

CERTIFICADO DE ANALISIS

CLIENTE	INTEROC S.A
PRODUCTO	ALMIDON MODIFICADO (DEMCROS)
CANTIDAD	12.0 TM,
LOTE	261010 B
EXPORTACION	EXP 074/ 2010
MARCA	INTEROC S.A GUAYAQUIL - ECUADOR
FECHA DE PRODUCCION	26 DE OCTUBRE DEL 2010
FECHA DE EXPIRACION	26 DE OCTUBRE DEL 2012

ANALISIS FISICO - QUIMICO

ESPECIFICACIONES		RESULTADOS
ASPECTO polvo fino, de color blanco, insoluble en agua y alcohol		CONFORME
HUMEDAD	Máx. 13.0 %	9.5%
pH	4.5 - 7.0	6.7
VISCOSIDAD BROOKFIELD (10 % solidos a 30 °C) cps Spindle # 5 a 4 rpm	Mayor a 75,000	90.000

ANALISIS MICROBIOLOGICO

	ESPECIFICACIONES	RESULTADOS
Recuento de aerobios mesofilos (ufc/g)	máximo 1×10^4	130
Recuento de Hongos y levaduras (ufc/g)	máximo 1×10^3	30
Recuento de Bacillus cereus (ufc/g)	máximo 1×10^3	< 100
Detección de E. Coli (ufc/g)	máximo 10	Ausente
Detección de Salmonella	Ausencia/ 25 g	Ausencia/ 25 g

Fig. 2.1.2 Hoja Técnica Almidón modificado

2.2 Aplicaciones en la industria alimenticia

2.2.1 Salsas: condiciones de aplicación y resultados

Una de las principales aplicaciones sugeridas para los almidones modificados es la elaboración de salsa de tomate. La salsa de tomate es el producto obtenido a partir de frutos sanos, limpios y maduros de tomate, por trituración, tamizado y posterior concentración de la fase líquida, o por dilución de la pasta de tomate adicionando sal, vinagre, especias, condimentos y sustancias edulcorantes y aditivos alimentarios, el cual es sometido a un tratamiento térmico adecuado para que asegure su conservación. (3)

La elaboración de la salsa de tomate empleada como líquido de cobertura se fundamenta en la utilización de Pasta de Tomate Hot Break 30 – 32° Brix, a la cual se agrega espesante, almidón modificado, glucosa, aceite vegetal, sal y agua, en las cantidades que a continuación se detallan en la tabla 5:

Tabla 5

Fórmula Pasta de Tomate Hot Break 30 – 32° Brix

Carboximetil celulosa	13 Kg
Almidón modificado	
Demcross	26 Kg
Glucosa	30 Kg
Aceite vegetal	200 mg
Sal industrial	5 Kg
Pasta de Tomate Hot	
Break 30 – 32° brix	165 Kg
Agua	730 lt

Elaborado por: Fabián Vera, 2010

El empleo de almidones modificados en salsa de tomate, dependerá exclusivamente de las viscosidades finales deseadas, empleándose de manera general en un rango de 2 al 10 % del peso. (6)

La principal recomendación para escoger adecuadamente el almidón modificado a emplear en este tipo de procesos, es la capacidad de resistir al proceso de pasteurización al que se verá sometido este tipo de ingrediente. De igual manera es muy importante tomar en cuenta el valor de pH en cual puede desempeñarse idealmente el almidón modificado que se escoja para el proceso.

Otra de las aplicaciones de los almidones modificados es el empleo de estos como extensor de formulaciones alimenticias, así por ejemplo esta fórmula de reemplazo para salsa tipo ketchup (Tabla 6):

Tabla 6

Fórmula de Reemplazo para Salsa tipo Ketchup

Almidón Modificado	8%
Azúcar	10%
Ácido Cítrico	0,38%
Sal	1,24%
Agua csp.	100

Elaborado por: Fabián Vera, 2010

O en esta fórmula (tabla 7) de reemplazo en pasta de tomate:

Tabla 7

Fórmula de Reemplazo para Pasta de Tomate

Almidón Modificado	12%
Azúcar	5%
Ácido Cítrico	0,38%
Sal	1,24%
Agua csp.	100

Elaborado por: Fabián Vera, 2010

Los almidones modificados también se emplean en la preparación de cremas y/o rellenos para pasteles, como por ejemplo en la siguiente formulación que muestra la tabla 8:

Tabla 8

Fórmula Preparación de Cremas y/o Rellenos para Pasteles

Almidón Modificado	26%
Azúcar	62%
Leche en Polvo	10.5%
Esencia de Vainilla	0.3%
Sal	0.18%

Elaborado por: Fabián Vera, 2010

Si se requiere se puede adicionar colorantes certificados según el color deseado.

