



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

DESARROLLO DE UNA BEBIDA A BASE DE NOPAL CON FRUTAS Y VERDURAS

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A :
CLAUDIA PATRICIA ZAMORA GRANADOS



MÉXICO, D. F.

2007



Universidad Nacional
Autónoma de México



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. Lucia Gabriela Bascuñan Termini
Secretario	Prof. Daniel Luis Pedrero Fuehrer
1er. Suplente	Prof. Patricia Severiano Pérez
2º. Suplente	Prof. José Mendoza Balanzario

Sitio donde se desarrolló el tema:

Laboratorio 4/A, Edificio A. Departamento de Alimentos
Facultad de Química
Universidad Nacional Autónoma de México

A todas aquellas personas que creen en mi y que me dieron su apoyo para lograr concluir esta etapa tan importante en mi vida, en especial, a mis padres Rogelio y Margarita por su apoyo incondicional y confianza, a mi hermana Alejandra por su ejemplo y compañía, te quiero mucho, a mi hermano Rogelio que tanto quiero y a mis amigos que compartieron conmigo momentos felices y difíciles en este tiempo. Gracias.

INDICE

Página

I.	INTODUCCIÓN.....	1
II.	JUSTIFICACIÓN.....	3
III.	OBJETIVOS.....	4
IV.	ANTECEDENTES.....	5
1.	Nopal.....	5
1.1	Propiedades Nutrimentales.....	5
1.2	Composición Química.....	8
1.3	Taxonomía y Morfología.....	9
1.4	Producción.....	10
1.5	Comercialización.....	13
2.	Apio.....	14
2.1	Propiedades Nutrimentales.....	14
2.2	Composición Química.....	15
2.3	Taxonomía y Morfología.....	16
2.4	Producción y Comercialización.....	16
3.	Espinaca.....	17
3.1	Propiedades Nutrimentales.....	17
3.2	Composición Química.....	18
3.3	Taxonomía y Morfología.....	19
3.4	Producción y Comercialización.....	19
4.	Perejil.....	20
4.1	Propiedades Nutrimentales.....	20
4.2	Composición Química.....	21
4.3	Taxonomía y Morfología.....	22
5.	Piña.....	22
5.1	Propiedades Nutrimentales.....	22
5.2	Composición Química.....	25
5.3	Taxonomía y Morfología.....	26
5.4	Producción y Comercialización.....	26
6.	Toronja.....	27
6.1	Propiedades Nutrimentales.....	27
6.2	Composición Química.....	30
6.3	Taxonomía y Morfología.....	30
6.4	Producción y Comercialización.....	31
7.	Limón.....	32
7.1	Propiedades Nutrimentales.....	32
7.2	Composición Química.....	35
7.3	Taxonomía y Morfología.....	36
7.4	Producción y Comercialización.....	36

V.	METODOLOGÍA.....	39
	1. Selección de Materia Prima.....	40
	2. Análisis Químico de Materia Prima.....	40
	3. Proceso.....	43
	4. Desarrollo de Fórmula.....	45
	5. Producto Terminado.....	48
	5.1 Análisis Sensorial.....	48
	5.2 Análisis Químico.....	50
	5.3 Análisis Microbiológico.....	50
	5.4 Vida de Anaquel.....	50
	5.5 Costo.....	51
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
VII.	CONCLUSIONES.....	69
VIII.	RECOMENDACIONES.....	70
IX.	BIBLIOGRAFÍA.....	71

I INTRODUCCIÓN

México cuenta con una amplia diversidad y calidad de frutas y hortalizas, lo que lo sitúa entre los primeros lugares como exportador a nivel mundial, sin embargo, existen pérdidas poscosecha de estos productos que van del 25 al 80%, disminuyendo la capacidad de intercambio comercial y repercutiendo negativamente en la situación económica y social del país (2). El sector hortofrutícola es el más sobresaliente de la agricultura mexicana, ya que representa el 20% de la producción agrícola nacional, siendo una importante fuente de trabajo para nuestros agricultores.

Por lo que el desarrollo tecnológico de la industria alimenticia, tanto a nivel nacional como internacional, innova técnicas y procesos con el objetivo de conservar estas materias primas para la elaboración de productos alternativos con la finalidad de reducir este desperdicio, aumentar su producción, generar mayor variedad de alimentos, y además, aprovechar los beneficios nutrimentales que estos nos brindan.

El aprovechamiento de las propiedades benéficas de las plantas para la salud, es una práctica que nunca ha dejado de existir. Recientemente ha sido muy popular el consumo de nopal en licuados con alguna fruta como medida para bajar de peso o para personas que padecen de ciertas enfermedades. Se ha demostrado en varios estudios, realizados principalmente en México (5), las propiedades terapéuticas que tiene el nopal, se les llama así, ya que ayudan a controlar o prevenir ciertas enfermedades (como son: Obesidad, Diabetes, Colesterol, Cáncer y Desórdenes gastrointestinales) con mayor facilidad, lo cual no significa que se esté hablando de una total curación.

El nopal es una planta silvestre que sobrevive en regiones desérticas y frías. No requiere de mucha agua para su cultivo, por lo que es una buena fuente de ingresos para muchos agricultores que no cuentan con los recursos necesarios y que viven en zonas áridas y semiáridas. En México la ingesta anual percapita de nopal es de 6.4 Kilogramos (1).

En el caso de algunas frutas como la piña, toronja y limón, que se encuentran de manera abundante en gran parte del país, contienen nutrimentos que son indispensables en la dieta del ser humano, entre estos encontramos principalmente a los carbohidratos (fructosa, celulosa), vitaminas (vitamina C) y minerales (calcio, potasio, fósforo...), que junto con otros vegetales como el apio (hortaliza que popularmente se le conoce por su propiedad de aumentar la diuresis, secreción de orina), perejil y espinaca forman una importante fuente de estos y otras sustancias (antioxidantes), que son indispensables para el buen funcionamiento del organismo, favoreciendo a personas que padecen enfermedades crónico degenerativas, por lo que son alimentos que constituyen una buena alternativa para cubrir las necesidades nutrimentales en el organismo de manera natural.

Los jugos de frutas y verduras sirven como vehículo de nutrimentos y otras sustancias que han demostrado tener algún efecto benéfico sobre el organismo, sí son consumidos en las cantidades requeridas. De manera que este trabajo se centra en la elaboración de una bebida que contenga: nopal, espinaca, apio, perejil, piña, toronja y limón, que son alimentos de amplia diversidad y calidad nutrimental en México, desarrollando un proceso que asegure la inocuidad del producto y permita conservar la mayor parte de sus propiedades sensoriales y nutrimentales, durante y después de la elaboración, para la obtención de una bebida saludable, agradable y económica para el consumidor.

II JUSTIFICACIÓN

El ritmo de vida que se lleva en la actualidad, ha provocado cambios en la alimentación del ser humano, incrementando el consumo de alimentos ricos en grasas e hidratos de carbono, permitiendo con ello, el desarrollo de enfermedades crónicas degenerativas, tales como, Diabetes, Obesidad, Hipertensión arterial, Cáncer, entre otras, por lo que el consumo de “alimentos saludables” ha surgido como una necesidad, productos que además de nutrir, proporcionen algún beneficio a la salud. Motivo por el cual surgió el interés en desarrollar una bebida natural, nutritiva, con adecuada calidad microbiológica, estabilidad física y calidad sensorial, que contenga ingredientes de gran disponibilidad (de abundancia en el país), de bajo costo y de sabor agradable al consumidor.

