



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

DESARROLLO DE UN DULCE DE LECHE DE
VACA CON NUEZ Y AMARANTO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICA DE ALIMENTOS

P R E S E N T A :

TANIA DIAZ MENDEZ



MEXICO, D.F.



2005

EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUIMICA

m343944



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado asignado:

Presidente	Prof. Francisco Javier Casillas Gómez
Vocal	Prof. María de Lourdes Gómez Ríos
Secretario	Prof. Lucia Cornejo Barrera
1 ^{er} suplente	Prof. Rafael Carlos Marfil Rivera
2 ^{do} suplente	Prof. Rosa María Argote Espinosa

La tesis presente se desarrolló en el Laboratorio 1-A del Departamento de Alimentos y Biotecnología, Edificio A de la Facultad de Química, UNAM.

Asesor de Tema:



M. en C. Francisco Javier Casillas Gómez

Sustentante:



Tania Díaz Méndez

Agradecimientos y dedicatorias

Les dedico este trabajo a todos aquellos que compartieron este proyecto. Especialmente a mis padres Marcela y Miguel por educarme, apoyarme y darme la formación que tengo que gracias a eso soy quien soy y he logrado todo lo que me he propuesto.

Mamá, gracias por todo pero en particular por enseñarme a ser fuerte, luchar y seguir mis sueños.

Papá, tú cariño y apoyo incondicional ha sido muy importante, *gracias*.

Andreco, por ser siempre un compinche, amigo y especialmente por ser un gran ejemplo de vida para mí, GRACIAS y TE QUIERO.

Mariana y Azya, mis pequeñas hermanas, por darle esa chispa a mi vida cuando más lo necesite. Y les dedico principalmente este trabajo que deseo que sea un ejemplo de lucha, perseverancia y logro. *TODO SE PUEDE CUANDO SE QUIERE*.

Luisa, compañera, compinche y amiga a lo largo de esta etapa. Agradezco tú apoyo en los momentos en que más lo necesite, tú cariño y tú compañía incondicional. Gracias y te quiero.

Mis amigos, Mariana, Paola, Mauricio, Youssef, May y Tino por compartir tantos momentos, aventuras, logros, fracasos, alegrías y tristezas, por brindarme ese apoyo y cariño. Y recuerden que pase lo que pase siempre estarán conmigo. Los quiero.

Alina y Adrian, amigos que a pesar de la distancia siempre están conmigo dándome su amistad, cariño, animo y apoyo. Gracias por ser como son y darme ese ejemplo de vida, la superación. *Los quiero*

A la UNAM y la Facultad de Química por darme la formación profesional que siempre busque.

Índice

Página

1. Introducción	1
2. Objetivos	2
3. Antecedentes	3
3.1 Amaranto	3
3.2 Leche	8
3.3 Azúcar	15
3.4 Nuez	21
3.5 Esencia de vainilla	24
3.6 Miel de maíz (Jarabes de maíz)	27
3.7 Bicarbonato de sodio	30
3.8 Pardeamiento de los alimentos	31
3.9 Envase y embalaje	33
3.10 Vida de anaquel	38
4. Metodología	42
4.1 Materias primas	43
4.2 Análisis fisicoquímico (calidad)	43
4.3 Proceso (Desarrollo de fórmula)	45
4.4 Análisis proximal	47
4.5 Envase	48
4.6 Vida de anaquel	48

5. Resultados y Discusión	51
5.1 Análisis fisicoquímico (calidad)	51
5.2 Proceso (Desarrollo de fórmula)	52
5.3 Análisis proximal	54
5.4 Envase	56
5.5 Vida de anaquel	56
5.6 Costos	66
6. Conclusiones	70
7. Recomendaciones	71
8. Bibliografía	72
9. Anexos	76
9.1 Análisis proximal	76
9.2 Vida de anaquel (Análisis sensorial)	79

Resumen

Debido a que el amaranto es una opción importante de siembra en México, tanto por su alto valor nutricional como por sus condiciones de cultivo, surge la necesidad de diversificar su uso. El presente proyecto aborda el desarrollo de un dulce que toma como base las tradicionales Glorias elaboradas con leche de cabra y nuez. En el producto desarrollado se sustituye la leche de cabra por leche de vaca y se enriquece el dulce con amaranto, dando como resultado un dulce de características sensoriales propias y diferentes a los dulces típicos denominados Glorias, y con un valor nutricional superior a esos dulces, pues el aporte que brinda el amaranto en la cantidad de proteínas cruda y en fibra dietética son notables.

Dado que se trata de una adecuación de los dulces típicos denominados "Glorias" este producto se desarrolló en una presentación de forma triangular con unas dimensiones de 4.5 cm de base, 4.5 cm de altura, 1.4 cm de grosor y un peso de 20 ± 0.2 gramos y un empaque de tipo película BOPP (Biaxially Oriented Polypropylene) 15/15 metalizada que preserve las características del producto y lo dote de identidad propia, buscando aceptación de un mercado potencial.

Con el presente proyecto además de realizar el producto se presenta un análisis de vida de anaquel en tiempo real a diferentes temperaturas con duración de 70 días, que aunado al estudio financiero muy básico nos ofrece suficiente información para el análisis de factibilidad que el proyecto posee para su desarrollo industrial.

1. Introducción

Se plantea realizar este proyecto con el fin de diversificar el uso del amaranto en la industria alimentaria, en este caso la confitería, desarrollando un dulce de leche de vaca con nuez y amaranto, también es importante impulsar el rescate del cultivo del amaranto así como su uso y aprovechamiento con la finalidad de promover una alternativa nutricional y económica para solucionar en la medida de lo posible la situación que afecta a la mayoría de la población rural de los diferentes estados del país, y ofrecer una alternativa de cultivo a los campesinos que dependen del temporal y del maíz como única actividad económica.¹

Con amaranto se preparan atoles, papillas y mazapanes. Estos productos de amaranto se siguen mejorando por combinaciones de harinas, para aportar alimentos de alto contenido nutricional y gustativo, dirigido a la nutrición de niños, desde muy temprana edad. Ha sido considerado por la Organización Mundial de la Salud como uno de los alimentos recomendados para el futuro.^{2,3}

Semillas del amaranto tostado proveen una fuente de proteínas superior, que puede satisfacer gran parte de la ración recomendada de proteínas para niños, y también pueden proveer aproximadamente el 70% de energía de la dieta.^{3,47} Teniendo en cuenta que el amaranto es un vegetal con un muy alto valor nutricional por su alto contenido de proteínas y calidad de estas, aminoácidos presentes (lisina y metionina), almidón, lípidos, alto contenido de fibra, minerales y vitaminas.^{2,4}

La semilla del amaranto compite bien con variedades convencionales de trigo que contiene de 12- 14 % de proteína, al arroz que contiene de 7-10 % y al maíz que contiene de 9-10 % de proteína y con otros cereales de gran consumo. Además, el amaranto tiene abundante lisina, aminoácido indispensable que está en baja proporción en los demás cereales. El amaranto tiene el doble de lisina que el trigo, el triple que el maíz, y tanta lisina como la que se encuentra en la leche.^{1,3}

2. Objetivos

- ✓ Desarrollar un dulce de leche de vaca con nuez y amaranto (tipo Gloria) para diversificar el uso del amaranto en la industria confitera.

- ✓ Evaluar la factibilidad de sustituir por leche de vaca la leche de cabra con que, originalmente, se elaboran los dulces tipo Gloria.

- ✓ Comprobar la contribución nutrimental del amaranto incorporado a la formulación de un dulce de leche (tipo Gloria).

3. Antecedentes

3.1 Amaranto

El amaranto es una planta herbácea de la familia *Amaranthaceae*, que junto con el trigo y la quinua forman parte del grupo de los pseudocereales, ya que tiene características similares a las de los granos de cereales verdaderos de las monocotiledóneas. Al igual que éstos, contiene cantidades importantes de almidón, con la diferencia de que éste se encuentra almacenado en el perispermo y el embrión ocupa gran parte del grano, conformando así una buena fuente de lípidos y también de proteínas. Sin embargo, por ser una dicotiledónea, no es considerado como un cereal verdadero.^{4,5}

La familia *Amaranthaceae* se compone de 60 géneros y alrededor de 800 especies, 60 de estas especies son cosmopolitas y crecen particularmente en sitios habitados por el hombre considerándose como malezas. El género *Amaranthus* comprende alrededor de 50 especies en el continente americano y 15 en Europa, Asia, África y Australia. La mayoría de las especies son malezas oportunistas, pero existen algunas que se cultivan como alimento por sus semillas y/o sus hojas, las cuales son comestibles. Cabe destacar a 3 especies que son cultivadas: *A. hypochondriacus* y *A. cruentus*, originarias de México y Centroamérica (Guatemala) y *A. caudatus* de América del Sur.^{6,7}

Es una hierba anual productora de pequeñas semillas en abundancia. Estas semillas tienen propiedades particulares que, aun no siendo gramíneas, se pueden conservar por tiempo prolongado sin que pierdan sus propiedades. Además es una planta muy adaptable a condiciones de crecimiento muy limitadas en agua y nutrientes como los minerales. Resiste mucho el calor extremo. Una de sus principales propiedades es que revienta en condiciones muy calientes y se convierte en una "palomita".^{3,6}

Se puede usar la hoja fresca y seca, el grano seco molido, el grano seco reventado y muchas combinaciones como mezclador alimenticio. Tradicionalmente se prepara para palanquetas llamadas alegría fina con miel de abeja y ordinaria con piloncillo. Con amaranto se preparan atoles, papillas y mazapanes. Estos productos de amaranto se siguen mejorando por combinaciones de harinas, para aportar alimentos de alto contenido nutricional y gustativo, dirigido a la nutrición de niños, desde muy temprana edad. Ha sido considerado por la Organización Mundial de la Salud como uno de los alimentos recomendados.^{2,3}

El amaranto es un vegetal con un muy alto valor nutricional por su alto contenido de proteínas y calidad de estas (15-18%), aminoácidos (lisina y metionina), almidón (representa 50-60% en

base seca), lípidos (7-8%), alto contenido de fibra, minerales (calcio y hierro) y vitaminas (A y C).^{2,4}

La semilla del amaranto compite bien con variedades convencionales de trigo que contiene de 12- 14 % de proteína, al arroz que contiene de 7-10 % y al maíz que contiene de 9-10 % de proteína y con otros cereales de gran consumo. Además, el amaranto tiene abundante lisina, aminoácido indispensable que está en baja proporción en los demás cereales. El amaranto tiene el doble de lisina que el trigo, el triple que el maíz, y tanta lisina como la que se encuentra en la leche.^{1,3}

Tabla 1. Composición proximal de diferentes especies de semilla de amaranto (% en base al peso seco)⁷

	A. caudatus	A. hypochondriacus	A. cruentus
Humedad	9,5-11,6	11,1	6,2-8,8
Proteína cruda ^a	17,6-18,4	17,9	13,2-18,2
Grasa	6,9-8,11	7,7	6,3-8,1
Fibra	3,2-5,8	2,2	3,6-4,4
Cenizas	3,1-4,4	4,1	2,8-3,9
Hidratos de carbono ^b	59,7-51,69	57	67,9-56,6

a: N x 5.85; b: por diferencia

Tabla 2. Composición química del amaranto comparado con otros cereales (g/ 100 g en Base húmeda)¹

	Arroz	A. caudatus	Trigo	Maíz	Avena
Proteína	5,6 g	17,6-18,4 g	12,8 g	9,4g	15,8 g
Fibra(cruda)	0,3 g	3,2-5,8 g	2,3 g	3.0 g	3,0 g
Grasa	0,6 g	6,9-8,11 g	1,7 g	4,7 g	6,9 g
Hidratos de carbono	79,4 g	59,7-51,69 g	71 g	74 g	66 g
Calcio	9,0 mg	250 mg	29,4 mg	7 mg	54 mg
Hierro	4,4 mg	15 mg	4,0 mg	2,7 mg	5,0 mg
Calorías	360 kcal	336,8-312,8 kcal	334 kcal	365 kcal	389 kcal

El amaranto se puede digerir y absorber mejor después de transformarlo con calor. Remover la cubierta del grano con calor ha sido reportado como la mejor forma de mejorar la calidad de la proteína disponible en el grano de amaranto. Hay varios métodos para transformarlo entre los que están reventar, tostar, hervir, etc.

Utilizar temperaturas muy altas reduce la calidad del grano. El potencial de daño a la calidad nutrimental es más obvio cuando esta transformado con calor seco (como reventar o tostar).^{1,8}

El amaranto se cultivaba en América desde hace 5 000 a 7 000 años, es originario de México. Cuando los españoles llegaron a América, el amaranto o *huautli* o *guegui* era uno de los granos más apreciados por los aztecas. La conquista española terminó con el uso del amaranto como un artículo de primera necesidad en América.⁶

El consumo de *huautli* estaba muy arraigado entre los aztecas. Era considerado un alimento ritual, que se utilizaba en la elaboración de diversos alimentos como atoles, tamales, pinole y tortillas, y sus hojas se consumían también como verdura. Diversas fuentes históricas relatan el uso de esta planta en las ceremonias religiosas, en varias fechas del calendario religioso las mujeres aztecas molían la semilla, la mezclaban con miel de maguey para formar una masa llamada *tzoalli*, y formaban figuras de víboras, aves, montañas, venados y dioses, para ser comidas en las ceremonias, en los grandes templos o en pequeñas reuniones familiares.

Actualmente, la forma más común de consumir el amaranto en México es en el popular dulce "alegría", cuya preparación, curiosamente, deriva del antiguo *tzoalli*, con la diferencia de que en lugar de harina de amaranto se utilizan las semillas reventadas.^{1,6}

Aunque el amaranto llegó a China hace más de cien años, el impulso que el gobierno chino le ha dado en los últimos quince años lo ha convertido en un cultivo invaluable. Actualmente los chinos consumen gran cantidad de hojas de amaranto, preparan fideos, panqués y dulces con la semilla, utilizan el colorante para la salsa de soya y recientemente se ha explotado como forraje para cerdos, pollos, patos, conejos, caballos y peces con excelentes resultados. Se considera que China es actualmente el país en donde se cultiva la mayor extensión de amaranto.^{1,6}

En Estados Unidos el interés por el amaranto se incrementó a mediados de la década de los 70's. Aunque la extensión de amaranto sembrada en este país no ha alcanzado grandes dimensiones, el interés por el producto ha ido en aumento y actualmente Estados Unidos, junto con Japón, se encuentra a la vanguardia en la investigación, tanto desde el punto de vista agronómico como en el desarrollo de nuevas tecnologías para el uso del grano en productos

novedosos. Iowa, en el North Central Regional Plant Introduction Station, se encuentra la colección de germoplasma de amaranto más importante del mundo, que en 1999 ya contaba con 3 380 registros de variedades provenientes de todo el mundo.^{3,8}

Al igual que en México, el consumo del amaranto en Perú es una tradición milenaria que decayó por mucho tiempo; sin embargo en años recientes se ha dado un nuevo a la investigación de la planta y a su reintroducción. Perú cuenta con dos de las colecciones de germoplasma de amaranto más importantes del mundo y es el país donde se han logrado los mayores rendimientos. La nueva valoración que ha tenido el amaranto en el mundo también despertó el interés de agrónomos e investigadores mexicanos. En la década de los 80's el impulso a la producción del grano llegó a elevar la superficie sembrada de 500 ha en 1983 a 1500 ha en 1986. Diversas instituciones nacionales como el Colegio de Posgraduados de Chapingo, el Instituto Nacional de la Nutrición, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, la Universidad Nacional Autónoma de México, el Instituto Politécnico Nacional, la Universidad Autónoma Metropolitana, la Universidad Autónoma Chapingo y el Instituto Nacional de Antropología e Historia, entre otras, han apoyado trabajos de investigación de muy diversa índole que han contribuido a aumentar nuestro conocimiento y las potencialidades de tan importante recurso. Sin embargo el apoyo para el cultivo y la investigación del amaranto parece haber disminuido durante la última década. Con la aplicación de procesos modernos de tecnología de alimentos se ha dado un nuevo enfoque a la explotación del amaranto.^{5,6}

Se han desarrollado, por ejemplo, técnicas para extraer concentrados proteínicos de alto valor que pueden ser usados en la elaboración de diversos alimentos para elevar su valor nutricional. Un uso novedoso que se ha dado a estos extractos es en la elaboración de mayonesas y aderezos "light": aprovechando las características aglutinantes del grano se sustituye la grasa que comúnmente contienen dichos aderezos por el extracto proteínico de amaranto, que da la consistencia al producto.^{6,8}

Otro producto que se encuentra en desarrollo es una bebida de amaranto a la que, por sus propiedades nutricias semejantes a las de la leche, le llaman "leche de amaranto". En este impulso a la industrialización del amaranto no sólo se ha puesto atención al grano, ya que también las hojas pueden ser aprovechadas. El desarrollo de una bebida de fibra dietética y laxante a partir de las hojas de amaranto. En este impulso a la industrialización del amaranto no sólo se ha puesto atención al grano, ya que también las hojas pueden ser aprovechadas.

El desarrollo de una bebida de fibra dietética y laxante a partir de las hojas de amaranto. Sin embargo, el futuro del amaranto en México es aún incierto. Algunas industrias nacionales empiezan a interesarse en comprar las nuevas tecnologías para la elaboración de productos de amaranto, pero la producción en el país no alcanza los niveles suficientes para impulsar una industrialización de grandes alcances. Por otra parte, los productores siembran pequeñas cantidades de amaranto por que no existe demanda del grano. Este interés constituye el punto de partida para lograr el rescate de este antiguo y valioso cultivo. ^{2, 6, 8}

3.2 Leche

La leche es el líquido secretado por las glándulas mamarias de animales mamíferos con el fin de alimentar al recién nacido. En términos lactológicos, el concepto de leche se refiere únicamente a la leche de vaca (leche cruda), obtenida por uno o más ordeños higiénicos de la ubre de una o más vacas, que a continuación se ha refrigerado y al que no se ha añadido ni sustraído nada.⁹

El uso de la leche como alimento, se remonta a más de 3500 años antes de Cristo, y a lo largo del tiempo, las diferentes culturas la han aprovechado de distintas maneras.

En las proximidades de Ur, antigua Caldea, se han descubierto bajorrelieves que se habían realizado entre el 3.100 y 3.500 antes de Cristo; estos muestran el ordeño de dos vacas y la fabricación de mantequilla, operaciones realizadas por sacerdotes del templo de la diosa Nin-Har-Sag (protectora del ganado). Los bajorrelieves pertenecían a los sumerios, que invadieron Caldea entre 4.000 y 5.000 años antes de Cristo, por lo que se supone que las prácticas lecheras de este pueblo se remontan aún más atrás en el tiempo.¹⁰

Alimento por excelencia, la leche ha sido usada como medicina y cosmética en las antiguas civilizaciones. Hipócrates, que vivió en Grecia 400 años a.C. y es considerado el padre de la medicina, recetaba leche fresca de vaca como antídoto eficaz para casos de envenenamiento. Además, mezcladas con otras sustancias como vino, agua y miel, entre otras, la leche era indicada para curar inflamaciones, fiebre y afecciones en la garganta. En el Imperio Romano se consideraba que la leche poseía propiedades rejuvenecedoras.¹⁰

Durante gran parte de la edad Media el ganado era habitualmente usado para arrastrar instrumentos de labranza o para la producción de carne, y la leche era considerada un producto secundario. El consumo de leche se reservaba para servir a la subsistencia de sirvientes y artesanos. Si existía leche sobrante se transformaba en mantequilla o queso, como manera de conservar las propiedades nutritivas del alimento.

Aun con la expansión del comercio iniciada alrededor del siglo XIII y el incremento de la actividad mercantil, la leche siguió siendo un producto de bajo consumo, puesto que sólo podía ser conservada durante unas pocas horas. Así, mientras la evolución de las sociedades humanas iba transformando las pequeñas aldeas en grandes ciudades, aparecían problemas de abastecimiento de productos frescos para esa creciente población urbana. Llegando al siglo XIX comienza la producción industrial.¹⁰

.3El incremento de la población urbana, el desarrollo del transporte y el incremento del número de cabezas de ganado introdujeron nuevas perspectivas para la producción y distribución de la leche. Pero seguía sin resolverse el problema del abastecimiento frente a una demanda en aparición: el sistema de transporte de productos frescos era todavía insuficiente y los adelantos alcanzados no lograban ampliar su período de conservación. Además, la ordeña aún era realizada precariamente en los establos, mientras que los envases presentaban serias deficiencias higiénicas.¹⁰

A mediados del siglo XIX, los descubrimientos de Louis Pasteur representaron la primera victoria de la ciencia contra la acción de los microorganismos potencialmente patógenos, y permitieron conservar por más tiempo las propiedades nutritivas y digestivas de los alimentos.

