

Maltodextrinas de Almidón de Yuca: Sucedáneo Graso en Cárnicos

Asunción Aguinaga*
Luz Eugenia Grajales**
Luis Armando Manotas**

Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración del Ing. Alfredo Ayala, quien efectuó las medidas de resistencia al corte de las salchichas, con la máquina INSTRON.

Resumen

Sé determinaron las variables del proceso para obtener maltodextrinas mediante la hidrólisis enzimática de la harina de yuca. Por medio de hidrólisis a 63°C durante 10 minutos, usando 1.4 g de enzima Termamyl 120L en una suspensión de harina de yuca en agua a 39.76 %, se obtuvieron las maltodextrinas con un DE (Equivalente de Dextrosa) de 1.6324. Con maltodextrinas de diferentes DE se hicieron salchichas reemplazando diferentes porcentajes de grasa. Durante un mes se probó la resistencia al corte, las calorías y la pérdida de peso de las salchichas. Las salchichas fueron degustadas por un grupo de personas. Las salchichas con 15.28 % de grasa y 1.66 % de maltodextrinas con DE = 1.6324, que tienen 341.96 cal/100g, obtuvieron una calificación de 4.1, en comparación con 4.34, que alcanzó una salchicha comercial con 376.22 cal/100g y 25.71 de grasa.

* Ing. Química. Diplomado Superior en Tecnología de Alimentos - Universidad Politécnica de Valencia - España.

** Ing. Químicos. Dpto. de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle.

Abstract

The variables of the process to get maltodextrinas by enzymatic hydrolysis of cassava starch were determined. By hydrolysis at 63°C during 10 minutes, using 1.4 g de enzyme Termamyl 120L in a suspension of cassava starch in water at 39.76%, maltodextrinas were obtained with an DE (Dextrose Equivalent) of 1.6324. With maltodextrinas of several DE sausages were made replacing different percentages of fat. The resistance to the cutting, the calories and the lose of weight of the sausages were tested during a month. The sausages were tasted at a panel. Sausages with 15.28 % of fat and 1.66% of maltodextrinas with DE=1.6324, which have 341.96 cal/100 g, got a grade of 4.1, in comparison with 4.34, that was obtained by a commercial sausage with 376.22 cal/100 g and 25.71% offat.

Nomenclatura y simbología usadas

DE = Equivalente de Dextrosa

°C = Grados Centígrados

N = Newtons

Introducción

Teniendo en cuenta el interés existente en el consumo de productos con bajo contenido de grasa tanto por razones médicas como estéticas (Inglett, Grissmore, 1992; Morrison, 1990; Mouquet, 1991; Yackel, 1992), y considerando el volumen de producción de yuca en Colombia, cuyos usos se están diversificando mediante el desarrollo de productos con un mayor valor agregado, se decidió evaluar el comportamiento de maltodextrinas obtenidas por hidrólisis enzimática del almidón de yuca cuando se utilizan como sustituto de grasa en la elaboración de salchichas tipo viena. Para ello fue necesario, en primer lugar, definir las variables de producción de maltodextrinas con diferentes DE (Waliszewski *et al*, 1992; Guzmán, Ramírez, 1993) y estudiar posteriormente su utilización como reemplazo de diferentes porcentajes de tocino en la elaboración de salchichas.

Materiales y Métodos

1.- Definición de las variables de producción de las maltodextrinas

Para el estudio de la producción de maltodextrinas se trabajó con almidón de yuca, de variedades diversas, y con la enzima Termamyl 120L.

El almidón fue suministrado por el CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), con una humedad de 12.8%.

La enzima Termamyl 120L, extraída a partir del *Bacillus Licheniformis*, se encuentra en forma de una solución estable a altas temperaturas (hasta 110°C). Las condiciones de operación recomendadas para esta enzima son (1):

Concentración del Sustrato: 30-40% sustancia seca

pH: 6.0 - 6.5

Estabilizador, Ca(++): 30 - 60 ppm

Termamyl 120L: 0.5 - 0.7 Kg/ton sustancia seca

Temperatura de Dextrinización: 95°C

Método de Hidrólisis:

En una suspensión de almidón de yuca en agua destilada conteniendo 40% de sustancia seca, y luego de agregar el estabilizador proveedor de iones Ca^{++} (CaCl_2), ajustar el pH a 6.5 y adicionar la enzima en una proporción de 0.2 % sobre la sustancia seca, se distribuyó proporcionalmente la suspensión en un número dado de recipientes de vidrio, cada uno de los cuales representa la muestra que se tomará en un determinado lapso (cada 10 ó 20 minutos). Todo esto se llevó a cabo mientras la suspensión se encontraba en agitación constante.