De este mezcla se toman 95 gramos y se disuelven en 250 g de agua y se calienta hasta 98 – 100 ° C por 5 minutos.

2.2.2 Conservas: condiciones de aplicación y resultados

Una de las aplicaciones industriales de los almidones modificados mayormente empleada, es en la preparación de líquidos de cobertura para conservas de pescado. En Ecuador la de mayor difusión son las conservas de pescados tipo sardinas en salsa de tomate o en salsa de mostaza dijon.

A continuación se detalla el diagrama de flujo para la elaboración de conservas de pescado, tipo sardinas: (figura 2.2)

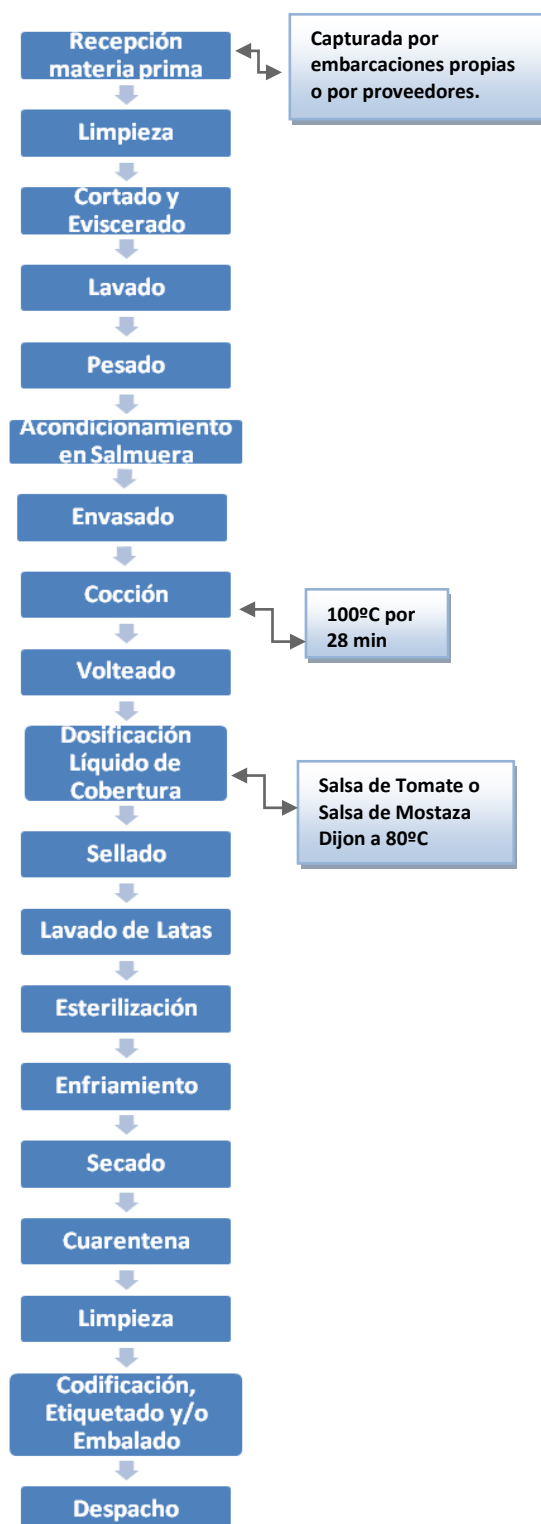


Figura 2.2 Diagrama Flujo Sardinas en Salsa Tomate
Elaborado por: Fabián Vera, 2010.