El tratamiento térmico (pasteurización) de la leche cruda, el descremado mecánico (separadores centrífugos) y el desarrollo de las técnicas de enfriamiento de los alimentos, sumados a otros avances, permitieron hacia fines del siglo XIX la modificación de la producción industrial de la leche y sus derivados. La producción lechera alcanzó así un grado importante de expansión y desarrollo a partir del siglo XX, al destinarse grandes extensiones de tierra exclusivamente para la producción lechera, tanto en Europa como en Estados Unidos.¹⁰

A lo largo de la historia de la humanidad, el tema de la alimentación demandó muy poca atención por parte de las disciplinas relacionadas con el cuidado de la salud. Pero la primera guerra mundial puso en evidencia que gran parte de los soldados estaba en condiciones deficientes de nutrición. Esto ocasionó una toma obligada de conciencia que, una vez terminada la guerra dio lugar a un importante movimiento a favor de la buena alimentación; que situó en un lugar relevante la necesidad de una alimentación más higiénica y saludable.¹⁰

Así fue como después de la segunda guerra mundial se produjo una revolución con el logro de mayores niveles de productividad lechera de los ganados. Estos avances estimularon el establecimiento nuevas plantas productoras que multiplicaron las posibilidades de industrialización de la leche. A partir de entonces, los procesos tecnológicos fueron perfeccionándose hasta llegar al actual grado de desarrollo que exhibe la industria láctea mundial.^{9, 10}

En las últimas décadas, la innovación industrial y los avances científicos han permitido lograr desarrollos muy significativos en la industria láctea, convirtiendo a los productos lácteos en un bien de fácil acceso para gran parte de la población; ya que se ha llegado a la concientización

de que es muy poco probable que un alimento contenga todos los nutrientes presentes en un simple vaso de leche. Hoy, la leche y sus derivados ocupan un lugar privilegiado entre los consumos alimentarios naturales de las grandes ciudades.¹⁰

La leche es uno de los productos alimenticios más antiguos y a la vez es uno de los alimentos más importante, ya que se puede considerar un alimento que cubre todas las necesidades nutricias del ser humano. Contiene todos los nutrientes y los biocatalizadores necesarios para mantener y desarrollar los procesos vitales, contiene cantidades relativamente importantes de unos 55 nutrientes esenciales para el hombre. Sin embargo, no es un alimento completo, ya que todas las leches son deficitarias en vitamina D y en hierro.^{9, 11}

La leche es la principal fuente calcio de la naturaleza, y es imprescindible, entre otras funciones, para la formación y el mantenimiento de los huesos y dientes.¹²

La leche es un sistema coloidal constituido por una solución acuosa de lactosa, sales, proteínas en estado de suspensión y la materia grasa en estado de emulsión.^{9, 11}

Se considera un líquido blanco y opaco, aunque puede presentar una tonalidad ligeramente amarillenta, debe tener un sabor característico, puro, fresco y ligeramente dulzón, así como un olor igualmente característico y puro. Su consistencia debe ser homogénea, no presentar ni grumos ni copos.¹¹

Para consumo humano se utilizan fundamentalmente la leche de vaca, de oveja, de cabra y de búfala. También se consumen la de burra y camella. En estas leches animales de consumo humano suelen realizarse tratamientos térmicos caseros o industriales. Estos procesos originan también pequeñas variaciones en la composición de la leche. La más consumida a nivel mundial es la leche de vaca.¹²

Tabla 3. Composición química de la leche de diferentes especies.

(g / 100 g)

Especie	Humedad	ST	SNG	Grasa	Proteínas	Lactosa	Cenizas
Vaca	87,6	12,4	8,7	3,7	3,3	4,7	0,6
Cabra	87,0	13,0	8,5	4,5	3,3	4,6	0,6
Borrega	81,6	18,4	10,9	7,5	5,6	4,4	0,9
Humana	87,1	12,9	8,8	4,1	1,3	7,2	0,3

Nota: ST: Sólidos totales, SNG: Sólidos no grasos

Las características sensoriales de la leche varían considerablemente a lo largo del periodo de lactación (300 días aprox.). La leche de la lactación plena es, debido a su composición natural y a su estructura, la materia prima más adecuada para la elaboración de productos derivados de alto valor.⁹

La composición de la leche puede presentar desviaciones muy grandes, dependiendo sobre todo de los diferentes factores como son: características individuales, raciales, régimen de alimentación, época del año, fase de lactación, estado sanitario y edad de las vacas. Como se muestra en la tabla 4, los factores raciales y genéticos modifican la composición de la leche que producen, principalmente en la grasa.^{9, 11, 12}

Tabla 4. Composición química de las leches de las principales razas lecheras.¹¹

(g / 100g)

Raza	Humedad	ST	SNG	Grasa	Proteínas	Lactosa	Cenizas
Guernsey	85,4	14,6	9,5	5,1	3,9	5,0	0,7
Jersey	85,5	14,5	9,4	5,1	3,8	5,0	0,7
Ayrshire	87,0	13,0	9,0	4,0	3,5	4,8	0,7
Parda Suiza	87,0	13,0	9,1	3,9	3,5	5,1	0,7
Hostein/Frisona	87,7	12,3	8,9	3,4	3,3	4,9	0,7

Nota: ST: Sólidos totales, SNG: Sólidos no grasos

La producción de leche es diferente por lo distintos factores por ejemplo, en verano, los animales en pastoreo, dan una leche más rica en vitamina A; el contenido de grasa disminuye en un 0.2 – 0.3% por cada 10 °C que desciende la temperatura ambiente; la proporción de ácido oleico en la grasa aumenta con una alimentación rica en aceite de soja; la del ácido linoleico puede aumentar hasta un 35% con una alimentación que contenga aceite de cártamo tratado con formaldehído para reducir su hidrogenación. Por ello, resulta muy difícil determinar la composición de la leche y su valor nutritivo sin el conocimiento de los diferentes parámetros zootécnicos y agrícolas.¹¹

Los componentes mayoritarios de la leche son: agua, materia grasa, proteínas y sustancias nitrogenadas no proteicas, hidratos de carbono y sales; mientras que los componentes minoritarios son: enzimas, vitaminas, pigmentos y otros (células diversas y sustancias extrañas).^{9, 11}

El agua, es el componente mayoritario de la leche constituyendo un 80-87%. En ella se contienen las vitaminas hidrosolubles, la lactosa y algunas sales minerales.

Las proteínas de la leche son consideradas de alto valor biológico y tienen gran cantidad de aminoácidos indispensables, constituyen el 3-4% de la leche. Entre ellas cabe destacar las caseínas que constituye el 76-80% de toda la proteína de la leche, son unas proteínas completas, es decir, aportan los aminoácidos indispensables necesarios para el mantenimiento de la vida.^{11, 13}

Existen diferentes variantes de caseínas, las α y β son sensibles al ion calcio, mientras que las caseínas κ tienen un papel estabilizante de las micelas de caseína frente el ion calcio. Las caseínas α son más ricas en fósforo. También son ricas en grupos ácidos libres y su punto isoelectrico es más bajo (pH 4.1). Las caseínas β son solubles a baja temperatura (2 °C). Contienen menos fósforo pero son más ricas en azufre que las α . Tienen su punto isoelectrico a pH 4.9. Las caseínas α pueden separarse de las β por su diferente solubilidad en urea. Las caseínas κ son solubles en presencia de una alta concentración de iones calcio, son pobres en fósforo y algunas ricas en segmentos glucídicos y contienen ácido sálico.

Estas proteínas precipitan a un pH de 4.6, están formadas de fosfo-caseinato cálcico. Las caseínas se encuentran en dos estados: en suspensión en la fase acuosa en unas agrupaciones de tamaño variable llamadas "micelas" y en el estado de monómero que es soluble. Las caseínas α , β y κ , se presentan generalmente en forma de polímeros pero forman complejos micelares en presencia del ion calcio. Otras proteínas que se encuentran disueltas en la leche y se le denominan proteínas de lactosuero son la lactoalbúmina, β -lactoglobulina, albúmina sérica, lactoferrina, lactoperoxidasa, glicomacropéptido e inmunoglobulinas.^{9, 11}

Las albúminas y las globulinas de la leche son muy diferentes a las caseínas. Son emulsoides verdaderos que presentan una fuerte afinidad por el agua.

La lactoalbúmina representa el 23% de las proteínas del suero, contiene ácido glutámico y leucina. Es muy soluble en agua y su punto isoelectrico es a pH 4.8. La β -lactoglobulina, es la más importante de las proteínas en el suero, tiene una baja solubilidad en agua y su punto isoelectrico es a pH 5.2. Hay 4 variantes genéticas (A, B, C, D). La albúmina sérica representa el 5% de las proteínas en suero y es exactamente igual que la albúmina del suero sanguíneo. Es especialmente rica en lisina y cisteína y contiene ácido aspártico y alanina en posiciones terminales, su punto isoelectrico es a pH de 4.7 y es muy soluble en agua.¹¹

La lactoferrina es uno de los componentes de la leche que participan en la protección frente a los microorganismos, es una proteína que tiene como propiedad principal la de unir fuertemente el hierro, que es el que le da su color característico. En condiciones fisiológicas, tiene muy poco hierro unido, y es capaz de fijar el que se encuentra en el medio, de tal forma que los microorganismos no disponen de él para su proliferación. Se ha visto además que la lactoferrina también puede tener un efecto bactericida al interaccionar con la pared de los microorganismos, desestabilizándola y causando su muerte. A través de estos dos mecanismos, y quizá de algún otro, la lactoferrina puede desempeñar un papel esencial en la protección frente a infecciones gastrointestinales. Esta proteína es también abundante en el calostro, pero su concentración en la leche definitiva es muy baja, alrededor de la décima parte de la que se encuentra en la leche humana.^{9, 11}

La lactosa constituye prácticamente todo el azúcar de la leche, sin embargo existen otros azúcares en muy baja proporción como glicoproteínas y oligosacáridos. Estos últimos han despertado últimamente el interés de los investigadores por sus importantes efectos biológicos en el organismo del recién nacido.¹²

En cuanto a la lactosa, es un disacárido formado por dos monosacáridos que son la α -glucosa, β -glucosa y la β -galactosa. Pueden encontrarse en 2 formas α y β lactosa. Esto es muy importante ya que estos isómeros tienen propiedades muy diferentes de solubilidad, de cristalización y de rotación. La lactosa es la que da a la leche su sabor ligeramente dulce. Su concentración es de alrededor del 5% y permanece bastante constante independientemente de la alimentación que tengan las vacas.^{9, 11}

Las grasas constituyen entre el 3 y el 6% de la leche y esta variación depende mucho de la alimentación de la vaca y de la raza. El 95-97% de las grasas se encuentran en forma de triglicéridos y el resto esto formado por otros lípidos como: fosfolípidos, esteroides (colesterol y acilcolesterol) y ácidos grasos libres. Los triglicéridos están formados por tres moléculas de ácidos grasos y una molécula de glicerina unidos por uniones ésteres. La mayoría (60-70%) de estos ácidos grasos son saturados (cáprico, láurico, margárico, esteárico, palmítico y mirístico) pero tiene un porcentaje no despreciable (30-40%) de ácidos grasos insaturados (miristoleico, palmitoleico, oleico y eláidico) y una pequeña proporción (4%) de ácidos grasos poliinsaturados (linoleico, linoléico, araquidónico). El 1% restante esta formado por ácidos grasos de cadena corta como el butírico, caproico y caprílico, que dan el sabor característico a la leche.^{9, 13}

La leche tiene varias vitaminas que se encuentran en pequeñas cantidades pero tienen una gran importancia nutricia y algunas contribuyen al color de la leche. Unas están unidas a la grasa (vitaminas liposolubles) y son la A, la D, la K y la E. Otras vitaminas están disueltas en su fracción acuosa (vitaminas hidrosolubles) y son la Riboflavina (B₂), Tiamina (B₁), Piridoxina (B₆), Cianocobalamina (B₁₂), la vitamina C, Niacina (B₃) y vitamina H (Biotina).

También contiene ácido fólico. Entre todas estas vitaminas destacan fundamentalmente la vitamina A y la D, la Riboflavina (B₂) ya que la leche constituye una de las fuentes más importantes de esta vitamina para el hombre y la Cianocobalamina (B₁₂) porque la leche aporta alrededor del 38% de la cantidad diaria recomendada. También se puede destacar la Tiamina (B₁).^{11, 13}

El contenido de minerales en la leche es muy rico, llenan los requerimientos normales excepto en hierro. Estos minerales se suelen encontrar en forma de sales. Contiene calcio, potasio, fósforo, yodo, sodio, cloro, magnesio y zinc.

Pero de entre todos ellos destaca el calcio por su alto contenido, hasta el punto que convierte a la leche (y sus derivados) en la principal fuente de este mineral imprescindible para la vida. En la leche de vaca hay 300 mg de calcio aproximadamente por cada vaso, unos 120 mg / 100 mL de leche.

Pero además, la leche tiene ciertos compuestos como el ácido cítrico que hacen que su calcio se absorba mejor que el de otros alimentos.

Al contrario de lo que mucha gente piensa, el calcio no se pierde al desnatar la leche. Existen leches enriquecidas con calcio que suponen un aporte extra de calcio para mantener nuestro tejido óseo, sobre todo en aquellas personas que no toman la cantidad recomendada diaria de leche que viene a ser de alrededor de un litro, unos 1200 mg de calcio al día.¹²

3.3 Azúcar

Aunque las primeras referencias del azúcar se remontan a casi 5.000 años. Su expansión está ligada, como la de tantos otros productos, al avance de las conquistas y el devenir de la historia.¹⁴

Hablar del azúcar es hablar de la remolacha azucarera y de la caña de azúcar. El cultivo y la extracción del azúcar de remolacha no se desarrolla sino hasta la época de Napoleón. La ruta de la caña ha sido siempre de Oriente a Occidente, desde el Índico al Mediterráneo y, finalmente, al Atlántico. Nació en Nueva Guinea y llegó hasta la India, desde donde se extendió a China y al Próximo Oriente. Fueron precisamente los indios los pioneros en probar su sabor. Las primeras referencias históricas del azúcar, en el año 4.500 antes de Cristo, así nos lo demuestran. Mucho tiempo después, hacia el año 510 a.C., el azúcar llega hasta Persia donde los soldados del Rey Darío fascinados por sus propiedades la denominaban "esa caña que da miel sin necesidad de abejas".^{14, 15}

Su llegada a Europa se produce en el siglo IV antes de Cristo, a raíz de los viajes y conquistas de Alejandro Magno a través de Asia. Más tarde los griegos la dejan en herencia al Imperio Romano, que la denominará "sal de la India".

El siglo VII de nuestra era, que marcará un hito importante en la difusión del consumo de azúcar. Son los árabes, tan aficionados al dulce, los que al invadir las regiones del Tigris y el Éufrates, descubren las infinitas posibilidades que presenta. Éstos lo introducen en las zonas recientemente conquistadas, cultivando la caña de azúcar en Siria, Egipto, Chipre, Rodas y todo el Norte de África. Es precisamente allí, donde los químicos egipcios perfeccionan su procesado y la refinan. Continúa la expansión de su consumo a través de los viajes de los comerciantes venecianos y, un siglo más tarde, a través de las Cruzadas a Tierra Santa, se da a conocer este alimento en todo el mundo cristiano.¹⁵

Hasta la Edad Media el azúcar no llega a España, donde se implanta como una especia alimenticia, y como tal, es usada para perfumar platos, lo mismo que la sal o la pimienta. Los boticarios comienzan a utilizar el azúcar como parte integrante de gran cantidad de recetas. Variando sus proporciones, se preparaban pócimas y medicinas que recomendaban a su clientela para curar toda clase de males, incluido el "mal de amores".

Con el descubrimiento de América, el azúcar viaja de manos de los conquistadores españoles a Santo Domingo, donde se cultiva por primera vez a gran escala, llegando, más tarde, a Cuba y a México. Paralelamente, otros españoles en sus viajes favorecen su expansión a zonas

asiáticas, como las Islas Filipinas y archipiélagos del Pacífico. De manos de los portugueses la caña de azúcar llega a Brasil, los franceses la introducen en sus colonias del Océano Índico y los holandeses en las Antillas.¹⁴

A finales del siglo XVII la producción y el consumo de azúcar de caña se encontraba extendido prácticamente por todo el mundo. Un siglo más tarde, en 1705, el químico francés Olivier Serrés, descubre las propiedades azucaradas de la remolacha, y pocas décadas más tarde, el alemán Margraf logra extraer y solidificar el azúcar de esta planta, dando origen a la instalación de las primeras fábricas de azúcar de remolacha en Prusia. Las colonias se habían convertido en los principales productores mundiales de azúcar y la lucha por su independencia amenazaba el abastecimiento de Europa.^{14, 15}

Así, a comienzos del siglo XIX Napoleón Bonaparte impulsó, a través de sus campañas, la difusión del alimento y potenció el cultivo de la raíz de la remolacha y la construcción de azucareras en Francia, política que siguieron otras naciones de Europa Central y Alemania.

En España se comienza a sembrar remolacha a finales del siglo antepasado, al decaer la influencia directa sobre Cuba, intensificándose poco a poco su cultivo. Surge la industrialización y comienza el periodo de instalación de fábricas. La primera se instala en Alcolea, provincia de Córdoba, en 1877.¹⁵

Durante el siglo XIX continúa la producción y elaboración simultánea del azúcar procedente de caña y de remolacha. Con la abolición de la esclavitud, y por tanto de la mano de obra barata que trabajaba la remolacha, la producción entra en un periodo de crisis.

La Primera Guerra Mundial permite a los productores de caña recuperar el mercado perdido y controlar más de la mitad de éste. A partir de aquí, los organismos internacionales y los gobiernos de los principales países productores, establecerán cuotas de exportación y producción de caña y remolacha, para mantener el equilibrio y el control del mercado.^{14, 15}

El azúcar es soluble en agua, incoloro e inodoro, y normalmente cristaliza en agujas largas y delgadas. Pertenece al grupo de los hidratos de carbono, que son los compuestos orgánicos más abundantes en la naturaleza, y constituyen la mayor fuente de energía, la más económica y de más fácil asimilación.¹⁶

El azúcar común es un producto que contiene alrededor del 99% de sacarosa y se obtiene industrialmente de la caña de azúcar y de la remolacha azucarera. La sacarosa, un disacárido

constituido por la unión de una molécula de glucosa y una molécula de fructosa. La sacarosa está presente en estas plantas, al igual que en otros cultivos vegetales.¹⁶

Actualmente, la mayor parte del azúcar que se vende como azúcar moreno es simplemente azúcar blanco (refinado) al que se le ha añadido extracto de melaza. Éste le otorga su color y sabor particular, así como ínfimas cantidades de vitaminas y minerales que, desde el punto de vista nutricional, no tienen importancia, ya que serían necesarios consumos desmesurados de azúcar moreno para que estos otros componentes se ingirieran en cantidades relevantes.¹⁷

En el proceso de refinamiento, el alimento es separado en sus partes componentes, con lo que se desechan algunos de sus nutrientes complementarios. Es una práctica que cada vez está más extendida en la industria de alimentos, tales como el arroz, el pan, la pasta, etc. Por tanto, el azúcar moreno que se comercializa es muy inferior a la melaza en cuanto a contenido mineral, y su valor nutritivo es tan sólo ligeramente superior al del azúcar común.^{17, 18}

El auténtico azúcar moreno es el llamado azúcar crudo, que se obtiene por cristalización del jugo de caña de azúcar sin procesar ni refinar, y entonces se lo puede calificar de azúcar integral con toda propiedad. Cuando está minimamente refinado con el fin de eliminar las impurezas y la suciedad, se le llama azúcar turbinado. Ambos son ricos en minerales, aunque no tanto como la melaza.