III OBJETIVOS

Objetivo General

Desarrollar una bebida a base de nopal con frutas y verduras, como alternativa para incrementar la utilización e ingesta de nopal en el país, viéndose reflejada en la disminución de su desperdicio y en el aumento de su producción en México, y a su vez con esto, facilitar y promover el consumo de otras frutas y verduras, para el aprovechamiento de sus propiedades nutrimentales por la población mexicana.

Objetivos Particulares

- Desarrollar una bebida de sabor agradable, en la que se conserve la mayor parte de las propiedades nutrimentales y sensoriales de las frutas y verduras que la componen, utilizando un proceso que consista en el menor número de operaciones para su elaboración.
- Desarrollar un producto natural, saludable y económico para la población que lo consuma.
- Determinar las propiedades nutrimentales y vida útil del producto final.
- Fomentar una mejor alimentación en la población mexicana.

IV ANTECEDENTES

1. NOPAL

1.1 Propiedades Nutrimientales

La producción de nopal en México es tanta que debiera aprovecharse básicamente como alimento para el hombre, ya que el contenido nutrimental de esta planta comprende minerales como el calcio, hierro, aluminio, magnesio, potasio, sílice, sodio, manganeso, hidratos de carbono (en donde parte importante de estos son fibra), además de vitaminas A, B1, B2 y C (1). De manera que en 1 taza de nopales crudos (86g aproximadamente) hay 2.9g de hidratos de carbono y 1.1g de proteína y solamente 14 Kcal. Pero su principal atractivo es que contiene una gran cantidad de fibra dietética (soluble e insoluble): 2g de fibra en una taza. Existiendo una relación 30:70 de fibra soluble a insoluble. La fibra insoluble puede prevenir y aliviar el estreñimiento y las hemorroides al mismo tiempo que previene la aparición de cáncer de colon. La fibra soluble, se ha usado en muchos padecimientos (obesidad, diabetes, colesterol y desordenes gastrointestinales) ya que su presencia en el tubo digestivo retarda la absorción de nutrimentos y hace que estos no pasen a la sangre rápidamente (1). Además de ser una buena fuente de calcio, ya que en 100g de nopales, hay aproximadamente 80mg de calcio.

Se ha demostrado en varios estudios, realizados en México por el Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán (INNSZ) y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) (4),(5),(7), las propiedades medicinales que tiene el nopal. Se les llama “propiedades medicinales” ya que ayudan a controlar o prevenir la enfermedad, lo cual, no significa que se hable de una total curación (48). Algunas de estas son:

Obesidad. Se ha puesto de moda que en todas las dietas se tome un jugo de nopal con naranja o alguna otra fruta. Esto se fundamenta en que gracias a la gran cantidad de fibra que tiene esta planta, ayuda a retardar el tiempo en que se absorben los nutrimentos y entran a la sangre y por lo tanto facilita su eliminación. Además, las fibras insolubles que contiene, crean una sensación de saciedad, haciendo que disminuya el hambre de las personas y ayudando a una buena

digestión (7). Así mismo, las proteínas vegetales promueven la movilización de líquidos en el torrente sanguíneo disminuyendo la retención de líquidos (1).

Diabetes e Hiperglucemia. También se habla que ayuda a las personas que padecen diabetes. El nopal incrementa los niveles y la sensibilidad a la insulina logrando con esto estabilizar y regular el nivel de glucosa en sangre. Se ha comprobado científicamente el poder hipoglucemiante del nopal, es decir, como un efectivo tratamiento para la prevención de la diabetes (8). Estudios que se han llevado a cabo en diversas instituciones como el Instituto Politécnico Nacional (IPN) y el IMSS, donde se documenta que el nopal disminuye las concentraciones de glucosa en sangre. Se cree que la función del nopal sobre la glucosa se debe a que contiene una sustancia identificada como polisacáridos aislados que secuestran las moléculas de glucosa, de tal modo que la insulina si es mínima, sea suficiente para regular los niveles de azúcar (51). En estos estudios se ha demostrado que la ingestión de nopal antes de cada alimento, durante 10 días, provoca la disminución del peso corporal y reduce las concentraciones de glucosa, colesterol y triglicéridos en sangre. Esto se ha visto solamente en personas que son resistentes a la insulina, o sea en pacientes con diabetes tipo II, pero para las personas que tienen diabetes tipo I (que no producen insulina), el consumo de nopal no sustituye las funciones de ésta (1), (9), (10).

Colesterol. En personas con colesterol elevado se ha demostrado que, el consumo de nopal por su contenido en fibra, ayuda a eliminarlo evitando que se absorba gran parte de éste y no se acumule en venas y arterias, además de disminuir el nivel de lipoproteínas de baja densidad (que son las que se acumulan en las arterias causando problemas de arterioesclerosis) (50), (11). Los aminoácidos, la fibra y la niacina contenida en el nopal previenen que el exceso de azúcar en la sangre se convierta en grasa, mientras que por otro lado, actúa metabolizando la grasa y los ácidos grasos reduciendo así el colesterol. El nopal tiene una cantidad suficiente de aminoácidos y fibra, incluyendo los antioxidantes vitamina C y β carotenos, los cuales, previenen la posibilidad de daños en las paredes de los vasos sanguíneos, así como también la formación de plaquetas de grasa, teniendo un poder preventivo en relación a la aterosclerosis (1).

Propiedad de antibiótico. Los nopales tienen antibióticos naturales, esta propiedad está relacionada con el metabolismo del ácido crasuláceo (MAC) de las plantas, el cual, en las

cactáceas inhibe o suspende el crecimiento de varias especies bacterianas. De ahí que tanto el consumo del nopal como la aplicación de cataplasmas de pencas de nopal tengan efectos benéficos en heridas e infecciones de la piel (1).

Cáncer. En un experimento realizado en ratones, con tumores cancerígenos, se administraron extractos acuosos de *Opuntia máxima*, encontrándose una prolongación del periodo de latencia de dichos tumores malignos. No curó el cáncer pero lo detuvo. Aún no se sabe la causa, por lo que aún se siguen realizando estudios al respecto (12).

Desórdenes gastrointestinales y digestión. Por último, se sabe que las fibras vegetales y los mucílagos controlan el exceso de ácidos gástricos y protegen la mucosa gastrointestinal previniendo así, las úlceras gástricas y todo este tipo de afecciones. El nopal contiene β carotenos, vitamina C, complejo B, minerales (Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio, Hierro) y fibra como lignina, celulosa, hemicelulosa, pectina, y mucílagos que en conjunto con los 17 aminoácidos ayudan a eliminar toxinas ambientales provocadas por el alcohol y el humo del cigarro que inhiben el sistema inmunológico del cuerpo. Además de limpiar el colon por las fibras dietéticas solubles e insolubles que contiene. Las fibras dietéticas insolubles, absorben agua y aceleran el paso de los alimentos por el tracto digestivo que contribuyen a regular el movimiento intestinal, además, la presencia de las fibras insolubles en el colon ayudan a diluir la concentración de sustancias cancerígenas que pudieran estar presentes (13).