La elaboración de la salsa de tomate empleada como líquido de cobertura se fundamenta en la utilización de Pasta de Tomate Hot Break 30 – 32° Brix, a la cual se agrega espesante, almidón modificado, glucosa, aceite vegetal, sal y agua, en las cantidades que a continuación se detallan en la tabla 9:

Tabla 9

Fórmula Pasta de Tomate Hot Break 30 – 32° Brix

Carboximetil celulosa	13 Kg
Almidón modificado	
Demcross	26 Kg
Glucosa	30 Kg
Aceite vegetal	200 mg
Sal industrial	5 Kg
Pasta de Tomate Hot Break 30 – 32° brix	165 Kg
Agua	730 lt

Elaborado por: Fabián Vera, 2010

Esta mezcla se calienta hasta 80°C por 45 minutos con agitación constante en cocinadores de doble camisa, posteriormente se conduce a través de un homogenizador

de placas como paso previo a ser enviada a la sala de llenado.

El empleo de esta formulación y proceso sugerido optimiza el rendimiento de Pasta Tomate al emplear aditivos como CMC, almidón modificado Demcross y glucosa, logrando un rendimiento de 1.60 kg Pasta por cada caja de 48 unidades de producto en envases toll u oval de 16 oz.

2.2.3 Panificación: condiciones de aplicación y resultados

La utilización de almidones modificados en la industria de panificación, busca la reducción de grasa adicionada a la masa y así lograr presentar en un producto bajo en calorías con idénticas características de un producto formulado sin alterar la cantidad de grasa adicionada para este tipo de masas.

En este caso se logró reducir en un 15 % el empleo de grasas en el proceso de fabricación de pan tipo molde, elaborado con el siguiente proceso (figura 2.2.3)



Figura 2.2.3 Diagrama Flujo Pan Molde
Elaborado por: Fabián Vera, 2010.

La formulación empleada en este proceso es la que a continuación se detalla en la tabla 10:

Tabla 10

Fórmula Pan Blanco Bajo en Calorías

Acidulante	0,053 Kg
Acondicionador	3,100 Kg
Agua potable	210,0 Kg
Alcohol potable 97%	9,0 Kg
Almidón modificado	6,67 Kg
Almidón de trigo resistente	30,0 Kg
Alfa monoglicérido	0,57 Kg
Estearoil 2 lactilato	0,57 Kg
Alfaamilasa	0,068 Kg
Gluten de trigo	18,00 Kg
Harina de trigo fortificada	300 Kg
Levadura (en crema)	30 Kg
Propionato de Calcio	1,35 Kg
Regulador de acidez	1,80 Kg
Sal industrial	6,75 Kg
Azúcar	10,5 Kg
TOTAL	628,431

Elaborado por: Fabián Vera, 2010.

Tabla 11

Parámetros para Pan Blanco Bajo en Calorías

Aspecto	Polvo Blanco
Humedad	Máximo 130,0%
Temp. Gelatinización	63°C
PH (20% p/v)	4,5 - 7,0
Tamaño de Partículas	99% Mín por malla N° 100

Elaborado por: Fabián Vera, 2010

2.2.4 Otras aplicaciones.

Debido a que las soluciones formadas con almidones modificados permiten obtener mayores concentraciones de sólidos y menor viscosidad son usadas generalmente para recubrir, adherir y encapsular. En operaciones de fundición, insecticidas, tratamiento de aguas residuales, aglomerados de carbón y otros agregados minerales, se usan como agentes de unión de componentes.

En la elaboración de adhesivos líquidos y/o en polvo se emplean almidones modificados debido a su viscosidad estable, alto porcentaje de sólidos, alta solubilidad y excelentes propiedades de captación de agua. Debido a su mayor poder adhesivo y fluidez, son ampliamente usadas en máquinas etiquetadoras de enlatados y de botellas, en cartones, fondos de sacos de papel, sobres, etc. En la encuadernación de libros, sellado de cartones, pegado de hojas de tabaco, y en la manufactura de tubos en espiral enrollados.

En la industria textil, los almidones modificados son ideales para la penetración incrementada de pigmentos en conjunción con la capacidad de adhesión que proveen a los hilos, además de emplearlos como espesantes de las tintas.