También existen otras plantas sacarinas como el maíz dulce, sorgo azucarero y palmera datilera. La sacarosa se encuentra extraordinariamente difundida en la naturaleza, sobre todo en las plantas verdes, hojas y tallos (caña de azúcar, maíz dulce...), en frutos y semillas (frutas frescas, calabaza, algarroba, piña, coco, castañas...) y en raíces y rizomas (boniato, cebolla, remolacha azucarera, patata...).¹⁹

La sacarosa destaca por su sabor especialmente agradable, aún a altas concentraciones y se utiliza como edulcorante de infusiones, bebidas refrescantes, caramelos y pastelería en general. La principal función del azúcar es proporcionar al cerebro y al músculo la energía que necesitan. El azúcar sólo aporta energía, en concreto proporciona unas 4 calorías por gramo. El grado de refinado para la obtención del azúcar es tan elevado que sólo contiene sacarosa y ningún otro nutriente.¹⁶

Tabla 5. Composición química del azúcar. ¹⁸
(por 100 g de porción comestible)

Calorías (kcal)	Proteína (g)	Grasa (g)	Hidratos de carbono (g)	Fibra (g)	Magnesio (mg)	Sodio (mg)	Potasio (mg)
400	0	0	99,7	0	0	0	2

Su ingesta resulta indispensable en la dieta de todas las personas. Sin embargo, a ella se asocian muchas creencias: unas son ciertas y otras son falsas. Es un alimento totalmente natural, ya que para conseguirlo, lo único que se hace es separarla del resto de los componentes de la planta sin modificar su estructura molecular ni sus propiedades fisiológicas. Otros beneficios: Su aporte de energía ayuda al buen funcionamiento del cerebro, músculos, glóbulos rojos, retina y sistema nervioso. Además sube el ánimo y la vitalidad, tiene carácter antidepresivo, favorece la rehidratación y posee un efecto saciante muy importante para el mantenimiento de una dieta con bajo contenido en grasas. ^{19, 20}

Su consumo provoca caries, aunque la aparición de caries no está directamente relacionada con el consumo de azúcar. La carie aparece por diversos factores; falta de higiene buco-dental, componentes genéticos o determinados hábitos alimenticios. Numerosos estudios demuestran que este alimento no es el principal responsable de la aparición de caries, por lo que eliminarlo de la dieta con este motivo, no evita que aparezcan más. ¹⁹

La diabetes es una enfermedad en la que influyen de manera determinante los factores hereditarios y la obesidad. Sin embargo, no existe ningún estudio o informe médico que relacione un consumo elevado de azúcar con la aparición y desarrollo de la diabetes, por lo que eliminarla de la dieta no supone una prevención eficaz contra la enfermedad. Otra cosa muy distinta es, que las personas que poseen ya la enfermedad deben moderar el consumo de este alimento y del resto de hidratos de carbono que componen su dieta. ²⁰

Algunas Definiciones Generales:

Caña: es la materia prima normalmente suministrada a la fábrica y que comprende la caña propiamente dicha, la paja, el agua y otras materias extrañas,

Paja: es la materia seca, insoluble en agua, de la caña

Jugo Absoluto: son todas las materias disueltas en la caña, más el agua total de la caña.

Bagazo: es el residuo después de la extracción del jugo de la caña por cualquier medio, molino o presa.

Jugo Residual: fracción de jugo que no ha podido ser extraída y que queda en el bagazo. ¹⁹

El proceso de elaboración de azúcar consiste en:

Extracción del Jugo: La extracción del jugo moliendo la caña entre pesados rodillos o mazas constituye la primera etapa del procesamiento del azúcar crudo. Primero la caña se prepara para la molienda mediante cuchillas giratorias que cortan los tallos en pedazos pequeños, mediante molinos de martillo que desmenuzan pero no extraen el jugo, o bien, en forma más general, por una combinación de dos o tres de dichos métodos. En las prácticas de molienda más eficientes, más del 95% del azúcar contenido en la caña pasa a guarapo, este porcentaje se conoce como la extracción de sacarosa.

Purificación del Guarapo: Clarificación: El jugo de color verde oscuro procedente de los trapiches es ácido y turbio. El proceso de clarificación diseñado para remover las impurezas, tanto solubles como insolubles, emplea en forma general cal y calor como agentes clarificantes. La lechada de cal neutraliza la acidez natural del guarapo, formando sales insolubles de calcio. El jugo clarificado transparente y de un color parduzco pasa a los evaporadores sin tratamiento adicional.

Evaporación: El jugo clarificado, que tiene más o menos la misma composición que el jugo crudo extraído, excepto las impurezas precipitadas por el tratamiento con cal, contiene aproximadamente un 85 % de agua. Dos terceras partes de esta agua se evapora en evaporadores de vacío de múltiple efecto, los cuales consisten en un necerión de celdas de ebullición al vacío.

Clarificación del Jugo Crudo: El proceso es similar a la fosfatación del refundido en unas refineras de azúcar. En este caso se añaden al jarabe o meladura, cal y ácido fosfórico, luego se airea junto con la adición de un polímero floculante.

Cristalización: La cristalización tiene lugar en tachos al vacío de simple efecto, donde el jarabe se evapora hasta quedar saturado de azúcar. En este momento se añaden semillas a fin de que sirvan de medio para los cristales de azúcar, y se va añadiendo más jarabe según se evapora el agua. El crecimiento de los cristales continúa hasta que se llena el tacho.

La templa (el contenido del tacho) se descarga luego por medio de una válvula de pie a un mezclador o cristizador.

Centrifugación o Purga; Rebullición de las Mieles: La amasa cocida proveniente del mezclador o del cristalizador se lleva a maquinas giratorias llamadas centrifugador.

El tambor cilíndrico suspendido de un eje tiene paredes laterales perforadas, forradas en el interior con tela metálica, entre éstas y las paredes hay láminas metálicas que contienen de 400 a 600 perforaciones por pulgada cuadrada. El tambor gira a velocidades que oscilan entre 1000 y 1800 rpm. El revestimiento perforado retiene los cristales de azúcar. El licor madre pasa a través del revestimiento debido a la fuerza centrífuga ejercida (de 500 hasta 1800 veces la fuerza de la gravedad), y después que el azúcar es purgado se corta, dejando la centrífuga lista para recibir otra carga de masa cosida. Las máquinas modernas son exclusivamente del tipo de alta velocidad (o de una alta fuerza de gravedad) provistas de control automático para todo ciclo. Los azúcares de un grado pueden purgarse utilizando centrífugas continuas.

Almacenamiento a Granel del Azúcar Refinado: Se suele almacenar el azúcar terminado en grandes depósitos o silos. Los depósitos o silos no sólo permiten que se empaquen únicamente durante el día, también dan por resultados altos ahorros, ya que el empaclado se puede efectuar conforme se produce y se almacena el producto empaquetado. ^{19, 21, 22}

3.4 Nuez

La nuez es la semilla del árbol del nogal (*Juglans regia*), árbol originario de la antigua Persia, según algunos autores, o de China y Japón, según otros, desde donde fue llevado a Grecia, para extender posteriormente su cultivo a Italia y a los demás países templados de Europa. Pertenece a la familia de las Juglandáceas y puede alcanzar hasta los 20 metros de altura. La nuez del nogal es la que tiene mayor importancia comercial en todo el mundo. Existen datos que confirman su existencia desde el año 7.000 a.C. En la época romana, la nuez era símbolo de unión matrimonial. Llamada por los romanos bellota de Júpiter (*Juglans regia*), representaba al hijo de Júpiter, el dios predilecto del Olimpo en la mitología romana.²³ El nogal es un árbol que requiere un clima templado y algo húmedo con una duración de vida que ronda los 120 años. Es un árbol muy común en el sudeste de Europa y en Asia central así como en las regiones templadas de Norteamérica, y de él se aprovechan los frutos, las hojas y la madera. Sus frutos albergan en su interior una semilla, la nuez.²⁴

En el mercado se pueden encontrar variedades españolas, francesas y americanas. Entre todas ellas, las más conocidas son la común (*J. Regia*), Mallete y Franquette entre las variedades francesas, Eureka, Payne y Chandler, entre las californianas, y la nuez del nogal negro (*J. Nigra*), originaria de Estados Unidos, de cáscara dura y mayor tamaño que la común.²⁴

Las nueces, uno de los frutos secos más apreciados por su exquisito sabor, es a su vez uno de los alimentos más saludables y recomendados por los expertos debido a la calidad de sus grasas y sus componentes antioxidantes.

La nuez es un fruto seco oleaginoso y como tal destaca por su contenido en grasa, que constituye más de las 3/5 partes de su peso.²⁴

Tabla 6. Composición química de la nuez.²³

(por 100 g de porción comestible)

Energía (kcal)	Hidratos de carbono (g)	Proteína (g)	Grasa (g)	AGS (g)	AGM (g)	AGP (g)	Fibra (g)	Colesterol (mg)	Fósforo (mg)	Potasio (mg)	Magnesio (mg)	Niacina (mg)	Vitamina B ₆ (mg)
592	30,5	7,5	58	5	14	39	2,9	0	373	552	267	2	0,56

Nota: AGS = grasas saturadas / AGM = grasas monoinsaturadas / AGP = grasas poliinsaturadas

De una forma más completa se presenta las propiedades y características de la nuez:

Energía. Al igual que el resto de los frutos secos, la nuez es un alimento muy calórico, debido fundamentalmente a su riqueza en grasas y bajo contenido en agua.

Hidratos de carbono. La nuez es pobre en hidratos de carbono y sólo contiene una pequeña cantidad de azúcares simples (sacarosa y dextrosa), lo que permite que sea bien tolerada por personas diabéticas.

Proteínas. Su contenido en proteínas puede llegar a ser de un 18%. Son proteínas de buena calidad, con un importante contenido en *arginina*, un aminoácido que parece estar relacionado con la prevención de enfermedades cardiovasculares, pero son deficitarias en un aminoácido esencial, la metionina, lo cual se soluciona fácilmente combinándolas con cereales (ejemplo pan con nueces) que son muy ricos en metionina, obteniéndose en conjunto una proteína de elevada calidad.

Grasa. La nuez destaca por el contenido y calidad de su grasa. En la composición de la misma abundan los *ácidos grasos poliinsaturados*, calificados como los más saludables. Entre ellos destacan el *ácido linoleico de la serie omega-6* y el *ácido linolénico de la serie omega-3*. Éstos representan un 59.2% y un 5.8% del total de la grasa respectivamente, y ambos son ácidos grasos indispensables para el organismo porque no pueden ser sintetizados por el mismo y deben ser aportados a través de los alimentos que los contienen.

El ácido linolénico, perteneciente a la serie omega 3 igual que los que se encuentran en la grasa del pescado, presenta efectos beneficiosos para la salud al normalizar los niveles de colesterol-LDL (o colesterol "malo") y de triglicéridos en la sangre, evitando la formación de coágulos o trombos con lo cual ayuda a prevenir enfermedades cardiovasculares, entre otras.

Vitaminas. La nuez es buena fuente de vitaminas B₁, B₂, niacina y especialmente de B₆. Solamente el germen de trigo y ciertos pescados (sardina y salmón) igualan o superan a la nuez en lo que se refiere a su contenido en vitamina B₆.

Asimismo destacan por su contenido en vitamina E, un importante antioxidante, que previene frente al envejecimiento y ciertos tipos de cánceres y enfermedades cardiovasculares. Sin embargo, es relativamente pobre en vitaminas A y C.²⁵

Minerales. Las nueces son ricas en fósforo, potasio y magnesio, e igualmente en otros minerales que el organismo necesita en pequeña cantidad, pero que desempeñan funciones muy importantes, como es el caso del cinc, cobre y manganeso.^{25, 26}

Investigadores noruegos y estadounidenses han realizado por primera vez un listado con los alimentos vegetales de consumo habitual que contienen la mayor cantidad de antioxidantes. Los expertos han concluido que las nueces son el alimento que mayor cantidad de

antioxidantes contiene y que, por tanto, ayudan a prevenir numerosas enfermedades cardiovasculares, el cáncer o la diabetes.²⁷

El trabajo, que ha sido publicado en la revista de la Sociedad Americana para las Ciencias de la Nutrición, se ha centrado en analizar la cantidad de antioxidantes presentes en los alimentos de origen vegetal, tales como frutas, verduras, hortalizas, legumbres, cereales, aceites vegetales y semillas, con el fin de determinar cuáles son los más ricos en estos componentes. En concreto, los estudios han señalado que las nueces poseen 20,97 unidades de antioxidantes por cada 100 g, veinte veces más que la cantidad presente en las naranjas (1,14), espinacas (0,98), zanahorias (0,04) o tomates (0,31). El primer alimento de la lista es el fruto del escaramujo.^{26, 27}

Los principales componentes antioxidantes presentes en las nueces son la vitamina E, los polifenoles y los oligoelementos, selenio, cobre, zinc y magnesio. Estos últimos podrían beneficiar a la función endotelial, ya que ayudarían a prevenir el proceso de oxidación celular que conduce a la enfermedad cardíaca, aunque por el momento están en estudio.²³

Otros trabajos han demostrado los beneficios de las nueces en la prevención de las enfermedades cardiovasculares debido a su contenido en ácidos grasos omega-3 y omega-6, en hasta un 40% de su composición. Uno de estos estudios que ha llegado a la conclusión de que el efecto de la dieta mediterránea en la reducción del riesgo cardiovascular aumenta si diariamente se incorpora un puñado de nueces en sustitución de determinados alimentos, sin que por ello se produzca un aumento de peso. "Al añadir un puñado de nueces a una dieta ya en sí saludable como la mediterránea se calcula que se reduce en un 20% en promedio el riesgo de sufrir enfermedades coronarias, ya que la reducción media del colesterol en seis estudios con nueces fue del 10%, y por cada 1% de disminución del colesterol se reduce en un 2% el riesgo cardiovascular".²⁶

El beneficio podría ser aún mayor si se introducen las nueces en la dieta típica de los países occidentales como sustitutos de alimentos ricos en grasas saturadas, como la mantequilla, lácteos enteros, embutidos o bollería. Este tipo de grasa es el que más aumenta las cifras de colesterol.^{26, 27}

3.5 Esencia de vainilla

La vainilla es indudablemente el saborizante de mayor importancia en el mundo. Sin embargo, sus usos no se restringen únicamente a la industria alimentaria, donde se emplea en la elaboración de helados, chocolates, dulces, pasteles y repostería en general. Se utiliza también ampliamente en la industria licorera y refresquera. Por su potencial como saborizante, la vainilla también se utiliza en la industria farmacéutica para enmascarar el sabor amargo de muchos medicamentos. Por su aroma se usa tanto en la elaboración de cosméticos y perfumería, como en la producción tabacalera, como aromatizante de cigarrillos y puros. Finalmente, las vainas de vainilla también se usan para la elaboración de artesanías, que tienen la propiedad de ser decorativas y aromatizantes a la vez.^{28, 29}

La vainilla es el único fruto comestible dentro de la familia de las orquidáceas, que son las fanerógamas más abundantes y más antiguas del mundo. La vainilla es además uno de los miembros más antiguos de la familia de las orquídeas.

La familia *Orchidaceae* incluye a más de 700 géneros y 8 mil especies. Las orquidáceas se desarrollan en las regiones tropicales y subtropicales, es decir, en clima cálido húmedo con una temperatura media anual de 22-25 °C y una humedad relativa superior al 80%.

El género *Vainilla* fue descrito por Swartz en 1799. Actualmente se sabe que existen más de 50 especies en el mundo.

El nombre vainilla, término español, hace alusión al parecido del fruto con las vainas de las leguminosas. El nombre en latín *planifolia*, significa hoja plana. En cuanto a los nombres prehispánicos, en el dialecto totonaca la llaman "Xanath" que significa flor recóndita y en náhuatl "Tlixóchitl" que se interpreta como flor negra.²⁸

Se ha establecido que existen alrededor de 50 especies de vainillas las cuales solamente 3 se consideran de importancia económica y son *Vanilla planifolia*, *Vanilla pompona* y *Vanilla tahitensis*. Es importante señalar que en México se han reportado 3 variedades de *Vanilla planifolia*: Variedad Mansa o Fina (la más abundante e importante, pues es la variedad comercial), Variedad Oreja de Burro y la Variedad Tarro o Rayada.^{28, 29}

La vainilla presenta un fruto carnoso (vainas alargadas) donde se puede contener millares de semillas. El fruto de la vainilla carece de sabor y aroma, y su color es verde amarillento. Para

obtener las características sensoriales que dan a la vainilla de mayor valor y estimación, es necesario llevar a cabo un elaborado proceso de curado o beneficiado durante el cual se logra el balance adecuado de las características sensoriales de las vainas.

En el beneficio de la vainilla sucede un proceso de fermentación mediante el cual el fruto verde sin aroma cambia a un color achocolatado brillante y adquiere un olor suave y delicado. El cambio se debe a una serie de reacciones químicas y enzimáticas que inducen la formación de la vainillina y otros compuestos aromáticos y sabores a partir de precursores que existen en el fruto maduro.

Los procedimientos que se llevan a cabo para beneficiar la vainilla son muy laboriosos y rudimentarios, constan de 2 operaciones fundamentales:

- 1) Detener el proceso normal de maduración del fruto, a lo que se le conoce como "matar la vaina" donde se colocan las vainas en un horno a 60-65 °C durante 24-48 hrs.
- 2) El proceso de fermentación y secado propiamente, el cual se hace de tal forma que la vaina pierda su humedad lentamente. Para este paso se conocen 2 estrategias para realizarlo:

- * La exposición de las vainas al sol durante periodos alternados con periodos de almacenamiento envueltas en un recinto cerrado y seco (método desarrollado en México).

- * El secado continuo del fruto en horno eléctrico a 45 °C hasta obtener la humedad deseada.

Cuando el beneficio es correcto, los frutos presentan numerosos cristalillos de vainillina en la superficie. Los frutos se clasifican por tamaño y forma y posteriormente las vainas se amarran en mazos. La vainilla se encuentra lista para otras etapas de su industrialización, o para su comercialización directa.^{28, 29}

La esencia o tintura de vainilla se prepara por maceración de las vainas con agua, alcohol etílico y azúcar por periodos de 3 días, después de lo cual se efectúa una lixiviación. Un litro de la tintura contiene entre 380 y 420 mL de alcohol etílico, 200g de azúcar y las sustancias extraíbles de 100g de vainilla. Es práctica común reforzar la esencia de vainilla con vainilla sintética, lo cual puede hacerse sin dañar precipitadamente el sabor si la cantidad agregada es pequeña. El extracto puro de vainilla, aunque en potencia equivale a 0.7% de vainillina sólo contiene entre 0.15-0.3% de esta, por lo que no conviene añadir vainillina más que hasta completar el 0.7%.²⁸

La vainilla es el único saborizante que cuenta con un criterio de identidad de la United States Federal Drug Administration (FDA). Este incluye un mínimo de 35% de alcohol en el extracto terminado, así como el requisito de utilizar no menos de una determinada cantidad de vainas por galón de extracto. Desafortunadamente en México no existe una norma ni Oficial ni de "buena voluntad" para la elaboración de esencias de vainilla lo que se presta a que la gran mayoría de los productos comerciales sean preparados con vainilla sintética sin informar al consumidor.²⁸

La vaina de la vainilla, contiene múltiples sustancias que se forman por la acción enzimática durante el beneficio. La más importante de ellas es la vainillina (4-hidroxi-3-metoxibenzaldehído u aldehído vanílico). Este polifenol es el constituyente principal del "sabor vainilla" y se encuentra en una proporción de 1,3-3% en peso de la vaina beneficiada. Aunque la vainillina es el agente saborizante más potente, las características sensoriales de la vainilla beneficiada, se debe al efecto sinérgico de un conjunto de sustancias, muchos de ellos los polifenoles (los principales son: Anisol, Guayacol, Timol, Anialdehído, Heliotropina, Vanitrope, Vereteraldehído, Acetovainillona, Isovainillina), que constituyen el 10% en peso de la vaina. Además de éstos, contribuyen al sabor natural de la vainilla otros compuestos presentes en la vaina, que incluyen grasas, ceras, azúcares, aromáticos secundarios, aceites volátiles y resinas.
28, 29

La mayoría de la investigación e industrialización se ha realizado exclusivamente alrededor de la vainillina y este compuesto se utiliza ampliamente en la fabricación de extractos y saborizantes que se utilizan como sustitutos de la vainilla natural. Esto se debe en parte a su dominancia de la vainillina en el sabor a vainilla, pero principalmente a que su costo de producción es del orden de 100 veces menor que el de la producción de la vainilla beneficiada.²⁸

3.6 Miel de maíz (Jarabes de maíz)

Las principales propiedades de los jarabes de maíz incluyen la fermentabilidad (fabricación de cerveza y panificación), viscosidad (afecta propiedades sensoriales y de estabilidad de los alimentos), higroscopicidad (dependiendo del nivel de glucosa y rapidez de absorción de la mezcla) y dulzura (depende del nivel de las azúcares).

Otra propiedad importante que tiene, es la intervención en las reacciones de oscurecimiento o pardeamiento conocidas como reacciones de Maillard, donde se presenta la intensificación de sabores, depresión del punto de congelación, y presión osmótica. También propiedades tales como la contribución al cuerpo, cohesividad, estabilización de espuma y prevención de la cristalización del azúcar.

Los jarabes de maíz en ocasiones son usados en combinación con sacarosa (azúcar) y su aplicación está basada en las propiedades deseadas del producto final.