1.2 Composición Química

Tabla 1. Composición Química del Nopal (por 100g)

Componente	Contenido
Contenido energético (Kcal)	27 - 37
Proteínas (g)	1.1 - 1.7
Lípidos (g)	0.3
Hidratos de Carbono (g)	5.6 - 8.8
Fibra (g)	2.32 - 2.5
Cenizas (g)	0.9
Calcio (mg)	93 - 110
Fósforo (mg)	20
Hierro (mg)	0.5 – 1.6
Vitamina B1 (Tiamina) mg	0.04
Vitamina B2 (Riboflavina) mg	0.04 – 0.06
Vitamina B3 (Niacina) mg	0.3
Vitamina C (mg)	8 – 19
Vitamina A (Retinol) µg Eq	41 - 50

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán. (Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Tablas de uso Práctico 1977).

Como se puede ver en la tabla 1, el nopal es una verdura que contiene cantidades importantes de algunos nutrimentos que son indispensables en el organismo para su buen funcionamiento como: Calcio (93-110mg/100), Hierro (0.5-1.6mg/100g), Vitamina C (8-19mg/100g), Fósforo (20mg/100g) y Niacina (0.3mg/100g) principalmente. La fibra es uno de los componentes de carácter no nutritivo más importantes en el nopal, que lo caracteriza por tener 2.32-2.5g/100g, razón por la cual le confieren propiedades terapéuticas. Su consumo previene una de las dolencias que más se padecen en la actualidad: el estreñimiento, entre otras, favoreciendo la prevención de una serie de patologías intestinales crónicas, incluso cáncer de colón.

En el nopal también se encuentran los siguientes aminoácidos:

Tabla 2. Aminoácidos en el Nopal

Aminoácido	(g/100g de Proteína)
Lisina	4.00
Isoleucina	4.00
Treonina	4.80
Valina	3.80
Leucina	5.20
Triptofano	0.80
Metionina	0.70
Fenilalanina	5.40

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán. (Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Tablas de uso Práctico 1977).

En el nopal se encuentran algunos aminoácidos, como se puede ver en la tabla 2, considerados como esenciales, que son aquellos que el organismo no puede sintetizar por sí mismo, por lo que tienen que ser obtenidos a través de los alimentos.

1.3 Morfología y Taxonomía

Las cactáceas son nativas del Continente Americano, en específico de América Tropical. La familia Cactaceae presenta un gran número de endemismos lo que puede explicar tomando en cuenta que la historia de estas plantas es relativamente reciente. Se han descrito hasta la fecha 125 géneros y 2,000 especies. México cuenta con más de 100 especies del género *Opuntia*, y es en las zonas semiáridas donde existe la variación más amplia, por lo que algunos botánicos lo consideran como el centro de origen de los nopales.

El nopal presenta características morfológicas y fisiológicas adaptadas a la escasa disponibilidad de agua, a las variaciones extremas de la temperatura y en general, a las condiciones de las zonas áridas y semiáridas. Entre las adaptaciones que le permiten almacenar y conservar el agua en sus tejidos tenemos:

- Suculencia. Se debe a un gran desarrollo de los parénquimas que le permite acumular grandes cantidades de agua en sus células.
- Elaboración de mucílagos y sustancias higroscópicas a partir de ácidos orgánicos.
- La superficie foliar ha sido transformada en la penca adulta es espina y los cladodios al ser aplanados y discoideos, en forma de raqueta, representan los cuerpos más eficientes para evitar la evapo-transpiración.
- La savia viscosa cierra rápidamente las heridas de la planta.
- Metabolismo ácido crasuláceo (MAC), que es el proceso fotosintético en el cual los estomas están cerrados durante el día y abiertos durante la noche, evitando la pérdida de agua por transpiración (51).
- Su reproducción es muy sencilla, ya que cuando caen las pencas de nopal, en la tierra basta que queden poco enterradas para que nazcan nuevas pencas y se vayan reproduciendo.

El uso del nopal en México tiene una antigüedad de más de 25 000 años y ha sido un recurso básico en la antigua meso América. El nopal tiene en la actualidad múltiples usos, en los que se destaca su consumo como fruta, la tuna, siendo exportada a países como Estados Unidos de América (E.U.A.), y en cantidades menores a Canadá, Japón y Europa. Aprovechar íntegramente el nopal es una alternativa para los productores, ya que es útil también en la industria farmacéutica (1).

1.4 Producción

La mayor producción se obtiene durante la época de mayor humedad y temperatura (Mayo a Septiembre), correspondiendo estos meses al periodo de lluvias. Sin embargo, el precio es más bajo durante este tiempo.

La cosecha se lleva a cabo cuando los brotes alcanzan un peso aproximado de 100-120g cada uno o que midan de 10 a 15cm de largo; aunque no siempre se sigue este patrón de cosecha, pues el tamaño puede variar según los gustos del consumidor y las exigencias del mercado demandante. Con un buen manejo la producción inicia 2 ó 3 meses después de efectuada la plantación, cosechando cada 8 ó 15 días una cantidad promedio de 3 brotes por planta durante los primeros meses (51).

La producción de nopal verdura puede ser efectuada durante casi todo el año, viéndose limitada en los meses de invierno por las heladas que le pueden dañar. No obstante, durante la época fría es posible encontrar nopal verdura en el mercado gracias a las superficies cultivadas en entidades donde el invierno no es tan riguroso, adicionalmente, la explotación en microtúneles permite la producción en tales meses aun en climas extremos.

El aprovechamiento de nopaleras silvestres y la explotación del nopal como producto secundario de huertas tuneras vienen a engrosar la producción nacional, razón por la cual los volúmenes de producto obtenido son variables. En estas formas de explotación del nopal verdura, la época de producción se realiza de los meses de Marzo-Abril y hasta principios de Septiembre.

México es el país donde existe la más amplia diversidad de nopales, tanto silvestres como cultivados, lo cual se manifiesta en un gran número de variedades de nopal en el mercado. Las principales zonas de producción del país se localizan en nueve estados de la República que son: Aguascalientes, Baja California, Distrito Federal, Jalisco, Oaxaca, Michoacán, Puebla, San Luis Potosí y Zacatecas.

El área de producción más importante es el Distrito Federal, específicamente la región de Milpa Alta, la cual ocupa el 68% de la superficie y el 80% del volumen de la producción nacional, siguiéndole en orden de importancia San Luis Potosí, con el 8% y Oaxaca, con el 4%. Estas tres entidades junto con Michoacán y Jalisco, representan el 98% de la producción total (51).

La producción anual del nopal verdura asciende a 204, 738 toneladas y el rendimiento promedio es del orden de 36.3 toneladas por hectáreas, mismo que es susceptible de elevarse con la incorporación de técnicas apropiadas.

En la tabla 3 se observa un avance de siembra y cosecha de nopal, en los meses de Enero y Febrero del 2006, obteniendo una producción de 76, 360 toneladas por 11, 159 hectáreas sembradas en el país con un rendimiento de 9, 920 toneladas por hectárea.