Las proporciones de los componentes y las temperaturas y tiempos de hidrólisis se seleccionaron teniendo en cuenta estudios previos, en uno de los cuales (Guzmán, Ramírez, 1993) se encontró también que para un buen desempeño de las maltodextrinas como sucedáneo de grasa, el DE no debería ser superior a 3.5.

Las muestras se colocaron en un baño termostático de agua a una temperatura apropiada, de modo que pudieran alcanzar la temperatura seleccionada para la dextrinificación (entre 50 y 70°C). La suspensión se agitó continuamente y se efectuó un seguimiento de la temperatura alcanzada. Una vez transcurrido el lapso de hidrólisis establecido para el muestreo (de 10 a 40 minutos) se sacaba la muestra correspondiente del baño termostático y se ajustaba su pH con HCl (0.1M o 1N) hasta un valor de 3.5 para llevar a cabo la inactivación. Posteriormente las muestras se secaron a 65°C hasta peso constante y se molieron.

A las muestras obtenidas en la hidrólisis del almidón de yuca se les determinó el contenido de sustancia seca y el contenido de azúcares reductores expresados como glucosa. Con estas dos determinaciones se calculó el valor del Equivalente de Dextrosa (DE) (9).

Posteriormente se adelantó una evaluación de la solubilidad de algunas de las maltodextrinas obtenidas del almidón sin hidrolizar y de un sustituto de grasa comercial.

Para este ensayo se trabajó con cinco muestras:

1. Almidón sin hidrolizar.
2. Almidón hidrolizado a 63°C, durante 12 minutos (DE = 1.7893).

3. Almidón hidrolizado a 63°C, durante 20 minutos
(DE = 2.9812)
4. Almidón hidrolizado a 65°C, durante 10 minutos
(DE = 3.5267)
5. Almidón hidrolizado a 65°C, durante 20 minutos
(DE = 3.9764).

Dichas muestras se disolvieron en agua destilada en una proporción de 1 g de muestra / 10 ml de agua destilada, a una temperatura de 27°C (ambiente). Seguidamente fueron calentadas hasta 70°C con agitación continua, estudiándose su solubilidad en agua. Posteriormente se determinaron las calorías de las anteriores muestras.

2.- Evaluación de las salchichas con maltodextrinas

Con las maltodextrinas obtenidas se elaboraron diferentes tipos de salchichas, siguiendo la formulación indicada a continuación, en la cual se ha reemplazado 6.67% del tocino empleado en la formulación tradicional por 1% de maltodextrinas con diferentes DE.

Formulación empleada:

Ingredientes	Porcentaje (%)
Carne de res	31.02
Carne de cerdo	21.4
Papada de cerdo	9.63
Tocino	10
Hielo	24.6
Nitral	0.18
Sal	1.17
Condimento	1
Maltodextrina	1

Se elaboraron para este primer estudio 8 tandas de salchichas:

1. Sin sustituto.
2. Con almidón sin hidrolizar.
3. Con maltodextrina (DE = 0.45).
4. Con maltodextrina (DE = 1.1226).
5. Con maltodextrina (DE = 1.6324).
6. Con maltodextrina (DE = 2.2534).
7. Con maltodextrina (DE = 3.4561)
8. Con maltodextrina (DE = 4.1533).

Para la elaboración de las salchichas se procedió a:

- Seleccionar las carnes de acuerdo con lo establecido por la formulación.
- Moler las carnes con disco de 3 mm.
- Formar la emulsión en el "cutter", adicionando los ingredientes según la formulación. Es importante mantener la masa a una temperatura de máximo 10°C en el "cutter" para evitar el romplimiento de la emulsión.
- Embutir la masa en tripa de celulosa de calibre 18 mm.
- Amarrar porcionando al tamaño deseado.
- Cocinar las salchichas hasta que se mantuvo una temperatura interna entre 68 y 72°C durante 15 minutos.
- Enfriar rápidamente con agua hasta alcanzar una temperatura de 25 - 30°C.
- Dejar reposar las salchichas en cuarto frío (4°C).

En este ensayo se definió cuáles de las maltodextrinas empleadas lograban el mejor comportamiento de las salchichas. Una vez definido lo anterior, se preparó otro ensayo con las dos mejores maltodextrinas para determinar la combinación de grasa y maltodextrina que se desempeña mejor.