Los principales usos de los jarabes de maíz se encuentran en la industria confitera y prácticamente todos los tipos de productos que van desde los caramelos macizos hasta los malvaviscos para proporcionar viscosidad, dulzura, textura, higroscopicidad y resistencia a la decoración. En la industria de las bebidas, los jarabes son usados como una fuente de fermentables en la cerveza y la producción de licor de malta, además se usan para resaltar el sabor y proporcionar cuerpo a la bebida.^{30, 31}

El maíz es un cereal abundante y relativamente barato, la estructura del tipo americano, usado en México, está constituido aproximadamente por un 70% de almidón, un 8% de germen, un 5% de gluten y un 17% de fibra. Sus principales usos son como alimento de ganado y materia prima para la transformación en alimentos con un alto valor nutritivo y productos industriales, tales como alcohol etílico mediante la fermentación, harina de maíz y almidones refinados. Los volúmenes más grandes de maíz procesado en la industria son los realizados por la molienda húmeda para producir productos de almidón y edulcorantes de grado alimenticio. También se fabrican productos no alimenticios.³⁰

Una planta de procesamiento de maíz a jarabes de maíz, el proceso consiste de:

* **Recepción, limpieza y acondicionamiento del maíz:** el maíz es transportado para su limpieza, pesado y almacenamiento en silos. Los principales contaminantes son mazorcas,

polvo y basura. Esta fase es crítica, ya que el maíz siempre debe estar disponible para proceso y el almacenamiento debe estar libre de cualquier contaminante ya que puede propiciar atmósferas explosivas.

* **Maceración o cocimiento:** el ablandamiento del grano con agua es el primer paso crítico en la molienda, consiste en la maceración en agua bajo condiciones controladas de temperatura, tiempo de resistencia, concentración de dióxido de azufre (SO_2), contenido de ácido láctico, etc. la temperatura del sistema debe de ser aproximadamente de 50 °C y el tiempo de proceso es de 30-40 horas. Durante la maceración de los granos absorben agua incrementando su contenido de humedad de un 15% a un 45% y aumentan su volumen a más del doble del tamaño original. La adición de 0.1% de dióxido de azufre (SO_2) al agua previene el excesivo crecimiento microbiano. A medida que el grano se hincha y ablanda, la ligera acidez del agua de maceración empieza a romper los enlaces del gluten dentro del grano y a liberar el almidón. Después de la maceración, el maíz es bruscamente molido para quebrar el germen y liberar los demás componentes. El agua de maceración es concentrada para recuperar los nutrimentos dándole uso para alimento de ganado y para procesos de fermentación.

* **Separación del germen:** para realizar la separación del germen se utilizan separadores ciclónicos los cuales separan el germen del resto del material debido a su menor densidad. El germen contiene cerca del 85% del aceite de maíz y es bombeado para ser lavado sobre mallas y remover cualquier traza de almidón remanente. Una combinación de procesos mecánicos con disolventes extraen el aceite del germen, el cual es refinado y filtrado a producto terminado, el residuo del germen es utilizado como otro componente alimenticio para animales.

* **Molienda y separación de la fibra:** el maíz y el agua de maceración que dejan en el separador del germen más depurado, son molidos en un molino de impacto o desgaste para liberar el almidón y el gluten de la fibra en el grano. La suspensión de almidón, gluten y fibra fluye sobre un tamiz cóncavo el cual atrapa la fibra pero permite el paso del almidón y el gluten. La fibra recolectada y lavada para eliminar cualquier residuo de almidón o proteína, después es secada y se comercializa como alimento para ganado. La suspensión almidón-proteína, llamada *mill starch*, es transportada hasta los separadores de almidón.

* **Separación del almidón:** el gluten tiene una densidad menor comparada con el almidón. Para separar el gluten del almidón, se hace pasar la suspensión a través de centrifugas, donde el gluten es posteriormente concentrado, desaguado y secado, para ser

utilizado como alimento para animales. El almidón con sólo 1-2% de proteína remanente, es diluido, es lavado de 8 a 14 veces, rediluido y lavado de nuevo en hidrociclones para remover las últimas trazas de proteína y producir almidón de alta calidad, típicamente más del 99.5% puro. Una parte del almidón es secado y vendido como almidón de maíz no modificado y otra es modificado a almidones especiales, pero la mayor parte es convertido a jarabes y dextrosa.

* **Conversión de jarabe:** el almidón suspendido en agua es licuado en la presencia de ácido o/y enzimas, las cuales convierten el almidón a soluciones de baja dextrosa. El tratamiento con otra enzima continúa el proceso de conversión. A lo largo del proceso, el personal puede detener la acción del ácido o enzimas en puntos específicos para producir la mezcla adecuada de azúcares como dextrosa y maltosa de acuerdo a las necesidades del cliente. En algunas jarabes la conversión de almidón a azúcares es detenida en las primeras etapas para producir jarabes de dulzura baja a media. En otros la conversión se deja llevar a cabo hasta alcanzar toda la dextrosa. El agua es evaporada, los jarabes se venden directamente cristalizados como dextrosa pura o procesada para crear los jarabes de alta fructosa.

* **Refinería de jarabes de maíz:** consiste en la clarificación que se lleva a cabo por medio de la filtración para separar del licor soluble la proteína y material insoluble, después sigue el proceso de decoloración eliminando todas las impurezas coloridas utilizando carbón activado con el fin de obtener un licor casi cristalino. La desmineralización es la purificación del licor de componentes iónicos (calcio, sodio, sulfatos, cloruros, etc.) con la utilización de resinas de intercambio aniónico y catiónico, y la concentración de los licores es el último paso donde por un sistema de evaporación a vacío se logra la concentración del licor con un 80% aproximado de sólidos.^{30, 32}

3.7 Bicarbonato de sodio

Compuesto inorgánico también conocido con el nombre de carbonato ácido de sodio (NaHCO_3) que se obtiene a partir de dióxido de carbono (CO_2) y una solución de carbonato de sodio (Na_2CO_3). Cristales blancos solubles en agua y con un sabor alcalino. ³³

El bicarbonato de sodio es una base que libera dióxido de carbono al calentarse o mezclarse con un ácido, en la industria de los alimentos se le considera un regulador de pH. ³⁴

Los reguladores de pH son los acidulantes, alcalinizantes y neutralizantes, y son aquellos ácidos, bases y sales que se añaden a los productos alimenticios para controlar su pH.

Los reguladores de pH no presentan toxicidad alguna, en general se utilizan en bebidas, zumos, pan, conservas vegetales, galletas, cerveza, etc. ³⁵

3.8 Pardeamiento de los alimentos

El pardeamiento de los alimentos es debido a reacciones oxidativas o no oxidativas. Las oxidativas o pardeamiento enzimático, son las reacciones entre el oxígeno y un sustrato fenólico y están catalizadas por polifenol-oxidasa. Este tipo de pardeamiento lo presentan las manzanas, peras e incluso las lechugas una vez cortadas y no está reaccionando con los hidratos de carbono. Los pardeamientos no oxidativos o no enzimáticos, incluyen los fenómenos de caramelización y/o la interacción de proteínas o aminas con hidratos de carbono, donde a esta última se le conoce como reacciones de *Maillard*.

El calentamiento directo de los hidratos de carbono, particularmente de azúcares y jarabes, da lugar a un complejo grupo de reacciones denominadas de *caramelización*. La reacción es favorecida por las pequeñas cantidades de ácido y ciertas sales. La termólisis inicial provoca cambios anoméricos, alteraciones del tamaño del anillo y ruptura de los enlaces glucosídicos, también provoca deshidrataciones con formación de anillos anhidros o la introducción de dobles enlaces en los anillos. Estos últimos constituyen formas intermedias en la formación de anillos insaturados como furanos. En estos sistemas de anillos insaturados se producen condensaciones que dan lugar a sistemas poliméricos, los cuales poseen color y aroma. Los pigmentos del producto de estas reacciones, caramelo, contienen grupos hidroxílicos de acidez variable, carbonílicos, carboxílicos, enólicos y fenólicos. Ciertas reacciones pirolíticas producen sistemas cíclicos insaturados que poseen aromas únicos, la 2-H-4-hidroxi-5-metilfuran-3-ona confiere un aroma a quemado y también se utiliza para potencializar diversos aromas y edulcorantes. El incremento de la temperatura y del pH causa una aceleración en las reacciones.

El otro pardeamiento no oxidativo, reacción de *Maillard*, no está todavía bien definido. Pero los requerimientos mínimos de sustrato para que se realicen, son la presencia de un compuesto amínico, normalmente una proteína, un azúcar reductor y un poco de agua. La fase inicial de las reacciones se caracteriza por la formación de una solución que posee un incrementado poder reductor. Conforme avanza la reacción va adquiriendo un color amarillento, que corresponde a cierta deshidratación del azúcar a HMF (5-hidroximetil-2-furaldehído), ruptura de cadenas, formación de compuestos α -dicarbonílicos y una incipiente producción de pigmentos. Se observa también la aparición de amino-azúcares al tiempo que aumenta el poder reductor. En las fases finales de la reacción de *Maillard* el producto obtenido posee un color desde pardo-rojizo a pardo muy oscuro.

Otro mecanismo, conocido como degradación de *Strecker*, implica también la interacción de compuestos α -dicarbonílicos y α -aminoácidos. Productos volátiles como aldehídos, pirazinas y compuestos de fragmentación de azúcares, resultantes de la reacción de *Strecker* para producir los aromas característicos como de chocolate, miel, jarabe de arce y pan. Las reacciones de *Maillard* y *Strecker* son deseables en algunos casos para los productos alimenticios realizados, pero resulta necesario comprender el efecto de las variables de las reacciones en la naturaleza y el alcance de las mismas. Tales variables incluyen la temperatura, el pH, humedad, presencia o ausencia de cationes metálicos (catalizadores) y la propia estructura del azúcar.

El efecto del pH sobre el pardeamiento de *Maillard* es muy significativo ya que ningún pardeamiento se da en soluciones de pH 6 o inferior, lográndose mejor a un pH de 7.8-9.2. En el caso de la humedad, considerándose las numerosas fases de las reacciones de pardeamiento un máximo en la velocidad de reacción a niveles de humedad intermedios. El efecto de la estructura del azúcar sobre el pardeamiento alcanzado por los azúcares comunes decrece en el orden D-xilosa > L-arabinosa > hexosas (D-galactosa, D-manosa, D-glucosa, D-fructosa) > disacáridos (maltosa, lactosa). El grado de formación de pigmentos a partir de un azúcar determinado es directamente proporcional a la cantidad de forma abierta del azúcar en solución. Las reacciones de pardeamiento no oxidativas además de producir pigmentos melanoídicos altamente coloreados, dan lugar a la formación de muchos y diferentes compuestos volátiles aromáticos. Estos productos de pardeamiento que contribuyen al aroma pueden poseer aromas específicos y/o pueden simplemente potencializar otros aromas. El desarrollo de todos los aromas derivados del pardeamiento, dependiendo de su volatilidad, tipo de aroma e intensidad, deberá ser restringido en los alimentos al nivel idóneo para una buena aceptación por parte de los consumidores.

Cuando el pardeamiento de *Maillard* no es deseable en un alimento puede ser inhibido por el descenso de la humedad, el descenso del pH o temperatura. También puede prevenirse eliminando uno de los sustratos, normalmente el azúcar.³¹

La reacción del grupo aldehído de la lactosa de la leche, con el grupo amino de la lisina de las proteínas también presentes en la leche, da inicio a las reacciones de *Maillard*, que ocurren incluso bajo tratamiento térmico muy lento, continuando la reacciones lentamente durante el almacenamiento. El grado de las reacciones de *Maillard* y de pardeamiento es muy sensible a la intensidad del tratamiento térmico, siendo los efectos deseables en algunos productos.^{11, 31}

3.9 Envase y embalaje

Los alimentos elaborados por el hombre son consumidos por diferentes competidores, tanto el hombre, animales y microorganismos. En los animales destacan los roedores y los insectos, mientras que entre los microorganismos destacan los mohos, levaduras y bacterias; estos causan pérdidas en las diferentes etapas de producción, recolección, procesamiento, almacenamiento, transporte y venta del alimento. Si se permite un desarrollo de los microorganismos en el alimento, éste resulta poco atractivo y se echará a perder por putrefacción o por el crecimiento de estos. Estos microorganismos, especialmente las bacterias, pueden afectar al alimento hasta convertirlo en venenoso para el hombre, causándole enfermedad o hasta incluso la muerte. Por tanto, la provisión de alimentos en buenas condiciones es un deber de la industria de alimentos, siendo esencial la prevención de pérdidas económicas. Así, el envase juega un papel decisivo en el logro de estos objetivos de seguridad y prevención de pérdidas.

Los primeros materiales de envase fueron probablemente hojas grandes de plantas que eran utilizadas por el hombre primitivo para envolver la carne después del sacrificio de los animales. En aquella época en la que el hombre vivía de la caza y de la recolección de frutos, su existencia nómada necesitaba de algún medio de mantener "frescos" los alimentos mientras viajaban. Las pieles de los animales eran usadas para el transporte de agua y también se utilizaban cestas de mimbre.^{36, 37}

Quizás donde más se avanzó en la conservación de alimentos fue en el aprovisionamiento de alimentos para los ejércitos. A principios del siglo XIX, Napoleón encontró dificultades cada vez más grandes en este aspecto, ya que la estrategia de "quemar las tierras" de sus adversarios hacía imposible subsistir fuera de los territorios conquistados, y, también, la estrategia de las fuerzas británicas era bloquear los envíos de azúcar necesarios para conservar la fruta que se producía en Francia. El necesitaba alimentos envasados que sus tropas pudieran acarrear y ofreció un premio de 12000 francos a quien encontrara un método efectivo de conservación, este concurso fue ganado por el francés Nicolas Appert en 1810, que desarrolló el proceso de conservación en latas ("enlatado"), aunque él, en ese tiempo, utilizó tarros de vidrio.³⁷

Más tarde, en el siglo XIX, tuvo lugar la gran migración hacia el oeste de América, lo que supuso que los colonizadores con sus carretas se desplegaran a través del continente para establecer sus hogares y plantar sus cultivos. Su supervivencia hasta las primeras cosechas se apoyaba en los alimentos secos y productos enlatados que ellos llevaban consigo. La industria

conservera americana creció rápidamente para satisfacer esta demanda y después, para abastecer a las fuerzas rivales durante la guerra civil americana.

Estos ejemplos sobre los primeros usos del envasado de alimentos estaban relacionados con la supervivencia, pero ilustran los principios básicos del envase. Los alimentos deben estar a disposición de la gente estén donde estén. El alimento, en interesantes variedades, debe estar disponible a lo largo de todo el año, independientemente de la estación en que se produzca. Debe de estar presentado de forma que sea cómodo de comprar y consumir, y en muchos casos esto quiere decir que debe estar envasado.³⁷

La elección de un envase apropiado implica ciertas consideraciones. Para la mayoría de los productos alimentarios hay un objetivo dominante: el envase debe de tener óptimas características protectoras para mantener el producto que contiene en buenas condiciones durante su vida útil. También deben considerarse ciertas apreciaciones subjetivas: el envase debe de tener el tamaño y la forma correcta y su presentación gráfica debe ser atractiva a los ojos del comprador. El desarrollo y diseño del envase adecuados ha hecho posible la oferta al consumidor de una gran variedad de alimentos a elegir, con completa confianza de salubridad, ya sea producto de temporada o no.

Si se tiene que hacer un balance entre la manera de satisfacer las necesidades de la gente y los efectos negativos del envase, es evidente que los avances positivos en la higiene y salubridad de los alimentos que se han conseguido pesan mucho en el lado positivo.

La técnica de envasado y la elección de envase con las propiedades de barrera se diseñan para prevenir la destrucción del alimento por el ataque de microorganismos e insectos, dependiendo de su naturaleza física, así como para conservar la calidad y el valor nutritivo de muchos alimentos mediante la exclusión del oxígeno y el control de pérdida o ganancia de humedad. El empaquetado en paquetes por "porciones" a menudo ayuda al consumidor a comprar justo la cantidad que necesita y no más, evitando desperdicios.^{36, 37}

Es importante saber qué es y cómo funciona el envase y el embalaje por lo que a continuación se presentan las definiciones de estos términos:

Envase: es cualquier recipiente adecuado que está en contacto directo o indirecto con el producto, para protegerlo y conservarlo, facilitando su manejo, transportación, almacenamiento y distribución.

Envase primario: es el recipiente que mantiene un contacto directo con el producto.

Envase secundario: es aquel que contiene uno o varios envases primarios y puede tener como función principal el agrupar los productos.

Envase terciario: en algunos casos los envases secundarios requieren de un recipiente que contenga 2 o más y normalmente resulta en un embalaje.

Embalaje: todo aquello cuya función primaria es el de envolver, contener y proteger debidamente a los productos empacados, sobre todo en las operaciones de transportación, almacenaje y comercialización.

Por su consistencia los envases se clasifican en: rígidos, semirígidos y flexibles, aspecto que define si el producto puede o no aportar resistencia a la carga de producto en una estiba (resistencia a la compresión), y que por lo tanto determina el diseño del embalaje.³⁷

Envase rígido: envase con forma definida no modificable y cuya rigidez permite colocar el producto estibado sobre si mismo, sin sufrir daños, ejemplo: envases de vidrio, latas metálicas.

Envase semirígido: envase cuya resistencia a la compresión es menos, sin embargo cuando no son sometidos a esfuerzos de compresión su aspecto puede ser similar a la de los envases rígidos, ejemplo: envases de plástico.

Envase flexible: envases fabricados de películas plásticas, hojas de aluminio, laminaciones, etc. y cuya forma resulta deformada prácticamente con su sola manipulación. Este tipo de envase no resiste producto estibado.³⁷

Cuando se diseña un envase se deben de tomar en cuenta algunas consideraciones, que son:

1. Conocer el producto. El envase debe ser diseñado para un producto específico y no al contrario.
2. Analizar el mercado. ¿Qué usa la competencia?
3. Diseñar envases competitivos. ¿Cómo se diferencia de la competencia? O ¿Cómo va a resaltar su imagen en el anaquel?
4. Reconocer necesidades del consumidor con respecto al envase.
5. Innovar.
6. Mantener la ética del envase. No debe intentar engañar al consumidor, ni en aspecto, funcionalidad o en textos, de ser así esa será la ultima compra de este producto por parte del consumidor.
7. Integrar recursos. Considerar e involucrar a todas las áreas que se relacionan con el envase y el embalaje.

8. Revisar volúmenes de producción. Los volúmenes por lo general determinan el envase a utilizar.

9. Revisar problemas de exportación. Consideración de las leyes y reglamentación extranjera.

Cuando se diseña un envase, se debe también satisfacer las necesidades de muy diversas áreas, como: mercadotecnia, compras, planta, ingeniería, investigación y desarrollo, y también la protección adecuada del producto y las necesidades del consumidor.

De forma resumida podemos decir que los elementos del envase son: estructura, estética, comunicación y aspectos legales.³⁷

Hay que recordar que la protección de los alimentos es el objetivo fundamental del envase, ya que los alimentos sufren cambios o degradaciones por diferentes factores que se encuentran en el entorno del producto. Los alimentos pueden sufrir dos tipos de alteraciones:

1. **Biológicas:** modificaciones causadas por los procesos de metabolismo de los alimentos mediante la acción de enzimas nativas o por la acción de microorganismos, incluyendo las alteraciones de cualquier otro organismo vivo, es decir, insectos, roedores, parásitos, etc.

2. **Abióticas:** alteraciones que causan alteraciones en las características físicas del producto como son: hidratación, desecación, cristalización, etc., o cambios de tipo químicos como son: reacciones de oxidación, hidrólisis, polimerizaciones, etc. Este tipo de cambios son indeseables ya que causan alteraciones en las características sensoriales del producto, disminuyendo su valor nutritivo y algunas ocasiones generando sustancias tóxicas.^{36, 37}

La interacción que se tiene entre el envase y el producto se deben de tomar en cuenta.

Los tipos de interacciones que se pueden llevar a cabo entre el producto y el envase son de tres tipos:

Permeación: interacciones donde el envase permite el paso a través de él de elementos del ambiente al producto y del producto al ambiente.

Absorción: interacciones donde el producto altera o ataca el envase

Migración: interacciones en las cuales algunos elementos del envase pasan al producto, siendo estos elementos diferentes dependiendo del tipo de material del envase utilizado.^{36, 37}

Considerar la capacidad de protección del envase de acuerdo a las características del producto, presentándose las alteraciones más comunes como:

Reacciones oxidativas: el oxígeno provoca daños muy grandes en los alimentos, dado que reacciona con la mayoría de los nutrientes, siendo su acción muy marcada en el deterioro de grasas, aceites y vitaminas. El oxígeno también favorece el desarrollo de microorganismos.

Pérdida o ganancia de humedad: los productos frescos con un alto contenido de humedad, la pérdida de agua genera cambios desagradables en los alimentos, como la disminución de aroma, cambios de color, textura y deterioro en general del aspecto. Por lo contrario los productos secos o con bajo contenido de humedad, estos tienden a absorber la humedad del ambiente, ocasionando modificaciones en su estructura física y en otros casos favorecen el crecimiento de microorganismos.

Perdida o absorción de compuestos volátiles: cuando un alimento pierde o disminuye su aroma original se considera que el producto ha perdido calidad, generalmente en los alimentos se presenta pérdidas de compuestos volátiles como: aceites esenciales, ácidos, aldehídos, ésteres, alcoholes, sustancias de relativo bajo peso molecular, que se liberan del alimento independientemente o junto con el vapor de agua en pequeñas concentraciones. Por otra parte algunos productos pueden absorber aromas, siendo esta alteración una de las más comunes cuando se almacenan o transportan diferentes productos en un mismo lugar. En general, los alimentos ricos en grasa y aceites presentan una marcada tendencia a la absorción de olores extraños.