**AVANCE DE SIEMBRAS Y COSECHAS
PERENNES 2006**

SITUACION AL 28 DE FEBRERO DE 2006

NOPALITOS

TOTAL
(Riego + Temporal)

DELEGACION	SUPERFICIE (HA.)			PRODUCCION (TON.)		RENDIMIENTO (TON/HA)		
	SEMBRADA	SINIESTRADA	COSECHADA	ESTIMADA	OBTENIDA	ESTIMADO	OBTENIDO	
AGUASCALIENTES	240	0	0	9,518	0	39.658		
BAJA CALIFORNIA	642	0	5	25,565	20	39.851	4.000	
BAJA CALIFORNIA SUR	17	0	0	136	0	8.000		
CAMPECHE								
CHIAPAS								
CHIHUAHUA								
COAHUILA								
COLIMA	8	0	3	92	7	12.267	2.333	
DISTRITO FEDERAL	4,337	0	4,334	318,275	19,911	73.386	4.594	
DURANGO								
GUANAJUATO	180	0	163	3,205	517	17.817	3.174	
GUERRERO	16	0	0	318	0	19.875		
HIDALGO	49	0	7	3,680	16	75.866	2.500	
JALISCO	488	0	11	6,834	22	14.011	2.000	
MEXICO	664	0	523	119,427	11,540	179.928	22.065	
MICHOACÁN	297	0	8	6,580	47	22.155	6.200	
MORELOS	2,515	0	2,425	241,210	43,331	95.909	17.868	
NAYARIT	67	0	0	460	0	6.840		
NUEVO LEON								
OAXACA	30	0	30	960	46	32.000	1.533	
PUEBLA	119	0	0	8,344	0	70.118		
QUERETARO	25	0	16	405	22	16.200	1.391	
QUINTANA ROO	2	0	2	48	8	24.000	4.000	
REGION LAGUNERA	35	0	0	1,334	0	38.114		
SAN LUIS POTOSÍ	388	0	71	1,164	70	3.000	0.980	
SINALOA	8	0	0	21	0	2.625		
SONORA	34	0	0	208	0	6.118		
TABASCO								
TAMAULIPAS	596	0	100	7,113	800	11.925	8.000	
TLAXCALA	1	0	1	8	4	15.000	7.000	
VERACRUZ	60	0	0	1,288	0	21.625		
YUCATÁN	5	0	0	150	0	30.000		
ZACATECAS	338	0	0	6,715	0	19.853		
TOTAL	11,159	0	7,697	763,057	76,360	68.381	9.920	
COMARCA LAG. DGO.	35	0	0	1,334	0	38.114		
COMARCA LAG. COAH.								

FUENTE: SERVICIO DE INFORMACIÓN Y ESTADÍSTICA AGROALIMENTARIA Y PESQUERA (SIAP), CON INFORMACIÓN DE LAS DELEGACIONES DE LA SAGARPA EN LOS ESTADOS.

1.5 Comercialización

Los márgenes de comercialización del nopal como verdura son muy fluctuantes, ya que están en relación con la estacionalidad de la producción y el intermediarismo; con lo cual se deduce que estos fenómenos son los que determinan que la mayor parte de los beneficios económicos no se obtengan a nivel de la producción, sino en la comercialización. La oferta es excesiva casi todo el año y en menor proporción en los meses de invierno, en los cuales se presentan las heladas.

La exportación de los nopales está limitada por la necesidad de exportar el nopal con espinas, debido a que el nopal limpio se oxida en los cortes y por otra parte a que se está cultivando en California y Texas (EAU). El nopal como verdura se consume 98% en el país y 2% se envía como muestras para abrir mercados de exportación (6). La exportación del nopal para usarlo como verdura en el consumo humano, tanto en fresco como en diversos guisados, constituye una parte importante en la economía familiar de los habitantes de ciertas regiones del país, las cuales por una parte presentan las condiciones ambientales propicias para el cultivo y, por otra, los hábitos alimentarios de la población proporcionan al nopal cierta importancia dentro de la dieta.

Algunos de los problemas que se presentan en la comercialización del nopal como verdura son:

- La deficiencia en el proceso de distribución, lo que repercute en bajos ingresos para el productor y altos precios pagados por el consumidor.
- Falta de lugares de acopio.
- Ausencia de sistemas adecuados de transporte y comercialización.
- Excesiva intermediación por la ausencia de organización entre pequeños productores que garanticen canales de comercialización adecuados.
- Fuertes pérdidas poscosecha, por desconocimiento de métodos adecuados de empaque.
- Insuficiente infraestructura para manejo poscosecha.
- Insuficiente asistencia técnica para manejo poscosecha
- Desconocimiento de las normas oficiales de los productos.
- La raquítica industrialización.

2. APIO

2.1 Propiedades Nutrimientales

El Apio es un alimento poco energético por su alto contenido en agua, proporcionando solamente 20Kcal por cada 100g de la parte comestible (tallo y hojas). Se trata de una hortaliza alcalina, con un predominio del 68% de sales básicas, ya que algunos de los nutrimentos que brinda son diversos minerales como: el sodio, potasio, fósforo y calcio, además de vitaminas como: vitamina C, β carotenos (provitamina A) y vitamina B9 (ácido fólico) principalmente.

Considerada planta sagrada entre los griegos, que la utilizaban en muchas ceremonias fúnebres y a la que denominaban planta lunática, atribuyéndole una acción calmante sobre el sistema nervioso. Utilizándola contra el dolor de muelas y por su propiedad de aumentar la diuresis. Esta planta encierra un aceite esencial muy aromático que confiere virtudes aperitivas. Consumido crudo, como aperitivo, favorece la secreción de los jugos salivales y gástricos, facilitando la digestión, especialmente en los dispépticos (personas con dificultad para digerir). Gracias al aceite esencial que contiene y a otros constituyentes del apio, este vegetal ejerce un efecto dilatador sobre los vasos renales, favoreciendo de esta manera la eliminación de agua y sustancias tóxicas por la orina (14). Por ello, resulta eficaz contra afecciones articulares, como hiperuricemia (altos niveles de urea), gota o diversos reumatismos y problemas de retención de líquidos. Sin embargo, si se abusa de su consumo crudo puede resultar bastante indigesto. La cocción reblandece la celulosa, un tipo de fibra que contiene, haciéndola más asimilable por el organismo.

Por su riqueza en sodio contribuye a la neutralización de venenos orgánicos y a la formación del fluido que existe en las glándulas linfáticas y cuya finalidad es fabricar millones de células blancas, como defensas del torrente sanguíneo (14). Después de la cebolla, es la hortaliza que mejor remineraliza el organismo. Su contenido en calcio, es beneficioso para los huesos y dientes, así como para la formación de la sangre.

Debido a que el jugo del apio es muy rico en fósforo y vitaminas especialmente C, A, E y del grupo B se recomienda a personas que sufren de reumatismo y artritis (14), así como, a los diabéticos, por su baja cantidad en hidratos de carbono. En los regímenes de

bajas calorías contra la obesidad, se recomienda el consumo de apio, del que se puede comer abundantemente a fin de disminuir la sensación de hambre y asegurar un buen funcionamiento intestinal.

2.2 Composición Química

Tabla 4 Composición Química del Apio (por cada 100g)

Componente	Contenido
Contenido energético (Kcal)	20
Agua (g)	93
Proteínas (g)	1.3
Lípidos (g)	0.2
Hidratos de Carbono (g)	3.7
Fibra (g)	0.7
Azufre (mg)	22
Fósforo (mg)	40
Cloro (mg)	137
Sodio (mg)	100
Potasio (mg)	290
Magnesio (mg)	25
Calcio (mg)	60
Hierro (mg)	0.5
Vitamina C (mg)	7
Vitamina E (mg)	0.36
Vitamina B ₁ (Tiamina) mg	0.05
Vitamina B ₂ (Riboflavina) mg	0.04
Ácido Fólico (µg)	61
Vitamina B5 (Ác. Pantoténico) mg	0.4
Vitamina A (Retinol) Eq µg	10

Fuente: Tables de composition des aliments – Randoïn et al., 1974.

En la tabla 4 se observa que el apio aporta sólo 20Kcal/100g y que contiene cantidades importantes de algunas sustancias que otros vegetales no tienen, como: vitamina E, B5 y ácido fólico principalmente (ver tabla 11).