En la industria de pinturas, se aprovecha su alta capacidad de solubilidad en los diluyentes empleados para estandarizar las pinturas con respecto a los rangos de colores.

La industria farmacéutica y de cosméticos, emplean a los almidones modificados como encapsulantes, rellenos y agentes desintegradores en la producción de tabletas. También se usan como excipientes en extractos secos, y en la fabricación de antibióticos como fuente de carbohidratos, en los casos en los cuales se requiere un polisacárido de absorción lenta.

CAPÍTULO 3

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Conclusiones:

- El empleo de almidones modificados en la industria de alimentos es una alternativa viable de sustitución de espesantes tradicionales.
- Los almidones modificados permiten reducir costos de formulaciones alimenticias industriales sin afectar características finales del producto intervenido.
- A través de las experiencias realizadas se logra establecer sinergias entre los almidones modificados y los espesantes tradicionales.
- Las características finales alcanzadas por los productos alimenticios en donde se incluye el uso de almidones modificados, se mejoran notablemente alcanzando niveles de eficacia no observados anteriormente.

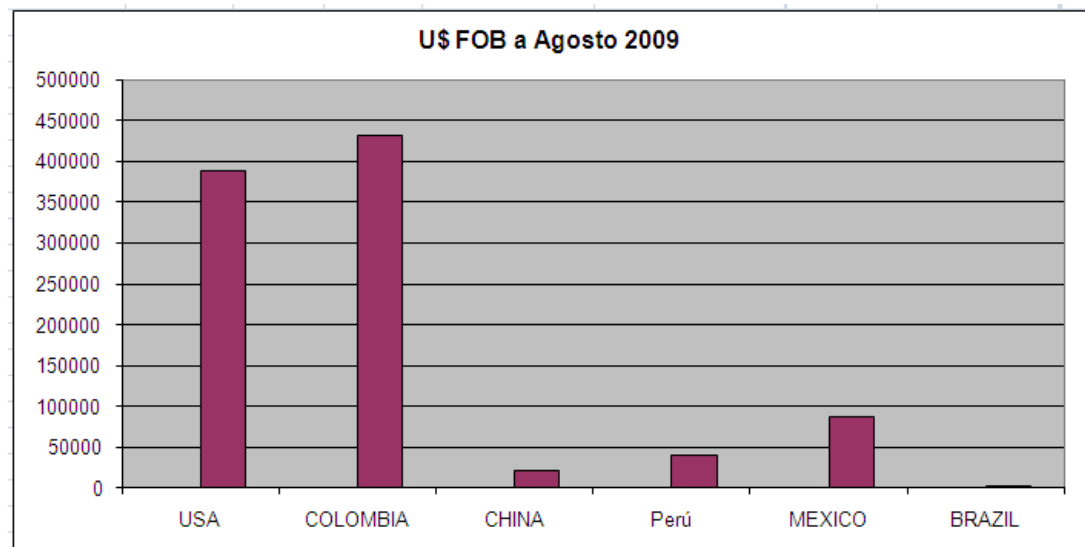
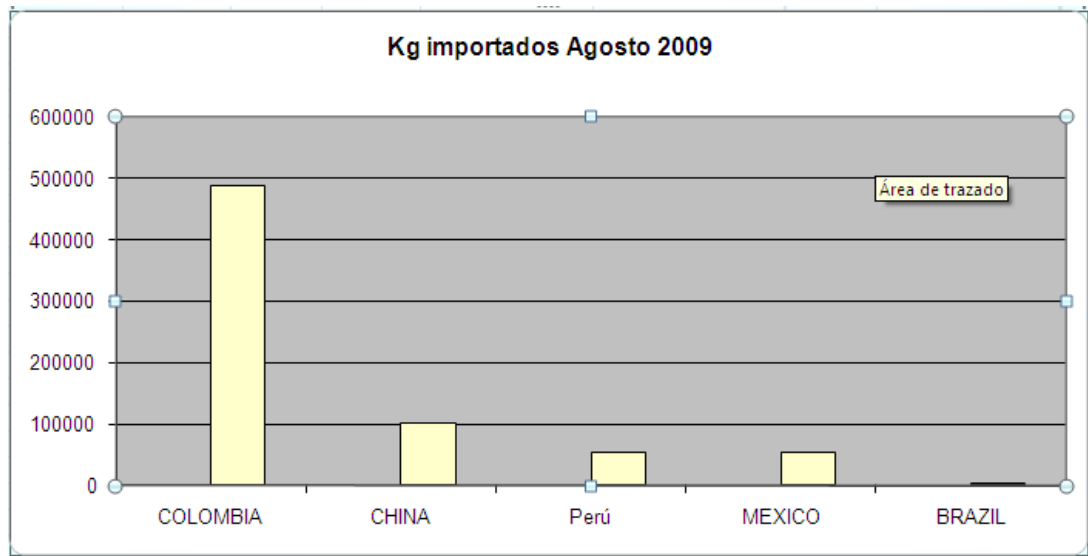
3.2 Recomendaciones:

- Implementar planes de investigación en Ecuador, para el desarrollo de almidones modificados a partir de productos con altos niveles de producción agrícola.
- Fomentar el empleo de almidones modificados producidos en Ecuador, ya que son aditivos con alto demanda en el sector industrial.

APÉNDICES

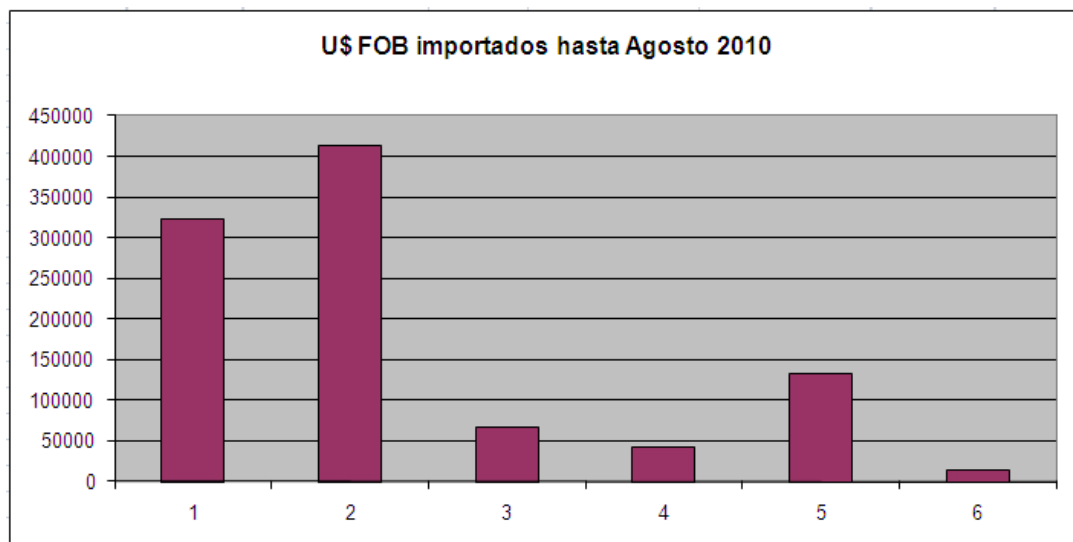
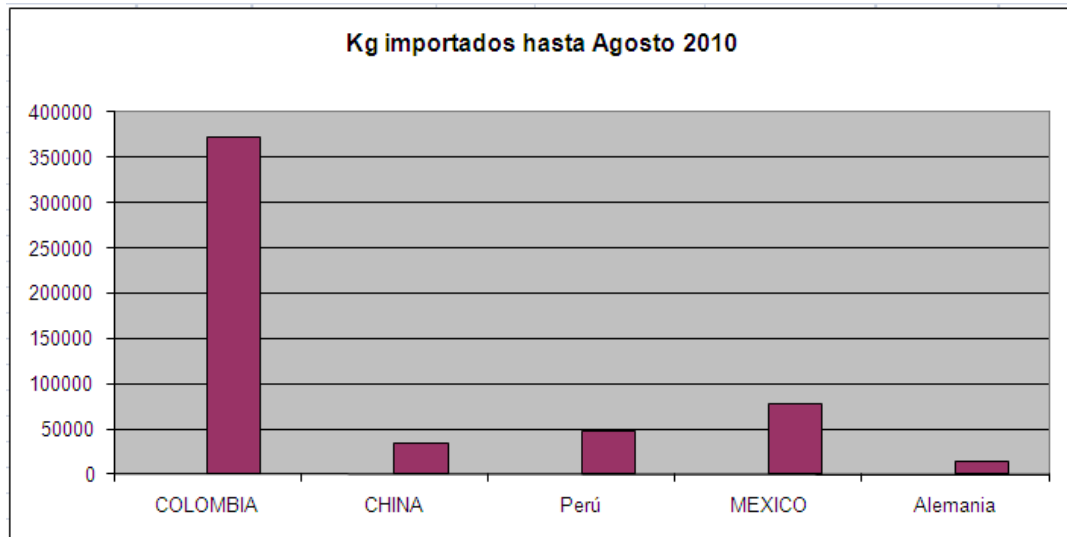
APÉNDICE A