Contaminación por microorganismos: las alteraciones ocasionadas por microorganismos son de las principales causas de deterioro, por lo que los envases deben de diseñarse de tal manera que inhiban el crecimiento de los mismos.

Acción de la luz: la luz ejerce efectos sobre los alimentos, ya que aceleran gran parte de los cambios químicos. Al respecto se ha encontrado que el efecto degradante de la luz sobre los alimentos es inversamente proporcional a la longitud de onda de radiación, por lo que los rayos UV degradan más que los rayos del espectro visible.^{36, 37}

3.10 Vida de anaquel

Por vida de anaquel o vida útil de un producto se determina como el periodo de tiempo desde su elaboración, durante el cual se mantiene la calidad adecuada para el consumo de este.

La legislación indica, en algunas ocasiones, las pruebas a realizar para asegurar la vida de anaquel determinada, pero no obstante y en general el fabricante debe de realizar los ensayos necesarios que compruebe que durante la distribución, almacenamiento y exhibición en el punto de venta el producto mantiene es calidad dentro del periodo indicado por él.^{37, 38}

Hay que distinguir entre diferentes conceptos lo que se determina como vida de anaquel:

- Fecha de fabricación: fecha en la cual el producto se convierte en el producto descrito.
- Fecha de envasado: fecha en la cual el producto se coloca en el empaque y queda terminado para su venta.
- Fecha de consumo preferente: fecha en que, bajo determinadas condiciones de almacenamiento, expira el periodo durante el cual el producto preenvasado es comercializable y mantiene cuantas cualidades específicas se le atribuyen tácita o explícitamente, pero después de la cual el producto preenvasado puede ser consumido, siempre y cuando no exceda la fecha de caducidad.
- Fecha de caducidad: fecha límite en que se considera que las características sanitarias y de calidad que debe reunir para su consumo un producto preenvasado, almacenado en las condiciones sugeridas por el fabricante, se reducen o eliminan de tal manera que después de esta fecha no debe comercializarse ni consumirse.^{38, 39}

Para determinar o estimar la vida de anaquel de un producto alimenticio pueden utilizarse diferentes metodologías de costo y precisión variable, y dependiendo de los objetivos será la selección que se realice. Las diferentes metodologías a seguir se pueden clasificar en métodos predictivos en base a experiencias previas, métodos de simulación y ensayos reales de laboratorio.^{38, 40}

1. Métodos predictivos en base a experiencias previas.

Los métodos predictivos se basan en la aplicación de modelos de deterioro a los datos que se encuentran en la bibliografía y que no han sido procesados desde el punto que se desea analizar.

Existen bases de datos sobre cómo evolucionan diferentes características de algunos alimentos en función del tiempo y en diversas condiciones ambientales y composición, que proporcionan un ahorro de tiempo pero estas bases de datos no se encuentran en muchas ocasiones organizadas, actualizadas y normalizadas por lo que el que las emplea debe de realizar esta labor. Con el adecuado manejo para el tratamiento de los datos se puede realizar estimaciones de tipo económico en relación al desarrollo e incluso realizar simulaciones, vía ordenadores, que permitan predecir cómo van a resultar afectados los productos por las condiciones ambientales de los posibles canales de distribución.

Las bases de datos proporcionan el decremento que sufre algún factor de calidad del alimento a lo largo de un periodo de tiempo y bajo ciertas condiciones, pero no se refieren a la cinética de los cambios físico-químicos que se podrían dar.^{38, 40}

2. Métodos de simulación.

Los métodos de simulación son métodos económicos en tiempo y costo, lo cual hace esta circunstancia ventajosa cuando se está desarrollando el producto.

La utilización de esta metodología se basa fundamentalmente en determinar vía cálculo, el cual va a ser la evolución de un sistema complejo (producto, envase) en función del tiempo y de las condiciones ambientales a partir de modelos cinéticos de diversos tipos aleatorios. Por complicado que sea el modelo matemático a utilizar, siempre constituye una simplificación de una realidad compleja, proporcionando datos útiles para la elaboración del diseño experimental más eficaz y económico de la determinación de la vida de anaquel del producto final y la estimación de periodos de almacenamiento y comercialización.^{38, 40}

3. Ensayos reales de laboratorio.

Como no se puede invertir lo mismo en la investigación de la vida de anaquel de un producto que se encuentra en diferentes fases, desarrollo, cadena de distribución, etc., por lo que se distinguen 3 casos específicos según el objetivo que se desee buscar, pero todos se basan en la determinación que se realiza para estimar el tiempo en el que cierto atributo del producto, evaluado por medio de un análisis sensorial, alcanza el valor crítico que determina como inaceptable.

Para realizar esto se determinan las condiciones que estará sometido el producto, lo más cercano a la real, y se coloca en estas un lote lo suficientemente grande para realizar las

pruebas necesarias. Cuando se alcanza o se sobrepasa el valor crítico que se fija, determinando el deterioro, se detiene el ensayo y se determina la función que interviene en el deterioro con respecto al tiempo.^{38, 40}

- Determinación de rutina de la vida de anaquel de un alimento en fase de producción.

El tratamiento matemático que se utiliza es un análisis de regresión lineal, donde se gráfica la puntuación contra el tiempo transcurrido y estableciendo la puntuación mínima que debe tener el producto se obtendrá la vida de anaquel.

Este tipo de ensayos en ocasiones presentan una duración muy prolongada por lo que se recomienda realizar ensayos de vida de anaquel acelerados. Estos se basan en el modelo de deterioro de Arrhenius y en la constante de Q_{10} correspondiente en un rango de temperaturas suficientemente grande que cubra las temperaturas, estas son superiores a los que se utilizarían para su almacenamiento o distribución.^{31, 38, 41}

Tabla 7. Temperaturas recomendadas para determinación de vida de anaquel⁴¹

Alimentos congelados	Alimentos deshidratados y de humedad intermedia	Alimentos procesados térmicamente
- 40 °C (Control)	0 °C (Control)	5 °C (Control)
-15 °C	23 °C	23 °C
-10 °C	30 °C	30 °C
- 5 °C	35 °C	35 °C
---	40 °C	40 °C
---	45 °C	---

Los ensayos de vida de anaquel acelerados pueden presentar diversos problemas y errores por lo que los resultados que se obtengan deben ser críticamente analizados, y por lo que se sugiere llevar paralelamente un ensayo en las condiciones normales o tiempo real con el fin de comprobar el poder predicativo del ensayo acelerado y en su caso detectar la causa de errores posibles.^{31, 38}

- Determinación de la vida de anaquel de un producto en función de envasado, almacenamiento y distribución.

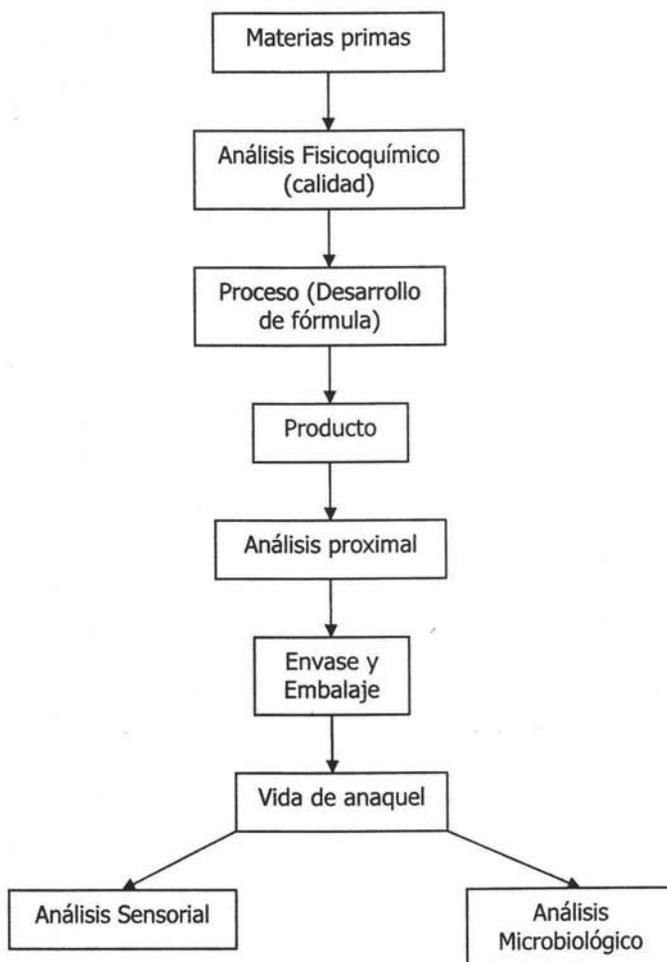
Esta metodología busca determinar la influencia de diversos factores sobre la vida de anaquel del producto por lo que se someten simultáneamente a diferentes condiciones ya que interesa conocer las condiciones en qué se maximiza ésta. Esta metodología constituye una extensión del método de "Determinación de rutina de la vida de anaquel de un alimento en fase de producción", por lo que de igual manera el tratamiento matemático que se utiliza es un análisis de regresión lineal.

- Estimación de la vida de anaquel de productos nuevos en fase de desarrollo.

Esta metodología se basa en un modelo probabilístico, y se recomienda la utilización de simulación.^{31, 38}

4. Metodología

✓ Diagrama general



4.1 Materias primas

- * Leche cruda
- * Azúcar
- * Amaranto tostado
- * Nuez
- * Miel de maíz
- * Esencia de vainilla
- * Bicarbonato de sodio

4.2 Análisis fisicoquímico (calidad)

* **Leche cruda:** se realizaron pruebas de plataforma (temperatura, peso específico con lactómetro, pH, acidez titulable y características sensoriales) que nos indique la calidad inicial de la leche.

* **Azúcar:** se utilizó azúcar estandar que debe estar libre de materia extraña, comprendida por fragmentos de insectos, pelos y excretas de roedores, así como cualquier otra materia de origen animal, vegetal o mineral que se verificaran visualmente. ⁴²

* **Amaranto tostado:** se utilizó amaranto a granel que deberá cumplir con las especificaciones siguientes, que se verifican sensorialmente:

- a) Estar limpias, exentas de materia extraña visible (tierra, manchas o residuos de materia orgánica).
- b) Tener forma, color y sabor característico.
- c) Estar sanas; excluyendo las afectadas por pudrición o que estén alteradas de tal forma que haga impropias para el consumo humano.
- d) Estar exentas de telarañas, enfermedades o plagas y daños producidos por cualquiera de estos organismos.
- e) Estar exentas de olor a rancidez y sabor anormal o extraño.

* **Nuez:** se utilizó nuez descascarada y en mitades que deberán cumplir las especificaciones siguientes, que se verifican sensorialmente:

- a) Estar limpias, exentas de materia extraña visible (tierra, manchas o residuos de materia orgánica).

- b) Tener forma, color y sabor característico.
- c) Estar sanas; excluyendo las almendras afectadas pudrición o que estén alteradas de tal forma que haga impropias para el consumo humano.
- d) Estar exentas de telarañas, enfermedades o plagas y daños producidos por cualquiera de estos organismos.
- e) Estar exentas de olor a rancidez y sabor anormal o extraño.
- f) Estar exentas de humedad exterior anormal. ⁴³

* **Miel de maíz:** se utilizó miel de maíz que deberán cumplir las especificaciones siguientes:

- a) Sensoriales: Olor y color debe ser característico, sabor dulce y característico, y con una consistencia de fluido viscoso.
- b) Físicas y químicas: densidad a 288 K (15 °C) 1.3400-13.671, °Brix 37-39 y pH 4.7-5.2
- c) Materia extraña: debe estar libre de fragmentos de insectos, pelos y excretas de roedores, así como de cualquier otra materia orgánica o inorgánica. ⁴⁴

* **Esencia de vainilla:** se utilizó esencia de vainilla.

* **Bicarbonato de sodio:** se utilizó bicarbonato de sodio grado alimenticio.

4.3 Proceso (Desarrollo de fórmula)

La experimentación se inicio con la elaboración del dulce tipo "Gloria" con leche de vaca para ver la factibilidad de la sustitución de la leche de cabra por leche de vaca, obteniéndose un resultado positivo, por lo que se continúo con la experimentación.

La leche utilizada fue adquirida en el Centro de Enseñanza, Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA), perteneciente a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM ubicada en San Mateo Topilejo.

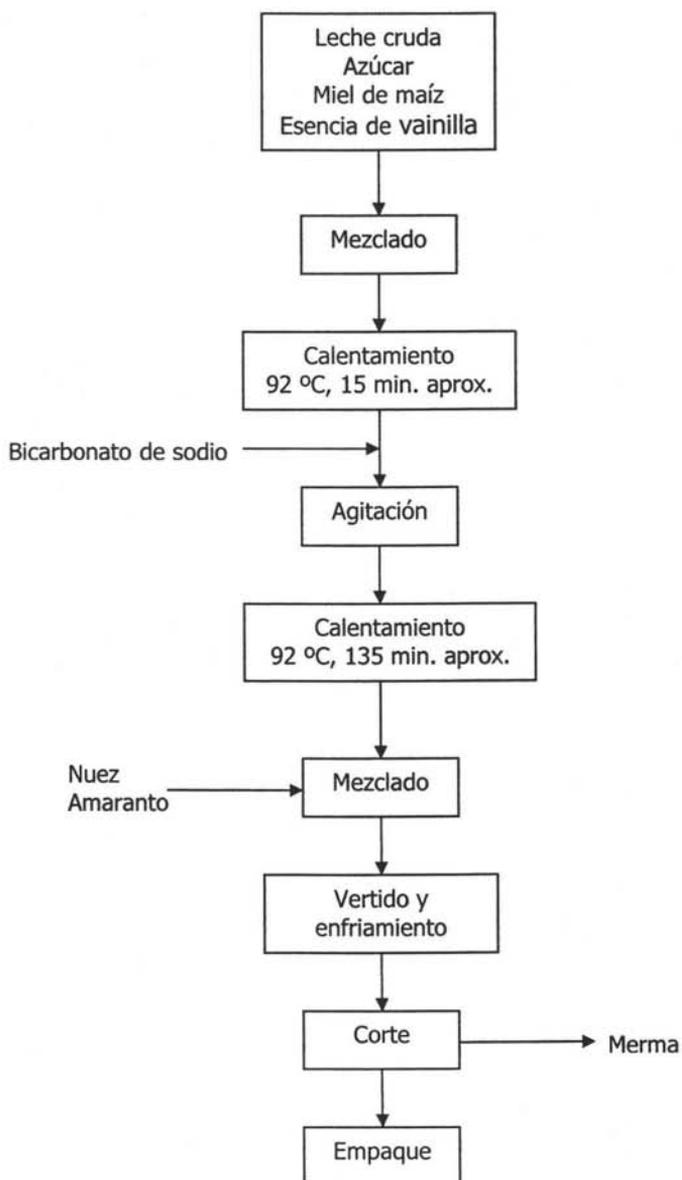
CEPIPSA cuenta con ganado bovino de raza Holstein, al cual se le ordeña dos veces al día con un sistema ordeñador automático. La producción de leche de cada ordeña es aprox. de 70 a 80 litros.

Posteriormente se realizaron diferentes experimentos para determinar la cantidad y la forma en que habría de incorporarse el amaranto dentro de la fórmula, llevándose a cabo también una evaluación de sus características sensoriales para determinar la formulación final.

✓ *Formulación inicial:*⁴⁵

Ingredientes	Cantidad	%
Leche de vaca	1 Litro	60,68
Azúcar	450 g	27,3
Esencia de Vainilla	45 mL	2,73
Miel de maíz	45 mL	2,73
Bicarbonato de sodio	8 g	0,49
Nuez picada	100 g	6,07

✓ Diagrama de proceso para la elaboración de dulces de leche de vaca con nuez y amaranto:



✓ *Descripción del proceso de elaboración de los dulces de leche de vaca con nuez y amaranto:*⁴⁵

Se mezcla en una olla la leche cruda, el azúcar, la miel de maíz y la esencia de vainilla. Se calienta a fuego mediano hasta que suelte el hervor, 15min. aprox., y agregar el bicarbonato. Bajar la flama y mover constantemente con una cuchara de madera. Se continúa hasta que espese y se logre ver el fondo de la olla, 135 min. aprox. Retirar del fuego, añadir la nuez y el amaranto, batir vigorosamente hasta que se incorporen. Se toma la mezcla y se vacía en charolas, cuando se enfría por completo se cortan en forma de triángulos y posteriormente se envuelven en el envase.

✓ *Formulación del producto final:*

Ingredientes	Cantidad	%
Leche de vaca	1 Litro	58,55
Azúcar	450 g	26,35
Esencia de Vainilla	45 mL	2,63
Miel de maíz	45 mL	2,63
Bicarbonato de sodio	8 g	0,47
Nuez picada	100 g	5,86
Amaranto	60 g	3,51
En harina	20 g	33,33
Tostado	40 g	66,67

4.4 Análisis proximal

Se realizaron los análisis al producto final, al producto sin amaranto (mismas condiciones de elaboración que el producto final) y a un producto comercial de los dulces típicos Gloria (marca "Las Sevillanas"), de humedad, cenizas, proteína cruda, grasa, fibra cruda y por diferencia los hidratos de carbono, por los métodos explicados en el anexo 9.1 según la AOAC.⁴⁶

4.5 Envase

Como se desea que el nuevo producto sea relacionado y/o identificado como los dulces típicos tipo Gloria se eligió que el dulce tenga una forma triangular con las siguientes dimensiones: 4.5 cm de base, 4.5 cm de altura, 1.4 cm de grosor y un peso de 20 ± 0.2 gramos.

La selección del envase se realizó partiendo de la composición química del dulce de leche de vaca con nuez y amaranto, ya que estas características determinan los posibles factores de alteración que puede sufrir el dulce.

Se realizaron pruebas de envase primario con papel celofán de colores rojo y verde (cabe mencionar que los dulces tipo gloria son envueltos en este tipo de papel), se probó la envoltura con papel encerado, y también se utilizó una envoltura de tipo película BOPP (Biaxially Oriented Polypropylene) 15/15 metalizada utilizando como cierre del empaque etiquetas adhesivas de forma triangular de una dimensión de 4 cm de base y 4 cm de altura.

4.6 Vida de anaquel

El estudio de *vida de anaquel* consiste en la determinación del periodo de tiempo en el que el alimento conserva sus cualidades, bajo las condiciones de empaque propuestas (como indicativo de la eficiencia de éste) y durante su transportación, almacenamiento en bodega y exhibición.

Para realizar este estudio se toman muestras representativas del producto en el empaque a evaluar, las cuales son inicialmente analizadas y luego sometidas a condiciones de almacenamiento o transporte determinadas, para su análisis posterior. A intervalos de tiempo específicos, los productos bajo almacenamiento son muestreados y evaluados, generalmente en comparación contra un producto control (calidad original).

Para este estudio es posible controlar algunas variables que resultan de mucha utilidad y de interés, como son: iluminación, temperatura, humedad relativa, composición y presión atmosférica, etc., las cuales se deben de tomar en cuenta en el diseño experimental.^{36, 37}

Para esta determinación se utilizará la metodología de ensayos reales de laboratorio de tipo *Determinación de la vida de anaquel de un producto en función de envasado, almacenamiento y distribución*, explicada anteriormente realizando algunas adecuaciones.

Para llevarlo a cabo se emplearon cuatro lotes de 48 piezas cada uno, donde cada semana se tomaron cuatro piezas para realizarles las pruebas correspondientes.

Cada lote se sometió a una condición diferente siguiendo los procedimientos reportados en la literatura, realizándose un ensayo de vida de anaquel en tiempo real ya que no se contó con las cámaras apropiadas para llevar a cabo un ensayo de tipo acelerado donde se pudieran controlar diferentes variables y condiciones, por lo que se utilizaron estufas.

Tabla 8. Condiciones de temperatura a las que fueron sometidos los diferentes lotes.

	Lote 1	Lote 2	Lote 3	Lote 4
Condición	Refrigeración 5 °C	Ambiental 23 °C	30 °C	40 °C

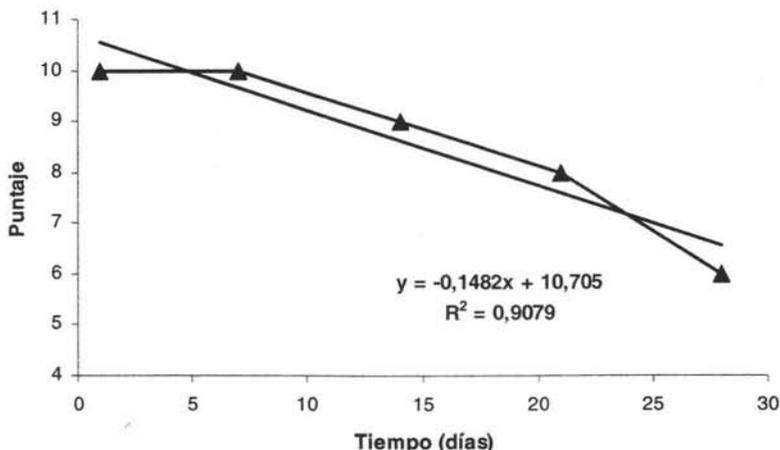
Pruebas realizadas:

- Determinación de humedad: se realizó la determinación siguiendo la metodología ya descrita en el anexo 9.1 para tener el registro de pérdida de humedad respecto al tiempo, ya que hay que recordar que muchos de los defectos se presentan al tener un cambio en la humedad.