2.3 Morfología y Taxonomía

Es una planta umbelífera técnicamente denominada *Apium graveolens*, que aparece en los mercados en los meses de Noviembre a Abril. El apio se distingue por sus características costillas de las hojas, que adquieren un desarrollo extraordinario. Siendo todas sus variedades de excelente sabor (14).

2.4 Producción y Comercialización

El apio es una planta procedente del Mediterráneo, existiendo en otros lugares como el Cáucaso y la zona del Himalaya. Se uso como hortaliza en la Edad Media y actualmente es consumido tanto en Europa como en América del Norte y Sur. Las exportaciones van dirigidas fundamentalmente a: Reino Unido (70%), Francia (10-15%) y en menor porcentaje a otros países como, Alemania, Italia y Suecia.

El apio es bianual, las bajas temperaturas (5 a 7°C) y los días cortos favorecen la inducción floral. Las necesidades de agua son regulares e importantes. Teniendo en cuenta su profundo enraizamiento para su cultivo hay que elegir suelos profundos. La planta es exigente en materia orgánica y en abono (nitrógeno y potasa sobre todo). El cultivo se practica por siembra en semillero y posterior plantación. La germinación es delicada pero se puede mejorar utilizando técnicas especiales de preparación de las semillas. La semilla tiene una facultad germinativa media de 5 años; en un gramo de semilla entran aproximadamente 2, 500 unidades.

El apio silvestre crece de forma natural, tiene los tallos de color verdoso y un sabor amargo bastante pronunciado. Si procede de cultivo, suelen blanquearse durante las últimas etapas de crecimiento. Para ello se cubre la planta de modo que sólo las hojas reciban luz. Este tratamiento elimina el color verde y el sabor amargo, pero también parte de las vitaminas y sus hojas tienen un sabor muy intenso. Un apio de gran calidad tiene tallos bien formados, pecíolos gruesos, compactos (no significativamente abultados o arqueados), poco curvados, una apariencia fresca y color verde claro. Otros índices de calidad son el largo de los tallos y de la nervadura central de la hoja, ausencia

de defectos tales como: corazón negro, pecíolos esponjosos, tallos florales y partiduras, así como ausencia de daños por insectos y pudriciones.

3. ESPINACA

3.1 Propiedades Nutrimientales

La espinaca es una hortaliza con un elevado valor nutricional y carácter regulador, debido a su elevado contenido en agua y riqueza en vitaminas y minerales. Son ricas en algunos ácidos que les confieren ciertas características:

Tabla 5. Ácidos orgánicos en espinaca

Ácido	%
Ácido málico	0.09
Ácido oxálico	0.6
Ácido úrico	0.07
Purinas	0.024

Fuente: Diccionario de los alimentos. 1984.

Estos ácidos orgánicos son elementos sin carácter nutritivo, sin embargo, el ácido málico es benéfico para el organismo, ya que una vez metabolizado en el organismo se combina con minerales como el sodio, calcio, potasio y dan lugar a sales minerales, carbonatos y citratos, elementos que tienen la capacidad de fluidificar y alcalinizar la sangre, o bien se oxidan en la sangre y son eliminados del organismo como anhídrido carbónico, activando la ventilación pulmonar. Para personas que sufren de gota o problemas renales, es recomendable moderar el consumo de espinaca por la presencia de ácido oxálico, úrico y purinas (45).

Las espinacas son un alimento sano y de digestión ligera, con un contenido energético muy bajo de 20 a 25Kcal/100g, que por su riqueza en vitaminas A, C y varios antioxidantes, es la más nutritiva de las verduras, en los meses de noviembre a mayo. Por su alto contenido en fósforo, magnesio, potasio, hierro y otros oligoelementos metálicos, constituye un excelente regenerador de los glóbulos rojo, además, de atribuirle propiedades anticancerígenas. Las personas que sufren de estreñimiento, deben comerlas por su contenido en celulosa, relativamente fácil de digerir

(hemicelulosa digestible) y por la excitación que la clorofila contenida en las espinacas produce en los músculos del intestino (14).

3.2 Composición Química

Tabla 6. Composición Química de la Espinaca (por cada 100g)

Componente	Contenido
Contenido energético (Kcal)	25
Agua (g)	92
Proteínas (g)	2.3
Lípidos (g)	0.3
Hidratos de Carbono (g)	3.2
Fibra (g)	0.6
Azufre (mg)	30
Fósforo (mg)	55
Cloro (mg)	75
Sodio (mg)	100
Potasio (mg)	500
Magnesio (mg)	50
Calcio (mg)	81
Hierro (mg)	4
Cinc (mg)	0.6
Cobre (mg)	0.18
Manganeso (mg)	0.8
Vitamina C (mg)	20 - 60
Vitamina B ₁ (Tiamina) mg	0.2
Vitamina B ₂ (Riboflavina) mg	0.2
Vitamina B ₃ (Niacina) mg	0.40 – 1.70
Vitamina B ₅ (Ác. Pantoténico) mg	0.3
Vitamina B ₆ (Piridoxina) mg	0.5
Vitamina A (U.I.)	9900

Fuente: Tables de composition des aliments – Randoin et al., 1974.

La composición química de la espinaca es muy amplia como se puede ver en la tabla 6, es rica en minerales como: hierro, fósforo, cinc, cobre, magnesio; vitaminas como: vitamina A, B1, B2, B3 y proteínas entre otros (ver tabla 11).

3.3 Morfología y Taxonomía

La espinaca pertenece a la familia *Chenopodiaceae*, de especie *Spinacea oleracea* es una planta anual, cultivada como verdura por sus hojas comestibles, grandes y de color verde muy oscuro. Su cultivo se realiza durante todo el año y se puede consumir fresca, cocida o frita. En la actualidad es una de las verduras que más habitualmente se encuentra congelada (14).

3.4 Comercialización y Producción

A partir del siglo XVIII la espinaca comenzó a difundirse por Europa y se establecieron cultivos para su explotación, principalmente en Holanda, Inglaterra y Francia; se cultivó después en otros países y mas tarde pasó a América.

El cultivo de la espinaca se desarrolla fundamentalmente al aire libre en regadío, aunque está más indicado en los invernaderos. La producción de espinaca se puede destinar tanto a la industria como al mercado en fresco durante todo el año.

La quinta parte de la espinaca producida se destina a la exportación, siendo sus principales destinos los países del norte y centro de Europa, ya que éstos son grandes consumidores de espinacas. El cultivo de la espinaca tiene muy buenas expectativas de futuro, especialmente el cultivo para industria debido al creciente mercado europeo.

Las espinacas, tanto en manojo como en hojas, deben estar uniformemente verdes, totalmente túrgidas, limpias y sin serios daños. En las espinacas en manojos, las raíces deben ser eliminadas y los pecíolos deben ser más cortos que la lámina de la hoja.

La producción de espinaca en el año 2005 en México fue de 19, 579 toneladas métricas, tal como lo establece la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT).

4. PEREJIL

4.1 Propiedades Nutrimientales

El perejil es un condimento de uso habitual en nuestra dieta, pero también en muchos otros países del mundo. Respecto a su valor nutritivo, sus hojas son principalmente ricas en provitamina A o beta-caroteno (precursor de la vitamina A) en comparación con otros vegetales, vitamina C, E, B1, B2 y vitamina K, entre otros minerales como: fósforo, hierro, calcio y azufre. Así mismo contiene otras sustancias no nutritivas tales como, los flavonoides (de acción antioxidante, antiinflamatoria y diurética), aceite esencial rico en apiol y miristicina (de acción estimulante, vasodilatador y tonificante). El valor energético del perejil es muy escaso, solo proporcionan 50Kcal/100g. Es un alimento básico, con preponderancia de sales alcalinas.