Dado que en las normas ICONTEC (5) no existe una reglamentación sobre sustitutos de grasa y que tampoco se encontraron niveles de sustitución aceptados en las normas del FDA (Food and Drug Administration), en este segundo ensayo se decidió

Convención	Tipo de salchicha
A	Salchicha sin sustituto
B	Salchicha con 6% de tocino y 1.66% de maltodextrina con DE=1.1226
C	Salchicha con 6% de tocino y 1.66% de maltodextrina con DE=1.6324
D	Salchicha con 8% de tocino y 1.25% de maltodextrina con DE=1.1226
E	Salchicha con 8% de tocino y 1.25% de maltodextrina con DE=1.6324
F	Salchicha con 10% de tocino y 1% de maltodextrina con DE=1.1224
G	Salchicha con 10% de tocino y 1% de maltodextrina con DE=1.6324
H	Salchicha con 12% de tocino y 0.93% de maltodextrina con DE=1.1226
I	Salchicha con 12% de tocino y 0.93% de maltodextrina con DE=1.6324

Tabla 1. Combinaciones de tocino y maltodextrina en salchichas

trabajar con las siguientes combinaciones de porcentaje de tocino y maltodextrina:

6 % tocino - 1.66 % maltodextrina

8 % tocino - 1.25 % maltodextrina

10 % tocino - 1 % maltodextrina

12 % tocino - 0.93 % maltodextrina

Cabe resaltar que para este ensayo también se realizó una tanda de salchichas sin sustituto, con la formulación original.

Las salchichas elaboradas se relacionan en la tabla No.1

En todos los casos, se determinaron las calorías, grasa y resistencia al corte de las salchichas, y durante 4 semanas se evaluó la pérdida de peso así como su apariencia. En el ensayo final se practicó un recuento total de microorganismos, y las salchichas fueron evaluadas por un panel de degustación.

Se determinaron las calorías con una bomba calorimétrica PARR, y la grasa (Madriñán, 1988). La resistencia al corte fue establecida con una máquina INSTRON, utilizando la celda Warner Bratzler, con una celda de carga de 500N, un rango de carga del 20%, y con una velocidad de descenso de 100mm/min. El diámetro de las salchichas fue de 15mm y la longitud de 13 cm.

Resultados y Discusión

1. Definición de las variables de producción de las maltodextrinas

Como era de esperarse, el equivalente de dextrosa (DE) se incrementa en la medida en que aumenta el tiempo y la

temperatura de la hidrólisis. En el ensayo a 70°C se presentaron principios de gelatinización sobre todo en las muestras 2, 3 y 4.

En la prueba de solubilidad ninguna de las cinco muestras formó una solución con el agua a temperatura ambiente. Mientras que el sustituto comercial sí se disuelve más fácil y rápidamente

Después de calentar las muestras hasta 70°C y observar su comportamiento, se concluyó que las maltodextrinas con un equivalente de dextrosa (DE) menor de 3.5, son las que presentan mejores posibilidades para sustituir la grasa en la salchicha.

Se puede observar que las maltodextrinas con alto equivalente de dextrosa presentan mayor contenido de calorías.

2.- Evaluación de las salchichas con maltodextrinas

En los ensayos iniciales realizados, esto es, en la elaboración de salchichas con el mismo porcentaje de tocino sustituido por maltodextrinas con diferentes DE, durante el mes de estudio se observaron los siguientes resultados:

Las salchichas con mayor contenido de humedad son las que tienen como sustituto maltodextrina con equivalente de dextrosa de 4.15. Como era de esperarse, la salchicha sin sustituto presentó el mayor contenido de grasa. Este tipo de salchichas es también el que registra un mayor porcentaje de pérdida de peso. Las menores pérdidas en las salchichas con maltodextrinas se deben a la función ligante de éstas, que ayuda a que la emulsión se conserve durante mayor tiempo.