- Análisis sensorial: se realizó una prueba descriptiva a cada lote tras cada semana para determinar cualitativamente el deterioro del producto en sus características sensoriales. Estas pruebas fueron realizadas por dos personas con entrenamiento y con los resultados obtenidos se efectuará al análisis del producto. En las determinaciones de vida de anaquel sólo se consideraron seis características del producto para ser evaluadas y analizadas, por definir éstas como las más importantes, que son: Sabor total, Aroma Nuez, Aroma Leche cocida, Textura Dureza, Textura Formación de cristales y Color Intensidad. El cuestionario utilizado se encuentra en el anexo 9.2

- Análisis microbiológico: se efectuó para determinar el crecimiento microbiano respecto al tiempo que puede presentarse en el producto. Este análisis se realizó cada dos semanas utilizando las pruebas DS012 Conteo Total / Levaduras y hongos de Hy. Giene Monitor que son de tipo presuntivo, recordando que si la prueba es positivo a crecimiento microbiano en ese momento se finaliza la determinación de vida de anaquel.

Para el ensayo seleccionado para la evaluación de vida de anaquel se utilizó el tratamiento matemático de regresión lineal, donde a partir de la ecuación generada y el punto crítico de cada determinación efectuada se determina el tiempo máximo del producto. A continuación se presenta un ejemplo donde se grafica el puntaje promedio de cada característica evaluada por medio del cuestionario (anexo 9.2) contra el tiempo de duración del ensayo como a continuación se presenta:



Donde la ecuación de la recta para la regresión lineal es: $Puntaje = \pm m * (tiempo) \pm b$

Para determinar el tiempo se realiza el despeje correspondiente de la siguiente manera:

$$Puntaje = \pm m * (tiempo) \pm b \dots (1)$$

$$Puntaje \pm b = \pm m * (tiempo) \dots (2)$$

$$tiempo = \frac{Puntaje \pm b}{\pm m} \dots (3)$$

Donde se desea saber el tiempo en que se llegó o se llegará al punto crítico que es de siete y representa el punto máximo de vida útil del producto.

Se sustituye los valores correspondientes en la ecuación (3) de la siguiente forma:

$$tiempo = \frac{7 - 10,705}{-0,1482} = 25 \text{ días}$$

5. Resultados y Discusión

5.1 Análisis fisicoquímico (calidad)

La sustitución de la leche de cabra por la de vaca es factible porque se obtiene la textura deseada en el producto.

A toda la leche utilizada en este proyecto se le realizó las pruebas de calidad para conocer el estado inicial de ésta, obteniendo los siguientes datos:

Tabla 9. Rango de valores obtenidos de las pruebas de calidad realizadas a la leche.

Características de calidad	Rangos de literatura	Rangos experimentales
Color	característico (Blanco)	característico (Blanco)
Aroma	característico	característico
Sabor	característico	característico
pH	6,5 - 6,7	6,4 - 6,6
°Qc (Peso específico)	28 - 34	30,54 - 31,33
% ácido láctico	0,12 - 0,18	0,13 - 0,16
% Grasa	3,0 - 3,7	4,0 - 4,4
% Sólidos Totales	11,5 - 12,5	12,69 - 13,05
% Sólidos No Grasos	8,5 - 9,0	8,64 - 8,70

Las características que debe de tener la leche para que se considere de buena calidad son:

Color: el color normal de la leche es blanco, el cual se atribuye a reflexión de la luz por las partículas del complejo caseinato-fosfato-cálcico en suspensión coloidal y por los glóbulos de grasa en emulsión.

Sabor: el sabor natural de la leche es difícil de definir, normalmente no es ácido ni amargo, sino más bien ligeramente dulce gracias a su contenido en lactosa.

Olor: el olor de la leche es característico y se debe a la presencia de compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular, entre ellos, ácidos grasos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfato de metilo. La leche puede adquirir, con cierta facilidad sabores u olores extraños, derivados de ciertos alimentos consumidos por la vaca antes del ordeño.

El pH normal de la leche fresca es de 6.5 – 6.7. Valores superiores generalmente se observan en leches mastáticas, mientras que valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición bacteriana.

La leche tiene un peso específico ($^{\circ}\text{Qc}$) de 1.028 a 1.034 ó 28 a 34 $^{\circ}\text{Q}$ que varía considerablemente con el contenido de grasa y de sólidos totales.

La leche fresca tiene una acidez titulable equivalente a 13 a 20 mL de NaOH 0.1 N/100 mL (0.12 - 0.18 % ácido láctico) debido a su contenido de anhídrido carbónico, proteínas y algunos iones como fosfato, citrato, etc.

El porcentaje de sólidos totales (ST) en la leche es de 11.5 - 12.5 %, representados por los componentes liposolubles en emulsión, proteínas en suspensión coloidal e hidratos de carbono, vitaminas hidrosolubles, sales y otros componentes orgánicos e inorgánicos en solución.

Los componentes sólidos no grasos (SNG) contribuyen en un rango de 8.5 - 9.0 % a los sólidos totales.^{9, 11, 47}

Comparando con los datos anteriores y los datos experimentales se puede decir que se contó con leche de buena calidad para el desarrollo del producto, debido a que todos los datos obtenidos de los análisis de calidad están dentro de los rangos aceptables. Cabe notar que los sólidos totales tienen un valor mayor a los rangos reportados en la literatura; ello se debe a que el tipo de leche utilizada es muy rica en grasa.

Cabe hacer mención de que no a todas las materias primas se les practicó el análisis fisicoquímico y sanitario correspondiente pues fueron compradas de marcas comerciales y no de insumos a granel, dando por hecho que cumple con lo necesario para su uso para fines del presente trabajo. No obstante es bien sabido que para hacer un escalamiento a nivel industrial del producto, los análisis correspondientes se deben practicar a todos los ingredientes que participan en la formulación.

5.2 Proceso (Desarrollo de fórmula)

Durante el desarrollo del proyecto se probaron diferentes formulaciones para determinar la cantidad apropiada y forma de incorporación del amaranto, así como el punto adecuado para retirar del fuego el producto durante su elaboración, pues la adición del amaranto provoca una variación en la textura final, aumentando la dureza de la mezcla situación que no se presenta en el método tradicional de elaboración del dulce tipo Gloria.

Tabla 10. Formulaciones realizadas para la determinación de formulación final del producto.

Formulación	Amaranto	Forma de incorporación	Punto de incorporación
1º	50 g	50 g tostado	Punto gloria
2º	60 g	40 g harina y 20 g tostado	Punto cajeta
3º	50 g	50 g tostado	Punto cajeta
4º	60 g	40 g harina y 20 g tostado	Poco antes del punto cajeta
5º	100 g	60 g harina y 40 g tostado	Punto cajeta
6º	70 g	70 g tostado	Punto cajeta
7º	90 g	90 g tostado	Punto cajeta
8º	100 g	50 g harina y 50 g tostado	Punto cajeta

Para determinar la Formulación final del producto a las formulaciones se les evaluó su consistencia (textura) y sabor. Las observaciones obtenidas fueron las siguientes:

1º formulación: Consistencia muy dura, al morder se tiene una textura pegajosa y se tiene un sabor muy simple.

2º formulación: Consistencia y sabor excelente.

3º formulación: Se tiene una textura arenosa y un sabor neutro.

4º formulación: Consistencia chiclosa de **2** a **3** presentando un sabor balanceado.

5º formulación: Consistencia chiclosa de **1** a **2** presentando buen sabor.

6º formulación: Presenta una textura sin cuerpo, con un sabor muy dulce y ligero, y se presenta un enmascaramiento del sabor.

7º formulación: Se presenta una textura muy aguada y pegajosa de **1** a **2**, y se tiene un sabor balanceado.

8º formulación: Presenta una textura ligeramente quebradiza y se tiene un sabor bueno pero tiende a ser indefinido.

A partir de la evaluación y de los comentarios se selecciono la formulación del producto que fue la 2º.

✓ *Formulación del producto:*

Ingredientes	Cantidad	%
Leche de vaca	1 Litro	58,55
Azúcar	450 g	26,35
Esencia de Vainilla	45 mL	2,63
Miel de maíz	45 mL	2,63
Bicarbonato de sodio	8 g	0,47
Nuez picada	100 g	5,86
Amaranto	60 g	3,51
En harina	20 g	33,33
Tostado	40 g	66,67

Posteriormente se estableció el tiempo de exposición al calor para la obtención de la textura deseada. Este tiempo fue de 150 minutos.

5.3 Análisis proximal

Del análisis proximal del producto original, del producto sin amaranto (mismas condiciones de elaboración) y de los dulces típicos Gloria de marca "Las Sevillanas", se obtuvo los siguientes resultados.

Tabla 11. Composición química del producto obtenido, producto sin amaranto y marca comercial. (g / 100g)

	Humedad	Proteína cruda ^a	Grasa	Fibra cruda	Cenizas	Hidratos de carbono ^b
Sin amaranto	16.21	5.64	10.65	1.16	1.58	64.76
Con amaranto	17.46	7.39	10.53	6.25	1.96	56.41
Glorias "Las Sevillanas"	12.42	5.31	19.21	1.00	1.58	60.48

a: N x 6.25; b: por diferencia

De la tabla anterior se analiza lo siguiente:

Humedad. Comparando el dulce tipo Gloria contra la formulación con amaranto se observa una diferencia de 5.04 g/100g; esto se debe a que las Glorias tienen un contenido graso mayor que permite una textura suave con una baja humedad. De la comparación entre las formulaciones con amaranto y sin amaranto, se observa una diferencia de 1.25 g/100g; ello se debe a que el amaranto absorbe humedad, lo que refleja el valor superior.

Proteína cruda: La diferencia entre la formulación con amaranto y las otras dos es de aprox. 2 g/100g; ello se debe al alto contenido de proteína aportado por el amaranto, ya que la cantidad de proteínas de la formulación sin amaranto y la Gloria no es significativa, toda vez que la leche de vaca y la leche de cabra tienen prácticamente la misma cantidad de proteína.¹²

Grasa: La diferencia entre la Gloria y las formulaciones de leche de vaca con y sin amaranto es de casi 9 g/100g, ello es debido a que la leche de cabra tiene un contenido graso muy superior al de la leche de vaca (1.2% G mayor sobre el total).¹²

Fibra cruda: La formulación con amaranto contiene aprox. seis veces más fibra que las otras dos formulaciones (aprox. 5.25 g/100g más); ello es debido al aporte de fibra que otorga el amaranto incorporado.

Cenizas: La formulación sin amaranto y la Gloria no muestran diferencia en la cantidad de cenizas; en cambio si se comparan estas dos contra la formulación con amaranto, la diferencia es de 0.38 g/100g (0.24 veces más). Esta diferencia es debido al aporte nutricional de minerales con que cuenta el amaranto.

Hidratos de Carbono: Se observa una diferencia en la cantidad de hidratos de carbono entre la formulación sin amaranto y la formulación con amaranto de 8.35 g/100g (0.15 veces más). Esta diferencia se debe a que la cantidad de fibra en la formulación con amaranto es mayor; cabe recordar que los hidratos de carbono comprenden también a la fibra, por lo que la suma total de fibra más los hidratos de carbono reportados no es tan significativa entre estas formulaciones, 3.06 g/100g. Algo similar ocurre entre la formulación con amaranto y la Gloria, en donde la diferencia total es de 1.18 g/100g.

5.4 Envase

En un inicio se hicieron pruebas de envase primario con papel celofán de colores rojo y verde (cabe mencionar que los dulces tipo gloria son envueltos en este tipo de papel). El resultado fue que el papel contaminó el dulce, por la migración de los pigmentos de la envoltura a la superficie del dulce; además, se ha sabido de casos de contaminación por plomo de dulces típicos envueltos en este tipo de envolturas. Se probó la envoltura con papel encerado, encontrándose que la grasa contenida en el dulce hace marmoleado en la envoltura, y al cabo del tiempo los dulces se decoloran y cambia su textura debido a que el papel encerado no es una barrera suficiente contra luz, aire y agua. Y por último se utilizó una envoltura de tipo película BOPP (Biaxially Oriented Polypropylene) 15/15 metalizada, el cual presenta las características de ser buena barrera a la humedad, a la luz UV y a otros compuestos como aceites; además de tener la propiedad de ser termosellable, pero a pesar de esta propiedad, por falta de equipo adecuado que realice este tipo de sellado, se utilizó como sellado del empaque etiquetas adhesivas de una forma triangular de dimensión de 4 cm de base y 4 cm de altura, realizando esta operación de forma manual (empacado y cierre). Este último fue el que se seleccionó como empaque final y se utilizó para realizar la prueba de vida de anaquel.

5.5 Vida de anaquel

A continuación se presentan los resultados obtenidos, con el tratamiento y análisis correspondiente.

- Determinación de % humedad:

Tabla 12. Registro de promedios del % de humedad.

Condición / día	% H										
	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Refrigeración 5 °C	18,3	17,7	16,0	16,0	16,0	15,4	14,9	14,3	13,8	13,4	12,9
Ambiental 23 °C	18,3	17,6	16,9	17,0	16,4	16,3	Muestras descartadas por contaminación con hongos				
30 °C	18,3	16,2	15,5	14,3	12,0	Muestras descartadas por una dureza extrema					
40 °C	18,3	16,9	14,1	13,4	11,0	Muestras descartadas por una dureza extrema					

Gráfica 1. Porcentaje de humedad respecto al tiempo.

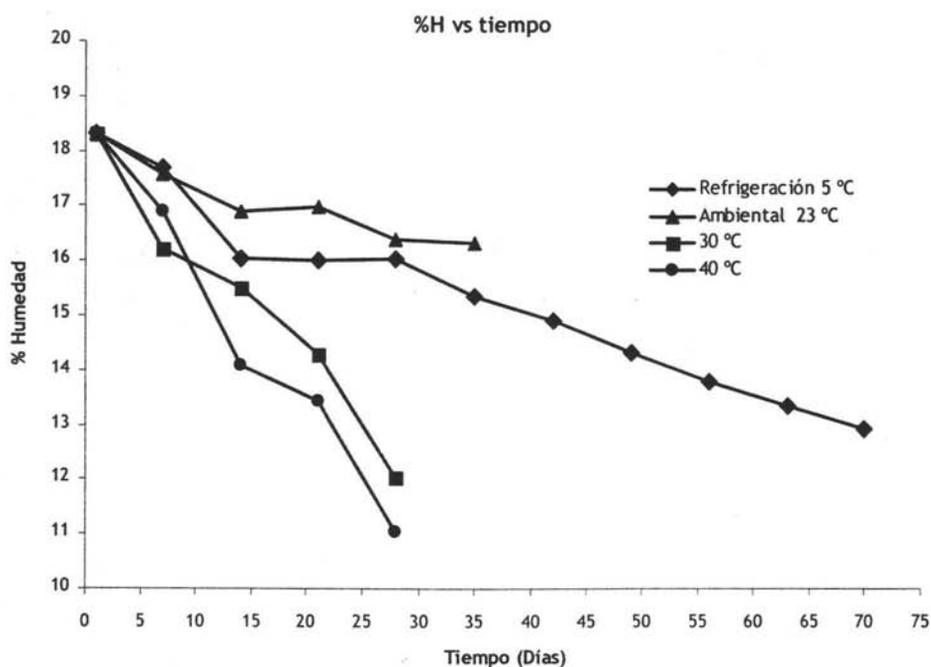


Tabla 13. Parámetros cinéticos de la gráfica 1

	m	b	R ²	r
Refrigeración 5 °C	-0,0677	17,647	0,9558	0,9777
Ambiental 23 °C	-0,0419	17,721	0,8698	0,9326
30 °C	-0,1966	17,956	0,9408	0,9699
40 °C	-0,2608	18,425	0,9524	0,9759

Donde la ecuación de la línea de la regresión es $\%H = m * (\text{tiempo}) - b$. Complementando con la evaluación sensorial se determino que cuando el producto alcanza un porcentaje de humedad de trece el producto ya no se encuentra en condiciones de consumo, considerando este el punto crítico. Tomando en cuenta lo anterior se puede decir que el tiempo de vida de anaquel en refrigeración (5°C) fue de 69 días, para temperatura ambiental (23°C) si no se hubiera tenido crecimiento de hongos seria de 113 días, para 30 °C fue de 25 días y para 40 °C fue de 21 días.

▪ Análisis sensorial:

Cada atributo evaluado se le asigno un puntaje donde se considera que se encuentra en el punto crítico, punto que se tomara como el punto máximo de su vida de anaquel.

Tabla 14. Puntos críticos de los atributos sensoriales evaluados.

	Sabor inicial Total	Aroma Nuez	Aroma Leche cocida	Textura Dureza	Textura Formación cristales	Color Intensidad
Puntos críticos	7	5	4	3	3	3

Tabla 15. Registro de puntaje del atributo Sabor Total.

Sabor inicial Total											
Condición / día	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Refrigeración 5 °C	10	10	9,5	10	10	9,5	9,5	9,5	9,5	9,5	9
Ambiental 23 °C	10	10	8,5	9,5	9	9,4	Muestras descartadas por contaminación con hongos				
30 °C	10	10	9	8	6	Muestras descartadas por una dureza extrema					
40 °C	10	9,5	7	4	1	Muestras descartadas por una dureza extrema					

Gráfica 2. Puntaje de Sabor Total respecto al tiempo.

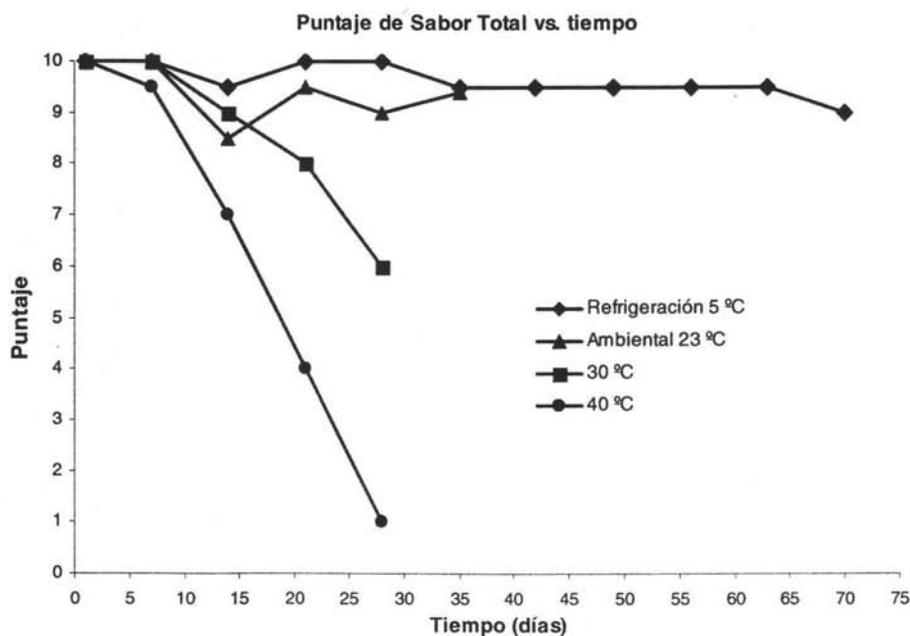


Tabla 16. Parámetros cinéticos de la gráfica 2

	m	b	R ²	r
Refrigeración 5 °C	-0,0111	10,026	0,6287	0,7929
Ambiental 23 °C	-0,0205	9,7626	0,20401	0,4517
30 °C	-0,1482	10,705	0,9079	0,9528
40 °C	-0,3475	11,234	0,9666	0,9832

Donde la ecuación de la línea de la regresión es $Puntaje\ Sabor\ Total = -m * (tiempo) + b$. Con la evaluación sensorial se determinó que cuando el producto alcanza un puntaje de siete el producto ya no se encuentra en condiciones de consumo, punto crítico. Tomando en cuenta lo anterior se puede decir que el tiempo de vida de anaquel en refrigeración (5°C) sería de 273 días, para temperatura ambiental (23°C) si no se hubiera tenido crecimiento de hongos sería de 135 días, para 30 °C fue de 25 días y para 40 °C fue de 12 días.

Tabla 17. Registro de puntaje del atributo Aroma Nuez.