El perejil es aperitivo, digestivo, antianémico y diurético. Es un antiséptico de la sangre y de las vías intestinales, atribuyéndoseles propiedades anticancerosas. Puede y debe comerlo sin abusar cualquier persona, siendo tolerado incluso en los regímenes más severos. Se recomienda que personas agotadas, deportistas y sobre todo anémicas, niños y adolescentes consuman hojas de perejil, por su riqueza en hierro y calcio (17).

4.2 Composición Química

Tabla 7. Composición Química del Perejil (por cada 100g)

Componentes	Composición
Agua (g)	90
Proteínas (g)	3
Lípidos (g)	0.7
Hidratos de Carbono (g)	14
Fibra (g)	1.7
Cenizas (g)	0.6
Potasio (mg)	522
Sodio (mg)	61
Magnesio (mg)	21
Hierro (mg)	7
Fósforo (mg)	60
Azufre (mg)	83
Cloro (mg)	74
Calcio (mg)	238
Cinc (mg)	0.08
Cobre (mg)	0.07
Yodo (mg)	0.001
Pro-vitamina A (U.I)	10.000
Vitamina C (mg)	180
Vitamina B ₁ (Tiamina) mg	0.014
Vitamina B ₂ (Riboflavina) mg	0.041
Vitamina B ₃ (Niacina) mg	0.28

Tables de composition des aliments – Randoïn et al., 1974.

El perejil, como se puede ver en la tabla 7, es considerado como una de las hortalizas con mayor contenido de nutrimentos, es rico en proteínas, minerales como el calcio, fósforo, azufre, potasio y presenta un alto contenido de vitamina C, además de contener una importante cantidad de celulosa (ver tabla 11).

4.3 Morfología y Taxonomía

El perejil de nombre científico: *Petroselinum crispum*, es una planta herbácea del género *Petroselinum* dentro de la familia *Apiaceae*, se distribuye ampliamente por todo el mundo, cultivada como condimento culinario. Es una planta herbácea bianual, aunque puede cultivarse también como anual. Forma una roseta empenachada de hojas muy divididas, alcanza los 15cm de altura, posee tallos floríferos con pequeñas flores verdeamarillentas. Su cultivo se conoce desde hace más de 300 años, siendo una de las plantas aromáticas más populares de la gastronomía mundial.

5. PIÑA

5.1 Propiedades Nutrimientales

La piña es una fruta muy apreciada por su exquisito sabor y delicado aroma, que además sorprende por las afamadas virtudes terapéuticas, algunas de las cuales están aún por demostrar.

La Piña contiene alrededor de un 11% de hidratos de carbono, la mayor parte de los cuales son azúcares. Estos azúcares (sacarosa y fructosa, principalmente) son hidratos de carbono de asimilación rápida y su contenido aumenta a medida que el fruto madura. Su contenido en fibra no es muy elevado, 1,5g por 100g de alimento, pero el suficiente para otorgarle cierto efecto laxante y ayudar a regular las funciones intestinales (17).

Vitaminas

La piña es rica en vitaminas, principalmente en vitamina C, y en menor cantidad en vitamina B1, B6 y ácido fólico. La vitamina C, además de realizar importantes funciones y estar, implicada en los mecanismos de defensa del mismo, favorece la absorción del hierro por el organismo.

Minerales

Respecto a su contenido mineral destaca la presencia de potasio, y en menor proporción, de magnesio, hierro, cobre y manganeso. Una ración habitual de 200g de piña puede cubrir el 9% de las necesidades diarias recomendadas de potasio.

Componentes no nutritivos

Dentro de sus componentes no nutritivos, destaca significativamente la presencia de los ácidos cítrico y málico, responsables de su sabor ácido y potenciadores de la acción de la vitamina C sobre la absorción del hierro de la dieta. Otro de sus componentes no nutritivos es la bromelina, una enzima similar a las enzimas digestivas que ayuda a digerir las proteínas.

La bromelina, de naturaleza proteínica como el resto de las enzimas, realiza su acción en el estómago y en el intestino, facilitando la digestión de las proteínas. Esta enzima rompe la molécula de proteína para dar otras más pequeñas y libera aminoácidos que son absorbidos por el organismo. Su acción es tal que la industria alimentaría emplea la bromelina para ablandar las carnes. Sin embargo, la bromelina se desactiva con la temperatura, por lo que es difícil que esté presente en la piña conservada o enlatada, que han sido sometidas a la acción del calor. Además de esta acción proteolítica, se le atribuyen muchas más propiedades terapéuticas aunque no todas están demostradas científicamente. Algunas de estas son:

- Inhibe la agregación plaquetaria previniendo el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares.
- Es antiinflamatoria, diurética, y como tal, muy útil en procesos inflamatorios y en edemas, de ahí su empleo en tratamientos anticelulíticos.
- Es mucolítica, y fluidifica las mucosidades que acompañan a infecciones bacterianas, bronquitis y sinusitis.

La bromelina se prescribe en medicina natural en forma de comprimidos y se habla de sus excelentes resultados en el tratamiento de la artritis reumatoide y en obesidad, entre otras patologías (17).

Por su aporte de vitamina C, la piña está especialmente recomendada para quienes tienen un mayor riesgo de sufrir carencias de dicha vitamina: personas que no toleran los cítricos, el pimiento u otros vegetales, que son fuente casi exclusiva de vitamina C en nuestra alimentación, o para personas cuyas necesidades nutrimentales son mayores, períodos de crecimiento, embarazo y lactancia materna. Así mismo, el tabaco, el abuso del alcohol, el empleo de ciertos medicamentos, el estrés y defensas disminuidas, la

actividad física intensa, el cáncer y las pérdidas digestivas originadas por enfermedades inflamatorias crónicas disminuyen el aprovechamiento y producen mala absorción de nutrimentos. Como antioxidante que es, esta vitamina contribuye a reducir el riesgo de múltiples enfermedades, entre ellas las cardiovasculares, las degenerativas e incluso el cáncer. La vitamina C colabora en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos, favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones, además de actuar como un antioxidante.

Su contenido de fibra le confiere propiedades laxantes. La fibra previene o mejora el estreñimiento, contribuye a reducir las tasas de colesterol en sangre y al buen control de la glucemia en la persona que tiene diabetes. Ejerce efecto de saciedad, lo que beneficia a las personas que llevan a cabo una dieta para perder peso. Además, por su contenido de hidratos de carbono, riqueza en potasio y bajo aporte de sodio, resultando muy recomendable para personas que sufren de hipertensión arterial o afecciones de vasos sanguíneos y corazón (17).

Respecto a otros nutrimentos, destaca su contenido de potasio y yodo. El potasio, es un mineral necesario para la transmisión y generación del impulso nervioso y para la actividad muscular normal, interviene en el equilibrio de agua dentro y fuera de la célula. El yodo es indispensable para el buen funcionamiento de la glándula tiroidea, reguladora del metabolismo.