Las salchichas que presentaron una mayor resistencia al corte fueron las que tienen almidón como sustituto; las que presen-

Muestra Nº	1	2	3	4
Tiempo de hidrólisis (min)	10	20	30	40
DE (Hidrólisis a 60°C)	0.6673	0.9988	1.0094	1.2918
DE (Hidrólisis a 65°C)	3.5267	3.9764	4.0237	5.1859
DE (Hidrólisis a 70°C)	3.6646	4.9923	5.6533	6.9889

Tabla 2. Resultados obtenidos en DE para hidrólisis a diferentes temperaturas

Muestra	DE	Calorías / 100 mg
Almidón	0	380.19
2	1.7893	382.56
3	2.9813	383.25
4	3.5267	384.12
5	3.9764	384.67

Tabla 3. Resultados obtenidos en la determinación de Calorías en diferentes maltodextrinas

Tipo de sustituto en las salchichas	Observaciones
Sin sustituto	Babosas. Presentan separación de la grasa. Rompimiento de la emulsión.
Almidón	Presentan buen aspecto. Poca separación de la grasa. Algo babosas. Consistencia muy dura.
DE = 0.45	Presentan separación de la grasa. Babosas. Hay deshidratación. Encogimiento de las salchichas.
DE = 1.1226	Presentan muy buena apariencia. No hubo separación de la grasa. Aspecto y consistencia aceptable, muy similar al de una salchicha comercial.
DE = 1.6324	Presentaron cierta separación de la piel. En general, buen aspecto.
DE = 2.2534	Todas se encontraban arrugadas y algo quemadas.
DE = 3.4561	Todas se encontraban arrugadas y deshidratadas. Presentaban separación de la piel.
DE = 4.1533	Se encontraban arrugadas, deshidratadas. Algunas quemadas. En general, mala apariencia.

Tabla 4. Evaluación de conservación de las salchichas

tan un comportamiento similar a la salchicha sin sustituto en lo que a resistencia al corte se refiere son las que tienen equivalentes de dextrosa de 1.1226 y 1.6324.

En cuanto a la conservación, en la tabla No. 4 se muestran los resultados obtenidos en una evaluación cualitativa realizada a las salchichas después de haber permanecido almacenadas durante un mes.

Cabe resaltar que, en general, el color de las salchichas fue un poco claro pero se fue acentuando a medida que transcurría el tiempo de almacenamiento.

Analizando todas las pruebas hechas a las salchichas, y tomando como parámetro preponderante los resultados de resistencia al corte en la INSTROM y los de conservación, se determinó que las salchichas que, en general, presentaron un mejor comportamiento fueron las que tenían como sustituto maltodextrinas con equivalentes de dextrosa de 1.1225 y 1.6324.

A continuación se presentan los resultados de cada una de las pruebas practicadas durante 4 semanas a las salchichas del ensayo final.

a.- Contenido de humedad

En la tabla No. 5 se presentan los resultados de contenido de humedad para las diferentes combinaciones de % de tocino y % de sustituto, durante el tiempo de estudio.

Como se muestra en dicha tabla, a medida que transcurre el periodo de almacenamiento las salchichas pierden agua, es decir, sufren un proceso de deshidratación. Las salchichas con mayor contenido de agua son las que tienen como sustituto maltodextrina con equivalente de dextrosa de 1.6324, con un porcentaje de sustitución del 12% de tocino y 0.93% de maltodextrina.

También se realizó prueba de humedad a una salchicha comercial y dio como resultado 59.23%

b.- Grasa total

En la tabla No. 6 se muestran los resultados de grasa total para cada uno de los tipos de salchichas durante el tiempo de estudio.

Tipo de salchicha	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
A	58.85	58.65	58.25	57.94
B	60.15	59.12	59.08	58.71
C	60.21	59.09	58.97	58.11
D	61.28	60.58	60.24	59.52
E	61.57	60.37	59.98	59.15
F	59.72	59.08	58.85	57.98
G	59.65	59.29	59.11	58.47
H	61.49	60.04	59.73	58.86
I	61.82	60.73	60.26	59.77

Tabla 5. Humedad en las salchichas (%)

Tipo de salchicha	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
A	29.56	29.41	29.06	28.11
B	15.52	15.03	14.89	14.10
C	15.28	14.98	14.76	13.95
D	18.35	18.05	17.91	17.07
E	18.78	18.14	17.98	17.15
F	22.96	22.78	22.07	21.52
G	23.21	23.09	22.88	21.93
H	25.49	24.99	24.53	23.81
I	25.98	25.11	24.92	24.09

Tabla 6. Contenido de grasa total (%)

La salchicha sin sustituto (A) presentó el mayor contenido de grasa. A la vez, la salchicha que presentó el menor contenido de grasa fue la C (15.28 %) con 6% de tocino y 1.66% de maltodextrina ($DE = 1.6324$).

Como elemento de comparación se determinó la grasa total de una salchicha comercial y dio como resultado 25.71%, 10% más que la salchicha tipo C, pero menos que la A (salchicha sin sustituto).