ESTADÍSTICAS DE ALMIDÓN MODIFICADO 2009



APÉNDICE B

ESTADÍSTICAS DE ALMIDÓN MODIFICADO 2010



APÉNDICE C

Gelycel F1-4000

Especificación 10032

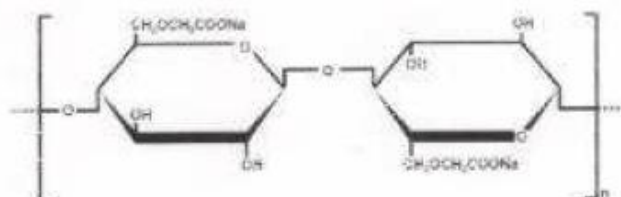
1.0 Descripción físicoquímica

Nombre químico: Carboximetil Celulosa de Sodio (CMC).

Sinónimos: CMC, Goma de celulosa, NaCMC.

Eter celulósico de carácter aniónico y soluble en agua.

Estructura:



2.0 Especificaciones

Item	Parámetro	Método
Humedad : wt%	8.0 máximo	ASTM-D1439
Pureza:	99.5 mínimo	ASTM-D1439
DS	0.75-0.90	ASTM-D1439
Viscosidad (sol 1wt%, 25C LVF), cps	4,000-5,000	ASTM-D1439
pH (solución 1wt%)	8.5-8.5	Método Amtex
Retención (w/w) M-40	10.0 Máximo	Método Amtex
Retención (w/w) M-80	50.0 Máximo	Método Amtex

3.0 Características Sensoriales

Color: Crema-Blanco

Olor: Inodoro

Sabor: Insaboro

4.0 Características Microbiológicas

Coliformes: Negativo

Coliformes Fecales: Negativo

Salmonella SPP: Negativo

Levaduras: Negativo

Mohos: Negativo

5.0 Información Nutricional (por 100 grs)

Calorías	0 Kcal
Grasas	0.0 g
Colesterol	0.0 g
Sodio	Aprox 9.5 g
Calcio	Máx. 5 mg
Hierro	Máx. 10 ppm
Carbohidratos	0.0 g
Fibra Dietaria	Min 85.0 g
Fibra Soluble	Min 85.0 g
Fibra Insoluble	Máx. 0.1 g
Proteínas	0.0 g
Vitaminas	0.0 g

6.0 Aplicaciones

Este tipo de CMC es utilizada como espesante, estabilizante y agente de retención de agua en las industrias alimenticias.

7.0 Empaque y presentación

La CMC viene en sacos de 25 kg con bolsa exterior de papel multipliego y Liner plástico interior.

El empaque está marcado con el nombre del producto, el número de especificación, la fecha de elaboración y vencimiento, el número de lote y otros requerimientos del cliente.

8.0 Almacenamiento

Almacénese en sitio fresco y seco, no almacenar a la intemperie.

La CMC es un sólido higroscópico que puede absorber humedad del medio ambiente por lo tanto se deben mantener los sacos cerrados. En cuanto se abran y se consuman parcialmente es necesario volverlo a cerrar lo más herméticamente posible.

9.0 Elaboración

La Gelycel (Carboximetilcelulosa de Sodio) es un producto fabricado por AMTEX S.A., estamos ubicados en Medellín Colombia, Carrera 51 N° 13-66.