Aroma Nuez											
Condición / día	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Refrigeración 5 °C	8	7,5	7	8	7,5	7	7,5	7	7,75	7,25	5,5
Ambiental 23 °C	8	7,5	6,5	6,5	4,5	4,5	Muestras descartadas por contaminación con hongos				
30 °C	8	8,5	7	7,5	3	Muestras descartadas por una dureza extrema					
40 °C	8	8,5	6,5	3,5	2	Muestras descartadas por una dureza extrema					

Gráfica 3. Puntaje de Aroma Nuez respecto al tiempo.

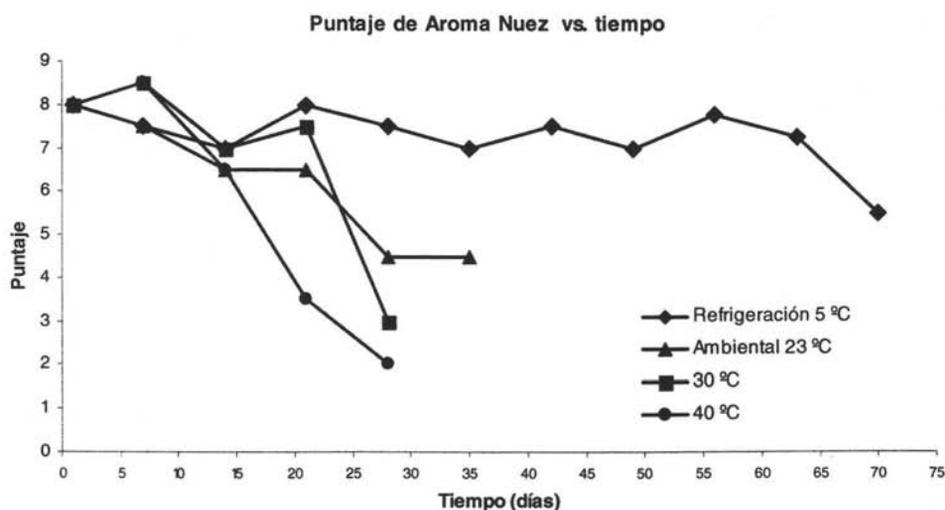


Tabla 18. Parámetros cinéticos de la gráfica 3

	m	b	R ²	r
Refrigeración 5 °C	-0,0173	7,8796	0,3311	0,5754
Ambiental 23 °C	-0,1105	8,2026	0,9249	0,9617
30 °C	-0,1638	9,1258	0,6433	0,8021
40 °C	-0,2522	9,2807	0,9111	0,9545

Donde la ecuación de la línea de la regresión es $Puntaje\ Aroma\ Nuez = -m*(tiempo) + b$. Con la evaluación sensorial se determinó que cuando el producto alcanza puntaje de cinco el producto ya no se encuentra en condiciones de consumo, punto crítico. Tomando en cuenta lo anterior se puede decir que el tiempo de vida de anaquel en refrigeración (5°C) sería de 167

días si se hubiera continuado el ensayo, para temperatura ambiental (23°C) fue de 29 días, para 30 °C fue de 25 días y para 40 °C fue de 17 días.

Tabla 19. Registro de puntaje del atributo Aroma Leche cocida.

Aroma Leche cocida											
Condición / día	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Refrigeración 5 °C	7,5	4,5	5,5	5	7	8	7,5	8	8	6,5	6
Ambiental 23 °C	7,5	7,5	4	3,5	7,5	9	Muestras descartadas por contaminación con hongos				
30 °C	7,5	6	6	6	5,5	Muestras descartadas por una dureza extrema					
40 °C	7,5	7	6	3	7,5	Muestras descartadas por una dureza extrema					

Gráfica 4. Puntaje de Aroma Leche cocida respecto al tiempo.

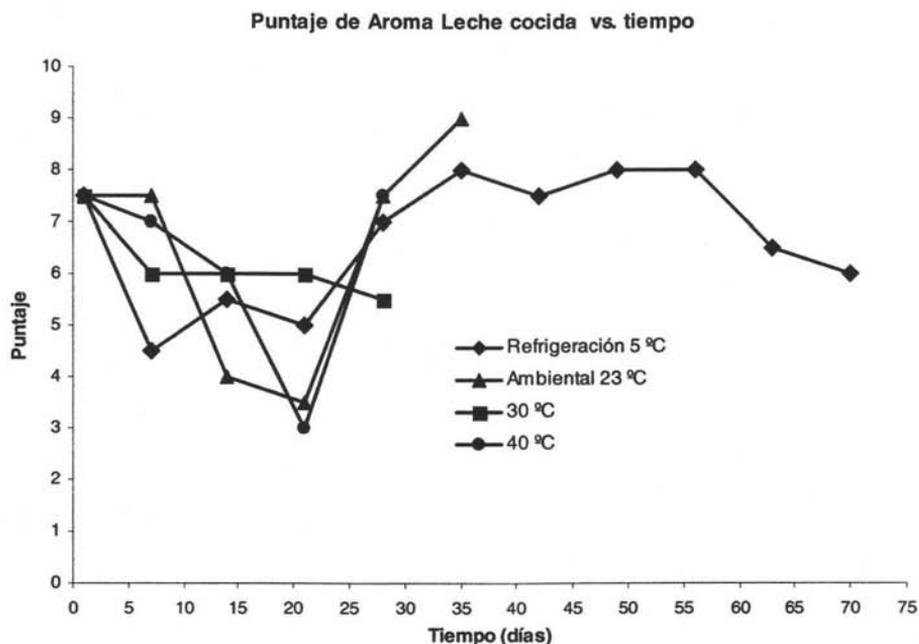


Tabla 20. Parámetros cinéticos de la gráfica 4

	m	b	R ²	r
Refrigeración 5 °C	0,0192	6,007	0,1219	0,3491
Ambiental 23 °C	0,031	5,9528	0,0322	0,1794
30 °C	-0,0577	7,0192	0,6697	0,8184
40 °C	-0,0577	7,0192	0,1077	0,3282

Donde la ecuación de la línea de la regresión es $Puntaje\ Aroma\ Leche = \pm m * (tiempo) + b$. Con la evaluación sensorial se determinó que cuando el producto alcanza puntaje de cuatro el producto ya no se encuentra en condiciones de consumo, punto crítico. Tomando en cuenta lo anterior se puede decir que el tiempo de vida de anaquel en refrigeración (5°C) sería de 105 días si se hubiera continuado el ensayo, para temperatura ambiental (23°C) si no se hubiera tenido crecimiento de hongos sería de 63 días, para 30 °C sería de 52 días y para 40 °C sería de 52 días si se hubiera continuado el ensayo.

Tabla 21. Registro de puntaje del atributo Textura Dureza.

Textura Dureza											
Condición / día	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Refrigeración 5 °C	0,1	0	2,5	0,25	0	0,5	0	1	0,5	1	1,25
Ambiental 23 °C	0,1	0,5	1	1	0,75	0,25	Muestras descartadas por contaminación con hongos				
30 °C	0,1	1,5	2	4,5	6,75	Muestras descartadas por una dureza extrema					
40 °C	0,1	2	5	7	7,5	Muestras descartadas por una dureza extrema					

Gráfica 5. Puntaje de Textura Dureza respecto al tiempo.

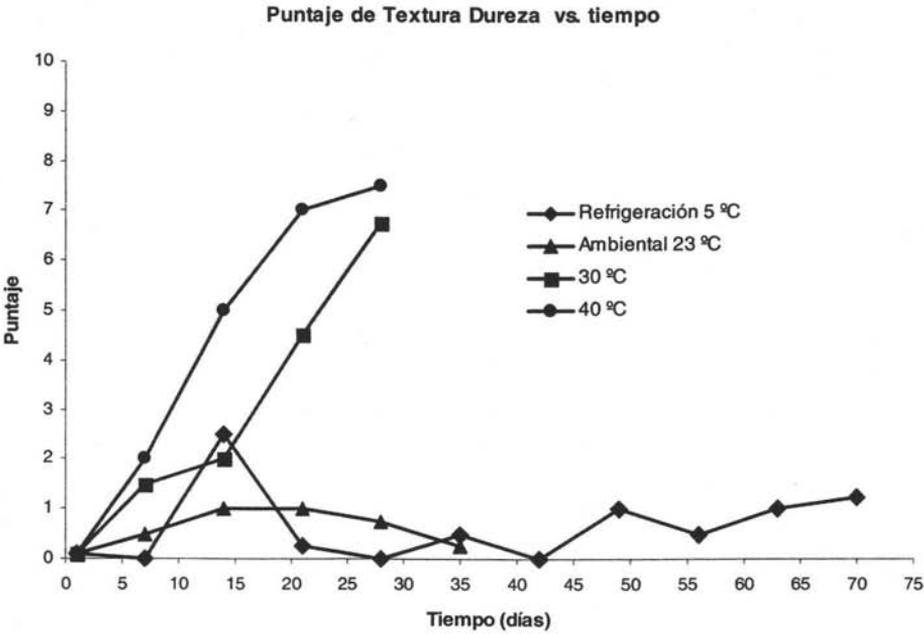


Tabla 22. Parámetros cinéticos de la gráfica 5

	m	b	R ²	r
Refrigeración 5 °C	0,0068	0,4067	0,0425	0,2062
Ambiental 23 °C	0,0058	0,4981	0,0378	0,1944
30 °C	0,2403	-0,4428	0,9558	0,9777
40 °C	0,2904	0,1968	0,9529	0,9762

Donde la ecuación de la línea de la regresión es $Puntaje\ Textura\ Dureza = m * (tiempo) \pm b$.

Con la evaluación sensorial se determino que cuando el producto alcanza puntaje de tres el producto ya no se encuentra en condiciones de consumo, punto crítico. Tomando en cuenta lo anterior se puede decir que el tiempo de vida de anaquel en refrigeración (5°C) seria de 381 días si se hubiera continuado el ensayo, para temperatura ambiental (23°C) si no se hubiera tenido crecimiento de hongos seria de 431 días, para 30 °C fue de 14 días y para 40 °C fue de 10 días.

Tabla 23. Registro de puntaje del atributo Textura Formación cristales.

Textura Formación cristales												
Condición / día	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	
Refrigeración 5 °C	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,75	1	0,85	2,25	
Ambiental 23 °C	0	0	0	0,25	0,75	0,4	Muestras descartadas por contaminación con hongos					
30 °C	0	0	0,5	3,5	4	Muestras descartadas por una dureza extrema						
40 °C	0	0	1,5	7	6	Muestras descartadas por una dureza extrema						

Gráfica 6. Puntaje de Textura Formación cristales respecto al tiempo.

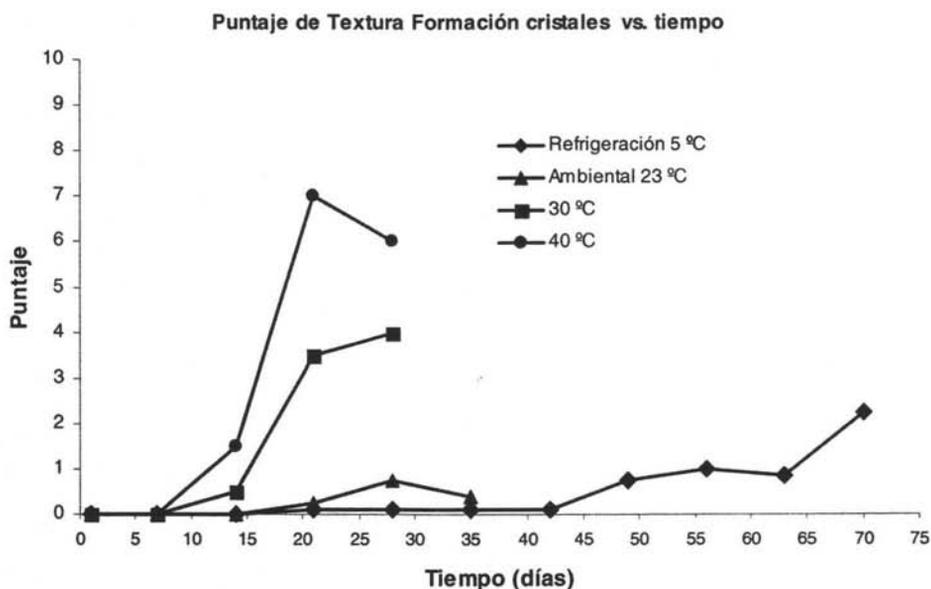


Tabla 24. Parámetros cinéticos de la gráfica 6

	m	b	R ²	r
Refrigeración 5 °C	0,0248	-0,39944	0,6725	0,8201
Ambiental 23 °C	0,0188	-0,0996	0,638	0,7987
30 °C	0,1705	-0,8209	0,8568	0,9256
40 °C	0,2811	-1,0918	0,8091	0,8995

Donde la ecuación de la línea de la regresión es $Puntaje\ Textura\ Cristales = m * (tiempo) - b$. Con la evaluación sensorial se determino que cuando el producto alcanza puntaje de tres el producto ya no se encuentra en condiciones de consumo, punto crítico. Tomando en cuenta

lo anterior se puede decir que el tiempo de vida de anaquel en refrigeración (5°C) sería de 137 días si se hubiera continuado el ensayo, para temperatura ambiental (23°C) si no se hubiera tenido crecimiento de hongos sería de 165 días, para 30 °C fue de 22 días y para 40 °C fue de 15 días.

Tabla 25. Registro de puntaje del atributo Color Intensidad.

Color Intensidad											
Condición / día	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
Refrigeración 5 °C	6	5,5	5	4,75	4,5	3,5	4	4,5	4	3	2
Ambiental 23 °C	6	5,5	4,5	4	3,75	2,5	Muestras descartadas por contaminación con hongos				
30 °C	6	4,5	4	3,25	1,5	Muestras descartadas por una dureza extrema					
40 °C	6	3,5	3	1,75	0,75	Muestras descartadas por una dureza extrema					

Gráfica 7. Puntaje de Color Intensidad respecto al tiempo.

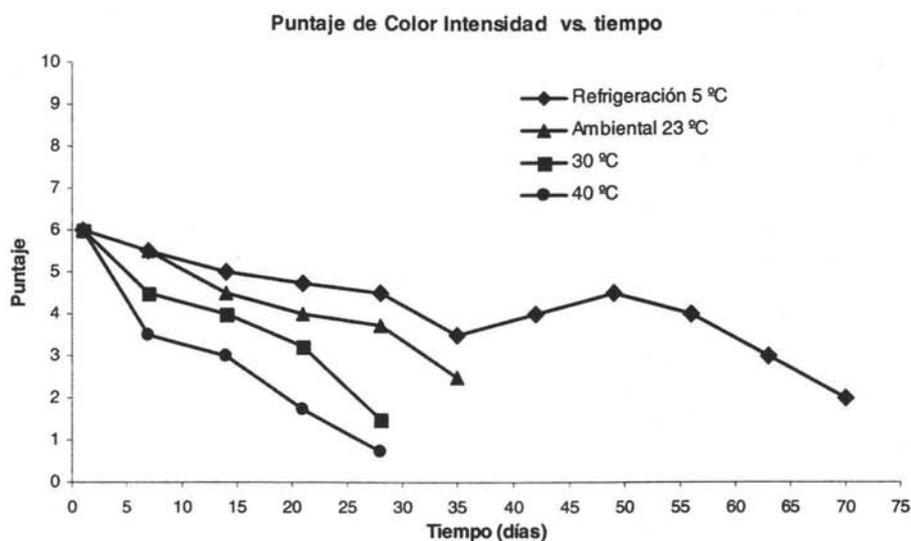


Tabla 26. Parámetros cinéticos de la gráfica 7

	m	b	R ²	r
Refrigeración 5 °C	-0,0444	5,808	0,8147	0,9026
Ambiental 23 °C	-0,0969	6,0862	0,9694	0,9846
30 °C	-0,1504	5,9855	0,9559	0,9777
40 °C	-0,1788	5,539	0,932	0,9654

Donde la ecuación de la línea de la regresión es $Puntaje\ Color\ Intensidad = -m*(tiempo)+b$.

Con la evaluación sensorial se determino que cuando el producto alcanza puntaje de tres el producto ya no se encuentra en condiciones de consumo, punto crítico. Tomando en cuenta lo anterior se puede decir que el tiempo de vida de anaquel en refrigeración (5°C) fue de 63 días, para temperatura ambiental (23°C) fue de 32 días, para 30 °C fue de 20 días y para 40 °C fue de 14 días.

▪ Análisis microbiológico:

Tabla 27. Resultados del análisis microbiológico realizado a los diferentes lotes.

Análisis microbiológico												
Condición / día	1	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	
Refrigeración 5 °C	Negativo	No toca	Negativo	No toca	Negativo	No toca	Negativo	No toca	Negativo	No toca	Negativo	
Ambiental 23 °C	Negativo		Negativo		Negativo		Positivo	Muestras descartadas por contaminación con hongos.				
30 °C	Negativo		Negativo		Negativo	Muestras descartadas por una dureza extrema						
40 °C	Negativo		Negativo		Negativo	Muestras descartadas por una dureza extrema						

Como se puede ver en la tabla 27 sólo en las muestras almacenadas bajo las temperaturas de refrigeración 5 °C, 30 °C y 40 °C no hubo crecimiento microbiano durante el ensayo, mientras la condición de temperatura ambiental 23 °C presento crecimiento microbiano por lo que se paró esa parte del ensayo, esto se debió a que el producto no cuenta con ningún tipo de conservador que reduzca el crecimiento de hongos y levaduras puesto que el producto es de una humedad intermedia, pudiéndose deber también a que el sellado del empaque no fue el correcto por haber sido un proceso manual.

5.6 Costos

Para completar el proyecto se realizó un estudio de costos del producto final para la obtención de un tentativo precio de venta y poder realizar una comparación con el producto comercial de dulces tipo Gloria de marca "Las Sevillanas" el cual tiene un costo de \$37,90 pesos en su presentación de bolsa de celofán con 300g (10 piezas de 30g), por la que se considero la misma presentación de una bolsa de celofán con 300g (15 piezas de 20g).

Tabla 28. Costo de unidad de 300g (15 piezas de 20g)

Materias Primas		Precio \$ *	Cantidad por 900g	Costo de 900g	Costo de unidad 300g	Costo de unidad 20g
Leche bronca	1 L	5,00	1 L	5,00	1,67	0,11
Azúcar	2 kg	16,80	450 g	3,78	1,26	0,08
Nuez	1 kg	102,00	100 g	10,20	3,40	0,23
Amaranto	1 kg	40,00	60 g	2,40	0,80	0,05
Esencia de Vainilla	1 L	20,00	45 mL	0,90	0,30	0,02
Miel da Maíz	510 mL	14,10	45 mL	1,24	0,41	0,03
Bicarbonato de sodio	200 g	7,95	8 g	0,32	0,11	0,01
Envase primario €	kg	85,50	45pzas. de 0.27g	1,04	0,35	0,02
Envase secundario €	kg	99,5	3 pzas. de 3g	0,90	0,30	----
Costo total				25,78	8,59	0,55

* Los precios de los productos son precios al consumidor € Ya se esta considerando la impresión

En la tabla 29 se presenta el costo del equipo de la línea de producción, la cual es de tipo artesanal.

Tabla 29. Costo de la línea de producción

Equipo	Precio \$
Equipo de lavado a presión Kärcher	5000
2 Tambos para leche	1000
2 Cazos c/conexión de vapor	100000
2 Palas de madera	200
2 Juegos de Guantes para horno	1000
2 mandiles térmicos	400
Estufa industrial	30000
Selladora termica	1500
Etiquetadora manual	2500
Anaqueles de almacén	5000
2 Diablitos (transporte interno)	400
Báscula de pesado electrónico	10000
2 Mesas de trabajo	15000
Costo total de la línea	172000

En la tabla 30 se presentan los costos fijos y variables que intervienen para la determinación del precio de venta del producto.

Tabla 30. Costos fijos y variables

Costos Fijos	Costo \$
Renta	9000/mes
Salarios	46/hora hombre
Línea de producción	172000

Costos Variable	Costo \$
Materia prima	8,59
Electricidad	1,4 Kw/h
Gas	4,30/kg

Para determinar el costo estimado del producto se considero una producción de 1000 unidades al día, tomando en cuenta que cada día tiene dos jornadas de ocho horas, con ocho personas con jornadas de ocho horas, 16 horas de electricidad, 100 kg de gas por día y el 1% del costo de la línea de producción.

Tabla 31. Costo estimado por unidad de 300g

	Costo \$	unidades	% Costo	Costo unitario
Materia prima	5154	1000	29,6	5,15
Electricidad €	22,4	1000	0,1	0,02
Gas €	430	1000	2,5	0,43
Salarios *	2944	1000	16,9	2,94
Renta &	300	1000	1,7	0,30
Línea de producción	1720	1000	9,9	1,72
Total	10570,4	1000	100	10,57

€ 2 jornadas de 8 horas * Salario de 8 personas con jornada de 8 horas & Renta de 1 día

Por ultimo al costo estimado se le incremento un 200% de utilidad ya que hay costos que no se consideraron como el de mercadotecnia, venta, comercialización, publicidad, patentes, derecho de propiedad industrial, etc.