Además, se nota que a medida que transcurre el período de almacenamiento, el porcentaje de grasa disminuye debido a una separación de la emulsión.

c.- Resistencia al corte

La salchicha que presenta una mayor resistencia al corte es la D (ver tablas). Se observa en los datos anteriores que la resistencia al corte se incrementa con el tiempo debido a que

las pérdidas de agua y grasa hacen que las salchichas se tornen más secas y, por ende, presenten mayor resistencia.

Además se realizó una prueba de resistencia al corte a una salchicha comercial y dio como resultado 10.5 N, un valor cercano a las salchichas C y E (ver tablas).

d.- Calorías

Como en el ensayo anterior, se pudo establecer que las calorías no cambian apreciablemente con el tiempo, se determinó medir las calorías solamente en la primera semana.

Se observa que las salchichas con maltodextrinas tienen aproximadamente un 13 % menos de calorías que las salchichas que no presentan sustituto (A).

La salchicha comercial tiene 376.22 cal/100g; este valor es menor que el de la salchicha que no presenta sustituto (388.45 cal/100 g).

Tipo de salchicha	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
A	4.0	4.2	5.8	6.4
B	5.9	6.3	6.5	7.2
C	8.9	10.4	10.6	10.9
D	9.5	10.01	10.2	10.8
E	8.9	10.15	10.4	10.9
F	3.8	4.5	6.2	7.1
G	5.1	5.4	6.9	7.7
H	8.8	9.4	9.8	10.3
I	8.9	9.6	10.1	10.4

Tabla 7. Resultados de la Resistencia al corte (N)

Tipo de salchicha	Calorías (cal / 100g)
A	388.45
B	341.58
C	341.96
D	341.28
E	341.50
F	341.25
G	342.14
H	340.17
I	339.94

Tabla 8. Resultados de las Calorías (cal/100g)

Tipo de salchicha	Color	Apariencia externa	Resistencia al corte	Apariencia interna	Sabor	Textura
A	1.78	1.11	1.96	1.48	1.28	1.40
B	4.15	3.85	3.64	3.91	3.90	3.8
C	4.17	4.17	4.1	3.89	4.01	4.26
D	2.62	1.90	2.49	3.07	2.44	2.17
E	3.96	3.8	4.07	3.87	3.74	3.74
F	3.3	2.61	3.02	3.17	2.69	3.02
G	3.20	3.13	3.59	3.76	3.64	3.70
H	2.67	2.70	3.57	3.52	3.12	3.04
I	3.27	3.3	3.64	3.49	3.65	3.72
Comercial	4.33	4.43	4.1	4.4	4.38	4.41

Tabla 9. Resultados de la evaluación sensorial

Tipo de salchicha	Pérdida de peso (%)
A	7.15
B	5.27
C	5.71
D	5.15
E	5.20
F	6.2
G	6.08
H	6.4
I	6.12

Tabla 10. Porcentaje de pérdida de peso entre la 1^a y la 4^a semana

Tipo de salchichas	Observaciones
A	Presentan separación de la grasa. Rompimiento de la emulsión.
B	Apariencia aceptable, pero separación de la grasa.
C	Presentan muy buena apariencia. Un aspecto muy similar al de una salchicha comercial.
D	Presentan algo de separación de la piel y hubo un ensanchamiento en las salchichas.
E	Buena apariencia interna. Apariencia externa desagradable.
F	Presentan buena apariencia. No hubo separación de la grasa. Un aspecto agradable.
G	Presentan buen aspecto. Dos se encontraban arrugadas debido a un mal embutido.
H	Todas se encontraban arrugadas y deshidratadas. Presentaban separación de la piel.
I	En general, presentan mala apariencia. Se encontraban arrugadas y con separación de la piel.

Tabla 11. Evaluación de conservación de salchichas

e.- Análisis sensorial

La salchicha que presentó menos diferencia con respecto a un patrón comercial fue la de la combinación 6% de tocino y 1.66 % de maltodextrina con un DE = 1.6324 (C). Exceptuando la salchicha comercial, la C presentó las mejores calificaciones para la totalidad de las variables evaluadas, salvo la apariencia interna.

f.- Pérdida de peso

Para esta prueba se escogieron 3 salchichas de cada tipo, las cuales fueron pesadas cada semana durante un mes. En la tabla No. 10 se presentan los resultados de pérdida de peso entre la primera y cuarta semana, luego de promediar los tres valores para cada tipo de salchicha.