APÉNDICE D

ESPECIFICACIONES

Color	Blanco Cremoso
Color en solución	Blanco
Humedad	10-11%
Proteína	4-5%
Cenizas	1.1-1.2%
Fibra	1.5-2.0%
Grasa	0.3-0.7%
Material insoluble	
Al ácido	maximo 7%
Arsenico	maximo 3 ppm
Metales pesados (como pb)	maximo 20 ppm
Plomo	maximo 10 ppm
Perdida al secado	maximo 15%
Almidon	negativo
Distribución por volumen de partículas	
Malla 100	80% minimo
Malla 200	20% minimo
Viscosidad	
Solucion al 1% viscosimetro brookfield rvt a 10 aguja no. 4 rango 4,500-6,000 cps. A 25°C.	
Dispersabilidad	5-6.5
Ph (solucion al 1%)	

TABLA 3

MAXIMOS NIVELES DE USO DE GOMA GUAR PERMITIDOS EN E.U.A.

	Porcentaje del producto terminado
Alimentos	
Productos horneados y mezclas para horneas	0.35
Cereales del desayuno	1.2
Queso	0.8
Análogos de productos lácteos	1.0
Aceites y grasas	2.0
Salsas y jugos de carne	1.2
Compotas y jaleas	0.6
Productos de leche	0.6
Vegetales procesados y jugos de vegetales	2.0
Sopas y mezclas para sopas	0.8
Salsas dulces, cubiertas y jarabes	1.0
Otros	0.5

APÉNDICE E

Goma de Xantana AR/Xanthana

Grado Alimenticio

<i>Properties</i>	<i>Específico</i>	<i>Prueba</i>
Solución (%)	1%	1%
Viscosidad @ 25 °C (cps) en solución de KIC al 1%	1200 - 1800	1760
pH en solución de agua al 1%	6 - 8	6.9
Humedad (%)	12 Max	6.8
Ensayo (B.S) %	91 - 108	100
Ácido Piruvico (%)	1.5% Min	2.1
Cenizas (%)	13% Max	9.2
Nitrógeno (%)	1.5 % Max	< 1.5

<i>Granulometría (Partícula)</i>		
PM 80 T180MICR	100%	100%
PM 200 T75MICR	92%	94%

<i>Metales Pesados</i>		
como plomo	20 ppm Max	< 20 ppm
arsénico	2 ppm Max	< 1 ppm

<i>Microbiológico</i>		
Salmonella	Negativo /25g	Negativo
E.Coli	Negativo /10g	Negativo
Hongos y Levaduras	100 (UFC/g) Max	<100
Cuenta total	2000 (UFC/g) Max	<100

Presentación en sacos de 25 Kls

BIBLIOGRAFÍA

1. Aditivos Alimentarios. [Online]. [Octubre 2006]. Disponible en: <<http://bioaplicaciones.galeon.com/Der.html>>
2. Agboola, S. O. Akingbala, J.O. Oguntimein, G. B. Physicochemical and functional properties of low DS cassava starch acetals and citratos. *Starch/Stärke*.43:62-66
3. Almidón de trigo modificado "PS". [Online].[Octubre 2006]. Disponible en: <<http://www.universoindias.com>>.
4. French, D. Organization of starch granules. In: *Starch: Chemistry and Technology*. Academic Press. 1984. pp: 183- 217.
5. Eastman, J. E. Moore, C.O. Cold water soluble granular starch for gelled food composition. U. S. Patent 4465702. 2004.
6. Biliaderis, C.G. The structure and interactions of strach with food constituents. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*. Pp 60 -78. 2009.
7. Fleche, G. Chemical modification and degradation In: *Starch Conversión Technology*. 2005

8. Ellis, R. Cochrane, M. Y Col. Starch production and industrial use, J Sci Food Agric. 1998, 77, 289
9. Van Der Bij, J.. The analysis os starch derivatives. In: Examination and Analysis of Starch. Radley, pp: 189-213, 2003.h
10. Agricultura. [Online]. FAO, 1998 [Octubre 2006]. Disponible en: <<http://www.fao.org/ag/esp/revista/9809/spot3.htm>>.