Tabla 32. Precio de venta

Costo estimado (\$)	10,57
200% utilidad	21,14
Precio de venta (\$)	31,71

Como se puede observar en la tabla 32 el precio de venta tentativo es de \$31,71 pesos el cual es menor al del producto comercial marca "Las Sevillanas", más se debe considerar que los costos de materia prima se encuentran elevados ya que los precios de materias primas son precio al consumidor y sí se realizará en un proceso industrial se podría disminuir aun más este precio.

6. Conclusiones

Se desarrolló un dulce de leche de vaca con nuez y amaranto (tipo Gloria), con lo que se amplía la gama de productos existentes que contienen amaranto en la industria confitera. El dulce goza de características propias, tanto sensoriales como nutrimentales. A lo largo del proyecto se adecuó el método de preparación, teniendo como resultado un proceso factible, que puede ser tomado como base para una producción industrial.

Es factible la sustitución de leche de cabra por leche de vaca en la elaboración de dulces tipo Gloria, dado que el producto tiene una textura y sabor, si bien diferentes a los dulces típicos Glorias, suficientemente homogéneo.

De acuerdo con la tabla comparativa presentada en la sección de resultados (Tabla 11), se comprueba que el amaranto brinda un aporte nutrimental sensible, tanto en cantidad de proteína, como en fibra dietética y minerales, comparado contra los dulces típicos denominados Glorias (marca "Las Sevillanas") y contra el dulce elaborado bajo las mismas condiciones pero sin la incorporación de amaranto.

Respecto al empaque se selecciono una película BOPP (Biaxially Oriented Polypropylene) 15/15 metalizada, la cual presenta las características de ser buena barrera a la humedad, a la luz UV, a otros compuestos como aceites además de tener la propiedad de ser termosellable dando las características buscadas.

En general y retomando todos los resultados obtenidos se puede decir que el tiempo de vida de anaquel en refrigeración (5°C) fue de 63 días, para temperatura ambiental (23°C) fue de 29 días, para 30 °C fue de 14 días y para 40 °C fue de 10 días.

El precio propuesto del producto se aprecia menor que el de la marca comercial actualmente en el mercado lo que hace que este proyecto se considere viable y se encuentre en condiciones de entrar en el mercado.

7. Recomendaciones

- * Utilización de un conservador para prolongar la vida de anaquel del producto final.

- * Utilizar un sellado térmico del empaque.

- * Repetir el ensayo de vida de anaquel utilizando una metodología de vida de anaquel acelerado usando 3 temperaturas como mínimo (30 °C, 40 °C y 50 °C por ejemplo).

- * Realizar un análisis de mercado y económico para determinar realmente la factibilidad del proyecto.

8. Bibliografía

1. Centro de Desarrollo Comunitario Centéotl A. C., *El Amaranto: Alimento de dioses para hombres y mujeres de hoy* [en línea, disponible en <http://www.prodigyweb.net.mx /centeotlac/pages/valor.htm>; internet; accesado el 17 de febrero de 2004]
2. Antonio Trinidad Santos; Federico Gómez Lorence; Guadalupe Suárez Ramos y otros. *El amaranto: Amaranthus spp: Su cultivo y aprovechamiento*. (México, D. F.: Universidad Autónoma de Chapingo, Colegio de postgraduados, 1990), 75-80, 107-113.
3. Anónimo, *Amaranto: Nuestro Alimento del Futuro* [en línea, disponible en <http://www.natura.com.mx /articulos/ranto.html>; internet; accesado el 10 de febrero de 2004]
4. Gabriel Alejandro Iturbide y Federico Gómez Lorente, *Cultivo del Amaranto en México*. (México, D. F.: Universidad Autónoma de Chapingo, 1986), 13-25, 32-51, 161-167.
5. Consejo de Semilleros Mexicanos, S. A. de C. V., *Amaranto* [en línea, disponible en <http://www.cosemex.com/Amaranto.htm>; internet; accesado el 10 de febrero de 2004]
6. Rosalía Becerra, *El Amaranto: Nuevas tecnologías para un antiguo cultivo* [en línea, disponible en http://www.conabio.gob.mx/institucion/conabio_espanol/doctos/amaranto.html; internet; accesado el 10 de febrero de 2004]
7. Alicia Acely Garza García, "Aislamiento y caracterización de una proteína rica en lisina de la semilla de amaranto" (Tesis de licenciatura; Facultad de Química, UNAM; 1999), 20-26.
8. C. Barros y M. Buenrostro. *Amaranto, fuente maravillosa de sabor y salud*. (México, D. F.: Editorial Grijalbo, 1997), 33-57.
9. Edgar Spreer, *Lactología industrial: Leche, preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos, productos lácteos* (Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1991), 12-54, 66-98.
10. Anónimo, *La Leche: Desde sus comienzos*, [en línea, disponible en <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/laleche-comienzos.htm>; internet; accesado el 22 de mayo del 2004]
11. Jean Amiot, *Ciencia y tecnología de la leche. Principios y aplicaciones*, (Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1991), 1-53, 67.
12. Ana María Roca Ruiz, La composición de la leche: mucho más que calcio [en línea, disponible en <http://www.pulevasalud.com/subcategoria.jhtml>; internet; accesado el 22 de mayo del 2004]

13. Anónimo, Leche entera de vaca [en línea, disponible en http://www.geocities.com/jorge_a6/lvaca.html; internet; accesado el 22 de mayo del 2004]
14. Anónimo, *El azúcar, una gran fuente de energía con 5.000 años de antigüedad* [en línea, disponible en <http://www.mundorecetas.com/eltema/19.htm>; internet; accesado el 29 de mayo del 2004]
15. Anónimo, *Historia del azúcar* [en línea, disponible en <http://www.spbo.unibo.it/pais/bonaldi/cuba/historiadeazucar3.htm>; internet; accesado el 29 de mayo del 2004]
16. *Diccionario de los alimentos*, (Barcelona, España: Editorial CEDEL, 1984), 95-96.
17. Anónimo, *El azúcar blanco* [en línea, disponible en http://www.consumer.es/web/es/nutricion/aprender_a_comer_bien/guia_alimentos/miscelanea/2001/02/20/34877.php; internet; accesado el 29 de mayo del 2004]
18. Anónimo, *Azúcar* [en línea, disponible en <http://www.alimentacion-sana.com.ar/informaciones/novedades/morena.htm>; internet; accesado el 29 de mayo del 2004]
19. Pieter Honig, *Principios de tecnología azucarera*, (México, D.F.: Compendio editorial Continental, Tomo3, 1969), 106, 135, 197-198, 202, 213, 293, 377, 388, 398, 434, 498-500.
20. Anónimo, *El azúcar: verdades y mentiras* [en línea, disponible en http://www.mundogar.com/ideas/reportaje.asp?ID=11474&MEN_ID=39; internet; accesado el 29 de mayo del 2004]
21. E. Hugot, *Handbook of cane sugar engineering*, (Netherlands: Elsevier Publishing Company, 1960), 265, 266, 282, 283, 348, 355, 529, 547, 548.
22. Chen C. P. James, *Manual de Caña*, (España: Limusa, 1991), 10-28, 59-89, 189.
23. Anónimo, *La nuez* [en línea, disponible en http://www.consumer.es/web/es/nutricion/aprender_a_comer_bien/guia_alimentos/alimentos_grasos/2001/04/10/35022.php; internet; accesado el 29 de mayo del 2004]
24. James N. Moore y Jules Janick, *Avances en la Genotecnia de frutales*, (México, D.F.: Editorial AGT editor, 1993), 557-560.
25. James A. Duke, *Handbook of nut, Herbal Reference Library*, (Florida, USA: CRC Press, 2001), 194-197.
26. Ana Haro García, *Las nueces* [en línea, disponible en http://www.pulevasalud.com/subcategoria.jhtml?ID_CATEGORIA; internet; accesado el 29 de mayo del 2004]

27. Pilar Berenjena, *La nuez es el alimento común con más cantidad de antioxidantes* [en línea, disponible en <http://www.diariomedico.com/edicion/noticia/0,2458,205672,00.html>; internet; accesado el 29 de mayo del 2004]
28. Claudia Lucía Mancilla Ascencio, *"La Vainilla un recurso mexicano: Potenciales de explotación y estrategias de aprovechamiento"* (Tesis de licenciatura; Facultad de Química, UNAM; 1997), 15-17, 19, 27, 32, 48, 49, 56, 60, 61, 64-66.
29. Emilio Santillán Rodríguez, *"Anteproyecto de una planta de obtención de esencia natural de Vainilla"* (Tesis de licenciatura; Facultad de Química, UNAM; 1974), 2, 3, 5, 9, 17-23.
30. Alexis V. Mora García, *"Análisis de oportunidades de ahorro de energía térmica en una refinería de jarabes de maíz"* (Tesis de licenciatura; Facultad de Química, UNAM; 2001), 85-94.
31. Owen R. Fenneman, *Química de los alimentos*, (Zaragoza, España: ACRIBIA, S. A., 1993), 110-123, 135-137, 917, 1025-1047.
32. R. Carl Hosenev, *Principios de ciencia y tecnología de los cereales*, (Zaragoza, España: ACRIBIA, S. A., 1991), 16-19, 55-63, 151-154.
33. An Ullmann's Encyclopedia, *Industrial inorganic chemicals and products*, vol. 5 (USA: Wiley-VCH, 1999), 4389-4417.
34. Christopher Hughes, *Guía de aditivos*, (Zaragoza, España: ACRIBIA, 1994), 152.
35. A. Madrid, *Los aditivos en los alimentos*, (Madrid, España: AMV Ediciones, 1992), 33.
36. Franck Paine y Heather Paine, *Manual de envasado de alimentos*, (Madrid, España: A. Madrid Vicente Ediciones, 1994), 13-44, 179-181, 199-216.
37. José Antonio Rodríguez Tarango, *Manual de Ingeniería y Diseño de Envases y Embalajes. Para la industria de los alimentos, químicos, farmacéutica y cosméticos*. (México: Instituto Mexicano de Profesionales en Envase y Embalaje, S. C., 2003), 1:1-1:7, 15:1-15:5.
38. Ignacio Burón Arias y Rosario García Teresa, *Nuevos Productos Alimentarios (Diseño, desarrollo, lanzamiento y mantenimiento en el mercado)*, (Madrid, España: A. Madrid Vicente Ediciones), 299-331.
39. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, *Norma Oficial Mexicana NOM-051-Scfi-1994 "Especificaciones Generales de Etiquetado para Alimentos y Bebidas No Alcohólicas Preenvasados"*
40. Theodore P. Labuza, *Application of Chemical Kinetics to Deterioration of Foods*, Journal of Chemical Education Volume 61 Number 4 (April 1984), 348-357.

41. Theodore P. Labuza and Mary K. Schmidl, *Accelerated Shel-Life Testing of Foods*, Food Technology (September, 1985), 57-64.
42. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, *Norma Mexicana NMX-F-084-1991 "Industria Azucarera - Azúcar estandar - Especificaciones"*
43. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, *Norma Mexicana NMX-FF-093-1996 "Productos alimenticios no industrializados para consumo humano - Fruto fresco - Nuez descascarada (Carya illinoensis, (Wang) K. Koch) Especificaciones"*
44. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial, *Norma Mexicana NMX-F-168-1981 "Alimentos para humanos - Miel de Maíz"*
45. Anónimo, *Los Dulces mexicanos, Recetas de El Fogón de los García* [en línea, disponible en <http://fogonrecetas.iespana.es/fogonrecetas/Dulces/glorias.html>; internet; accesado el 10 de febrero de 2004]
46. Patricia Conniff. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, (16 edición, 1995), Vol. I Cap. 4 p. 18 y Vol. II Cap. 31 p. 1-2, Cap. 32 p. 5, Cap. 33 p 10 y Cap. 44 p. 2
47. Anónimo, *Introducción al control de calidad de la leche cruda* [en línea, disponible en <http://members.tripod.com.ve/tecnologia/Introduccion.htm>; internet; accesado el 5 de junio de 2004]

9. Anexos

9.1 Análisis proximal

Humedad **Método por secado** ⁴⁶

Pesar de 2 a 3 gramos de muestra, homogeneizada, en un pesafiltro, que ha sido previamente pesado después de ponerlo a peso constante 2 hrs. aprox. a 130 °C en la estufa. Secar la muestra de 2 a 3 hrs. aprox. en la estufa a 100 – 110 °C. Retirar de la estufa, dejar enfriar en desecador y pesar tan pronto se equilibre con la temperatura ambiente. Repetir la operación de secado hasta lograr peso constante. Calcular el porcentaje de humedad, reportándola como pérdida por secado a 100 – 110 °C.

$$\%H = \frac{\text{muestra húmeda} - \text{muestra seca}}{\text{g muestra}} * 100$$

Cenizas totales **Método de cenizas totales** ⁴⁶

Pesar de 3 a 5 gramos de muestra, homogeneizada, en un crisol de porcelana (la muestra no debe sobrepasar la mitad del crisol) previamente pesado, después de ponerlo a peso constante 2 hrs. aprox. en la mufla a 600 °C. Calcinar la muestra, previamente con un mechero en la campana hasta que no se desprendan humos y posteriormente meter a la mufla por 2 hrs. aprox. cuidando que la temperatura no pase de 550 °C. Repetir la operación anterior si es necesario, hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises, homogéneas. Enfriar en desecador y pesar tan pronto se equilibre con la temperatura ambiente. Calcular el porcentaje de cenizas.

$$\%Cenizas = 100 - \left\{ \frac{[(Crisol + muestra) - (Crisol + Cenizas)]}{g muestra} * 100 \right\}$$

Proteína cruda **Método de Kjeldahl** ⁴⁶

Pesar de 0.1 a 0.2 gramos de muestra, homogeneizada, y se introduce en un tubo de Kjeldahl, se agregan 0.15 gramos de sulfato de cobre pentahidratado, 2.5 gramos de sulfato de potasio o sulfato de sodio y 10 mL de ácido sulfúrico concentrado. Encender el aparato y precalentar a la temperatura de 360 °C. Colocar los tubos en el portatubos del equipo Kjeldahl y colocarlo en el bloque de calentamiento. Poner la unidad de evacuación de gases con las juntas

colocadas sobre los tubos de digestión. Accionar la trampa de succión de gases antes de que se produzcan estos. Calentar hasta total destrucción de la materia orgánica, es decir hasta que el líquido quede transparente, con una coloración azul verdosa. Una vez finalizada la digestión, sin retirar la unidad de evacuación de gases, colgar el portatubos para enfriar. (Tener la precaución de colocarlo adecuadamente, de lo contrario se podría caer).

Después de realizado el enfriamiento, terminar la digestión con la tecla "stop" y desconectar la trampa. En un matraz Erlenmeyer de 250 mL adicionar 50 mL de ácido bórico 4% con indicadores (fenolftaleína, rojo de metilo, verde de bromocresol). Conectar el aparato de destilación y esperar unos instantes para que se genere vapor. Colocar el tubo de digestión con la muestra diluida y las sales disueltas en un volumen no mayor de 10 mL de agua destilada, en el aparato de destilación cuidando de introducir la alargadera hasta el fondo de la solución. Presionar el botón blanco para adicionar sosa al 36% (hasta 40 mL aproximadamente). Colocar la palanca de vapor en posición "ON" hasta alcanzar un volumen de destilado en el matraz Erlenmeyer de 150mL, lavar la alargadera con agua destilada, recoger el agua de lavado sobre el destilado. Una vez finalizada la destilación, regresar la palanca de vapor a la posición original. Titular el exceso de NH_3BO_2 , con una solución de HCl 0.1N. Calcular el porcentaje de proteína considerando las reacciones que se llevan a cabo.

$$\%N = \frac{(L_{\text{HCl}} \text{ muestra} - L_{\text{HCl}} \text{ blanco}) * (N_{\text{HCl}}) * (PM_N)}{g \text{ muestra}} * 100 \qquad \%P = \%N * F$$

Grasa **Método por hidrólisis ácida (Proceso de Werner- Schmid) ⁴⁶**

Pesar de 2 a 3 gramos de muestra (congelada y molida), en un vaso de precipitados y homogeneizar con 10 mL de agua y 10 mL de ácido clorhídrico (grado reactivo), calentar a 40 – 50 °C hasta obtener una solución transparente sin sólidos, enfriar y agregar 10 mL de alcohol etílico (grado reactivo). Colocar la mezcla en embudo de separación y agregar 40 mL de una mezcla de éter etílico / éter de petróleo y realizar la extracción, la fase etérea se coloca en un vaso de precipitados que previamente fue pesado, después de ponerlo a peso constante 2 hrs. aprox. en la estufa a 130 °C y a la fase acuosa se le repite el proceso de extracción 2 ó 3 veces más. Todas las fases etéreas se colocan en el mismo vaso que posteriormente se pondrá en baño maría para realizar la evaporación de los disolventes y obtener solamente la grasa. La grasa obtenida se colocara en la estufa a 100 °C hasta obtener peso constante,

enfriar en desecador y pesar tan pronto se equilibre con la temperatura ambiente. Calcular el porcentaje de grasa.

$$\%Grasa = \frac{[(Vaso + Grasa) - (Vaso)]}{g \text{ muestra}} * 100$$

Fibra cruda **Método de Weende** ⁴⁶

Pesar de 2 a 3 gramos de muestra (homogeneizada, seca y desengrasada), en un vaso de *Berzelíus* y hervir por 30 minutos con 200 mL de ácido sulfúrico al 1.25%, lavar en un embudo *California* usando vacío, con 1500 mL aprox. de agua recién hervida hasta un pH neutro del agua de lavado posteriormente se pasa al vaso de *Berzelíus* la materia lavada y se hierve de nuevo por 30 minutos pero con 200 mL de NaOH al 1.25% después se repite el proceso de lavado. La materia lavada se coloca en un crisol de porcelana previamente pesado, después de ponerlo a peso constante 2 hrs. aprox. en la estufa a 130 °C. Secar la muestra de 2 a 3 hrs. aprox. en la estufa a 100 – 110 °C. Retirar de la estufa, dejar enfriar en desecador y pesar tan pronto se equilibre con la temperatura ambiente. Repetir la operación de secado hasta lograr peso constante (Peso de estufa). Posteriormente calcinar la muestra con un mechero en la campana hasta que no se desprendan humos y posteriormente meter a la mufla por 2 hrs. aprox. hasta conseguir unas cenizas blancas o ligeramente grises, cuidando que la temperatura no pase de 550 °C. Enfriar en desecador y pesar (Peso de mufla) tan pronto se equilibre con la temperatura ambiente. Calcular el porcentaje de fibra cruda.

$$\%FC = \frac{Peso \text{ de estufa} - Peso \text{ de mufla}}{g \text{ muestra}} * 100$$

Hidratos de carbono **Método de diferencia**

Debido a que no se está determinando el contenido de hidratos de carbono totales y éste se obtiene de la diferencia 100 - Total de las otras determinaciones (humedad, cenizas, proteína, grasa, fibra). Calcular el porcentaje de hidratos de carbono.

$$\%CHO's = 100 - (Humedad + Grasa + Cenizas + Pr oteínas \text{ cruda} + Fibra \text{ cruda})$$

9.2 Vida de anaquel (Análisis sensorial)

Formato para evaluación sensorial de vida de anaquel del producto.

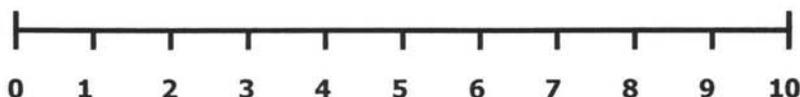
Muestra: _____

Nombre: _____

Fecha: _____

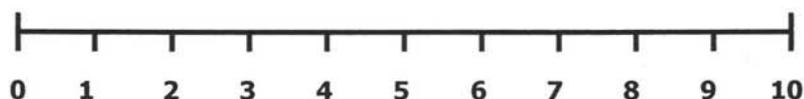
Indique con una cruz el punto que mejor describa el atributo de la muestra, sobre la línea horizontal.

Sabor Total



AROMA

Nuez

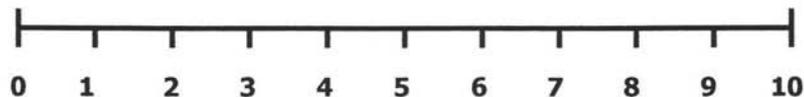


Leche cocida

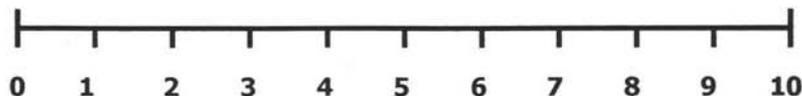


TEXTURA

Dureza



Formación de cristales



COLOR

Intensidad