Analizando los datos presentados en la tabla No. 10 se puede observar que las salchichas que no presentan sustituto (maltodextrina) son las que registran un mayor porcentaje de pérdida de peso, confirmando el efecto ligante de las maltodextrinas.

g.- Conservación

En la tabla No. 11 se muestran los resultados obtenidos de una evaluación cualitativa realizada a las salchichas después de haber permanecido en almacenamiento a 4°C durante un mes.

Conclusiones

La maltodextrina que presentó el mejor desempeño como sustituto de grasa fue producida por la hidrólisis del almidón, a una temperatura de 63°C durante 10 minutos, hasta obtener un equivalente de dextrosa igual a 1.6324.

La salchicha que presentó menos diferencia con respecto a un patrón comercial fue la de la combinación 6% de tocino y 1.66 % de maltodextrina, con un equivalente de dextrosa de 1.6324

La hidrólisis no se pudo efectuar a temperaturas cercanas a 95°C que es la temperatura óptima de dextrinificación para la enzima, pues la velocidad de la enzima se incrementa obteniéndose equivalentes de dextrosa muy altos

Cuando se hidroliza enzimáticamente el almidón a temperaturas inferiores a la de gelatinización no es conveniente inactivar térmicamente la enzima, debido a que se puede gelatinizar la muestra. La inactivación se debe llevar a cabo únicamente mediante la reducción del pH con HCl hasta un valor de 3.5

El valor de Equivalente de Dextrosa más adecuado para la utilización de las maltodextrinas como sustituto de grasa en productos cárnicos debe ser menor que 3.5

La sustitución parcial de la grasa mediante maltodextrinas reduce el poder energético en aproximadamente 30 a 40 cal/100 g.

Bibliografía

1. ——— **Enzimas Novo Nordisk para la industria del almidón.** B 140g - E 500. Junio 1990.
2. FLORES, J. Albarruiz A. **Evaluación de la calidad de productos cárnicos. II Parámetros analíticos propuestos para embutidos crudos.** Agroquímica y Tecnología de alimentos. Vol 25 No 2 .1985, pág 233 - 241.
3. GUZMAN, Rafael; RAMIREZ, M. X. **Obtención de maltodextrina y su utilización como sucedáneo de grasa.** Tesis Ing. Química Universidad del Valle. 1993.

4. INGLETT, G. E.; Grissmore, S. B. **Maltodextrina fat substitute lowers cholesterol.** Food Technology, junio 1992, pág 104.
5. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. **Industrias Alimentarias. Productos cárnicos procesados**, segunda revisión, No 1325, 1982.
6. LIGHT, J.M. **Modified food starches: Why, what, where and how.** Cereal Foods World. Vol 35. No 11, noviembre 1990. Pág 1081 - 1092
7. LOZANO, A.; CABRERA, J.; SALAZAR, T. **Susceptibilidad del almidón presente en harinas crudas y modificadas al ataque enzimático con a-amilasa.** Revista colombiana de Química. Vol. 3, No 1, 1973.
8. MADRIÑAN, C. **Química de alimentos.** Universidad del Valle, Cali. 1988 .
9. ———. **Métodos Icumsa de análisis de azúcar.** Evaluación de los productos de hidrólisis. Equivalente de dextrosa. Pág. 141 - 143.
10. MORRISON, R. M. **The market for fat substitutes**, National Food Review. Vol. 3, No 2. Abril - junio 1990.
11. MOUQUET, C. **Les substituts de matières grasses: Etude Bibliographique CEMAT**, Laboratoire de Génie et Technologie Alimentaires. Montpellier, agosto 1991.
12. QUIROGA, Guillermo. **Tecnología de carnes y productos cárnicos.** Universidad del Valle. Vicerrectoría académica. Programa de regionalización. Modalidad a distancia.
13. SISON, E. C.; ALMIRA, E. C.; NAVAL, A. B. **Starchy materials as binder in salami sausage.** Philipine Agriculturist. Vol 58, No. 9 / 10. 1975. Pág. 367 - 372.
14. ———, **Starches and gumes.** Food technology, junio 1992. Pág. 174 - 178.
15. WALISZWESKI, K., M. et al. **Kinetics of enzymatic hydrolysis of cassava flour starch -optimization and modelling.** International Journal of Foods Science and Technology. Vol 27, 1992. pág. 465 - 472.
16. WHISTLER, R. L.; PASCHAL, E. F. **Starch: Chemistry and Technology**, Vol.1. Academic press. Inc. 1965.
17. YACKEL, W. C. **Aplication of starch - Based fat replacer.** Food Technology. Junio 1992. Pág 146 - 148