5.2 Composición Química

Tabla 8. Composición Química de la Piña (por cada 100g)

Componente	Contenido
Contenido energético (Kcal)	40
Hidratos de Carbono (g)	8.4
Lípidos (g)	0.1
Proteínas (g)	0.6
Fibra (g)	1.5
Potasio (mg)	113
Sodio (mg)	1.0
Calcio (mg)	35
Hierro (mg)	0.5
Magnesio (mg)	14
Yodo (μg)	30
Vitamina B1 (Tiamina) mg	0.07
Vitamina B2 (Riboflavina) mg	0.04
Vitamina B3 (Niacina) mg	0.2
Vitamina A (UI)	23
Vitamina E (mg)	0.10
Vitamina C (mg)	26
Ácido Fólico (μg)	11

Fuente: Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (Universidad de Granada), Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán. (Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Tablas de uso Práctico 1977).

En la tabla 8 podemos ver que la piña, contiene una cantidad apreciable de hidratos de carbono, en donde parte de ellos es fibra, minerales como: potasio, calcio y vitamina C, componentes importantes para el buen funcionamiento del organismo.

5.3 Morfología y Taxonomía

La piña pertenece a la familia de las Bromeliáceas, que comprende unas 1, 400 especies de plantas, casi todas herbáceas, de hoja perenne y con flores muy llamativas. Algunas de ellas producen enzimas proteolíticas y se localizan sobre todo en América tropical.

Es un fruto compuesto, formado por la unión de los frutos de varias flores alrededor de un eje carnoso. Existen muchas variedades de piña, aunque presenta características similares. Algunos ejemplares pueden llegar a los 2kg de peso, por lo general, presentan una forma ovalada y su pulpa, de color amarillo o blanco, está protegida por una piel dura y con escamas, con un extremo superior decorado con llamativas hojas verdes a modo de corona (17).

5.4 Comercialización y Producción

Los principales países productores son China, Estados Unidos, Brasil, Tailandia, Filipinas, Costa Rica y México, país en el cual durante el año 2005 se obtuvo una producción de 720, 900 toneladas métricas, tal como lo establece la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAOSTAT).

Podemos disponer de esta preciada fruta en cualquier época del año, dado que su cultivo se realiza en distintos países muy distantes geográficamente. Las piñas son frutas no climatéricas, por lo que se deben cosechar cuando estén listas para consumirse, ya que no maduran después de su recolección. Un contenido mínimo de sólidos solubles de 12% y una acidez máxima del 1% asegurarán un sabor mínimo aceptable a los consumidores. La piña madura únicamente si está en la planta, donde suele duplicar su contenido en azúcar durante la última fase de maduración. Si se recolecta cuando aún no está madura, presenta un sabor ácido y es pobre en nutrientes.

Al adquirirla en el mercado, se debe tener en cuenta que una piña de buena calidad está madura cuando:

- Su pulpa cede ligeramente al ejercer una suave presión con los dedos.
- Su aroma es intenso.
- La punta de las hojas son anaranjadas y se pueden arrancar con relativa facilidad.
- La piel es de color amarillo anaranjado uniforme. Si presenta un color más verdoso,

la pieza está inmadura y si tiene manchas marrones, la piña ya es demasiado madura.

La piña es una fruta muy frágil y sensible a los cambios bruscos de temperatura. Se puede conservar durante unos días en un lugar fresco y seco, aunque nunca en el refrigerador porque se deteriora a temperaturas inferiores a los 7°C.

6. TORONJA

6.1 Propiedades Nutrimientales

Acostumbrarse al particular sabor ácido, amargo y dulce de la toronja no requiere de mucho tiempo si se piensa en los beneficios para la salud que otorga el consumo de este cítrico. Un jugo de toronja sólo o combinado con naranja y limón es una manera inteligente de comenzar el día con una buena dosis de vitamina C, entre otros nutrimentos.

La toronja o su jugo son fuente importante de vitamina C, flavonoides y β -caroteno en las variedades de pulpa coloreada, por lo que se considera esta fruta especialmente interesante para la prevención y el tratamiento de diversas patologías por sus efectos antioxidantes.

Antioxidantes y radicales libres

La respiración en presencia de oxígeno es esencial en la vida celular de nuestro organismo, pero como consecuencia de la misma se producen unas moléculas, los radicales libres, que ocasionan a lo largo de la vida efectos negativos para la salud a través de su capacidad de alterar el ADN (los genes), las proteínas y los lípidos ("oxidación").

Los antioxidantes bloquean el efecto dañino de los denominados "radicales libres". En nuestro cuerpo existen células que se renuevan continuamente (de la piel, del intestino...) y otras que no (células del hígado...). Con los años, los radicales libres aumentan el riesgo de que se produzcan alteraciones genéticas sobre las primeras, favoreciendo el desarrollo de cáncer o bien, reducen la funcionalidad de las segundas, lo que es característico del proceso de envejecimiento. Existen determinadas situaciones que aumentan la producción de radicales libres, entre ellos: el ejercicio físico intenso, la

contaminación ambiental, el tabaquismo, las infecciones, situaciones de estrés, dietas ricas en grasas y la sobre exposición a las radiaciones solares. La relación entre antioxidantes y enfermedades cardiovasculares, es hoy una afirmación bien sustentada. Se sabe que es la modificación del llamado "mal colesterol" (LDL-c) la que desempeña un papel fundamental tanto en la iniciación como en el desarrollo de la aterosclerosis (enfermedad que consiste en un engrosamiento y dureza anormal de las cubiertas internas de los vasos sanguíneos, debido a un depósito de material graso y células, que impide o dificulta el paso de la sangre). Los antioxidantes pueden bloquear los radicales libres que modifican el llamado mal colesterol, contribuyendo a reducir el riesgo cardiovascular y cerebrovascular. Por otro lado, los bajos niveles de antioxidantes constituyen un factor de riesgo para ciertos tipos de cáncer y de enfermedades degenerativas (17).

Vitaminas

Por su riqueza en vitamina C, aunque menor que la naranja, un jugo elaborado con dos toronjas cubre el 100 por ciento de las recomendaciones de esta vitamina, que desempeña funciones tan importantes como favorecer el buen funcionamiento del sistema de defensas, como ya se ha mencionado.

El ácido fólico es una vitamina imprescindible en los procesos de división y multiplicación celular que tienen lugar durante los primeros meses de gestación, por lo que el consumo de jugo de toronja resulta interesante para cualquier mujer embarazada, aunque por su composición ácida puede provocar acidez a aquellas gestantes con el estómago delicado.

Ácidos orgánicos

En la toronja abundan el ácido málico, oxálico, tartárico y cítrico. El elevado contenido en agua, potasio y ácido cítrico (alcaliniza la orina), convierten a la toronja en una fruta con efecto diurético, beneficioso en caso de hiperuricemia (altos niveles de urea) o gota (favorece la eliminación de ácido úrico y sus sales), hipertensión arterial u otras enfermedades asociadas a retención de líquidos. Sin embargo, las personas que padecen insuficiencia renal y que requieren de dietas especiales controladas en potasio, deberán moderar el consumo. El agua es el principal componente de este cítrico, por lo que la toronja posee un escaso valor calórico, a expensas básicamente de los hidratos de

carbono. La sustancia amarga de la toronja, abre el apetito y favorece la producción de bilis, de ahí que se considere a la toronja como alimento digestivo y beneficioso para el hígado (17).

La escasa fibra de la toronja se encuentra principalmente en la pulpa blanca que hay debajo de la piel y entre los gajos que en muchas ocasiones se desechan, sobre todo cuando se elabora un jugo, sin embargo, se queda la fibra soluble retenida por el agua, por lo que su consumo contribuye, aunque en pequeña medida, a favorecer el tránsito intestinal al aumentar el volumen de las heces y hacerlas más fluidas.

La toronja y las enfermedades cardiovasculares

Diversos estudios epidemiológicos sugieren que una elevada ingesta de frutas, incluido la toronja, y de verduras contribuyen a reducir el riesgo de padecer enfermedades de corazón. Los jugos de cítricos, especialmente el jugo de toronja y de naranja, son fuentes importantes de flavonoides, folatos y de vitamina C, por lo que diversos estudios han considerado su papel en la salud cardiovascular:

- El efecto beneficioso se debe en parte a componentes fotoquímicos tales como los flavonoides, que inhiben la oxidación del llamado "mal colesterol" (LDL-c), reduciendo de este modo el riesgo de que éste se deposite en la paredes de los vasos sanguíneos (17).
- Por otro lado, la vitamina C y los beta-carotenos presentes en cantidades elevadas en el jugo de toronja, actúan también como potentes antioxidantes.
- El ácido fólico, que también reduce los niveles de "homocisteína", un intermediario en el metabolismo proteínico, que se sabe está implicado como factor de riesgo en enfermedades cardiovasculares.

Sin embargo, para cuidar nuestra salud no basta con tomar un jugo de toronja o de naranja al día, debemos seguir las recomendaciones de dieta equilibrada en la que los expertos nos dicen que tomando de 2 a 4 raciones de frutas variadas, y de 3 a 5 raciones de verduras al día, aseguramos la ingesta de todos los nutrientes cardioprotectores mencionados (16).

6.2 Composición Química

Tabla 9. Composición Química de la Toronja (por cada 100g)

Componente	Cantidad
Contenido Energético (Kcal)	40
Hidratos de Carbono (g)	11
Fibra (g)	4
Azúcares (g)	7
Proteína (g)	0.7
Lípidos (g)	0.4
Sodio (mg)	1
Calcio (mg)	29
Hierro (mg)	1.3
Fósforo (mg)	20
Potasio (mg)	180
Vitamina A (UI)	50
Vitamina B1 (Tiamina) mg	0.04
Vitamina B2 (Riboflavina) mg	0.03
Vitamina B3 (Niacina) mg	0.2
Vitamina C (mg)	53

Fuente: Instituto Nacional de Nutrición Salvador Zubirán (Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Tablas de uso Práctico 1977).

La tabla 9 muestra la composición química de la Toronja, en donde se puede ver, que es un fruto con un alto contenido de fibra y agua, razón por la que aporta muy pocas calorías al consumirlo. Además de contener vitamina C que es tan indispensable para el organismo.

6.3 Morfología y Taxonomía

La toronja, es el fruto del árbol homónimo que pertenece al género Citrus de la familia de las Rutáceas. Esta familia comprende más de 1, 600 especies, el género botánico Citrus es el más importante de la familia, y consta de unas 20 especies con frutos comestibles todos ellos muy abundantes en vitamina C, flavonoides y aceites esenciales.

Los frutos, llamados espérides, tienen la particularidad de que su pulpa está formada por numerosas vesículas llenas de jugo.

Las distintas variedades de toronja se clasifican según la tonalidad de su pulpa. Las variedades blancas o comunes, son las que tienen la pulpa de color amarillo, y a pesar de ser las más cultivadas cada vez más se ven desplazadas por las variedades pigmentadas. Éstas últimas dan toronjas con la pulpa de tono rosa y rojizo, debiendo su color al pigmento licopeno. Su popularidad y consumo se ha incrementado en las dos últimas décadas en muchos países. El llamativo color sólo se produce si las temperaturas de cultivo son elevadas. La toronja combina la forma de una naranja grande y el color amarillo de un limón, aunque también existen variedades de color verde, semejante a la piel de la lima. La tonalidad de la pulpa de las toronjas es variada y atractiva y va desde el color amarillo, al rojo, pasando por el anaranjado. El contenido en carotenoides, pigmentos que le confieren el color anaranjado-rojizo, por tanto, será mayor cuanto más oscuro sea el tono de la pulpa, independientemente del color de la piel.

6.4 Comercialización y Producción

Hoy en día, el cultivo de toronja se lleva a cabo en numerosos países tropicales y subtropicales y su producción mundial supera las 3,8 millones de toneladas, siendo Estados Unidos, el país líder con una producción de más de 2,3 millones de toneladas, y donde el 45% se destina al consumo en fresco. Le siguen en importancia países como Argentina, Cuba, Chipre, Israel, México, Mozambique, Sudáfrica, China, Turquía y España.

7. LIMÓN

7.1 Propiedades Nutrimientales

Debido a sus propiedades nutrimentales y al aporte de sustancias de acción antioxidante, su consumo es muy recomendable para los niños, los jóvenes, los adultos, los deportistas, las mujeres embarazadas o madres lactantes y personas mayores. El limón es una fruta que apenas aporta calorías (40Kcal/100g) debido a su escaso contenido en hidratos de carbono, proteínas y grasas, sin embargo, es una fruta muy rica en pectina, un tipo de fibra soluble que se encuentra en la pulpa y en la capa blanca que hay debajo de la corteza, vitaminas, minerales y otros componentes no nutrimentales, pero igualmente interesantes al ser responsables de sus propiedades terapéuticas.

La riqueza en vitamina C y ácido cítrico del limón ayuda a prevenir enfermedades infecciosas, estimulando el sistema inmunitario y creando defensas contra virus y bacterias. Por ello, se recomienda su consumo especialmente a quienes tienen un mayor riesgo de sufrir carencias de dicha vitamina (17).

La vitamina C, como antioxidante, contribuye a reducir el riesgo de múltiples enfermedades, entre ellas, las cardiovasculares, las degenerativas e incluso el cáncer. Además, debido a que la vitamina C aumenta la absorción del hierro de los alimentos, se aconseja en caso de anemia ferropénica, acompañando a los alimentos ricos en hierro o a los suplementos de este mineral ya que esto acelera la recuperación.

El ácido cítrico tiene propiedades antisépticas y alcalinizadoras de la orina, por lo que tomar el jugo de limón diluidos, beneficia a quienes tienen cálculos o litiasis renal (sobre todo por sales de ácido úrico), hiperuricemia o gota, ya que facilita la eliminación de ácido úrico por la orina (17).

Vitaminas

El limón es una fuente de vitaminas benéficas para la salud, contiene cierta cantidad de vitaminas del grupo B, pero realmente destaca por su riqueza en vitamina C (50mg/100g), de modo que un limón de tamaño mediano cubre las necesidades diarias de vitamina C. En cuanto a su aporte mineral, abunda el magnesio, cobre, hierro, yodo, calcio, fósforo, potasio y cinc (17).

Aunque el limón es una interesante fuente de vitaminas y minerales, quizá su característica más apreciada sean sus propiedades terapéuticas que se le atribuyen. Ejerce una acción depurativa del organismo facilitando la eliminación de toxinas, además de ser un excelente antiséptico, astringente, antioxidante y anticancerígeno.

Los responsables de su acción terapéutica son compuestos no nutritivos como los ácidos orgánicos: cítrico, málico, fórmico, acético y flavonoides, como la hesperidina, la rutina y la diosmina. Otras sustancias como los terpenos le confieren su típico aroma y le dotan de cualidades anticancerígenas. Todas estas sustancias tienen cualidades anticancerígenas, antioxidantes y protectoras del sistema circulatorio, reforzando la acción de la vitamina C.

Sus diversas propiedades le convierten en un remedio natural muy eficaz para dolencias muy distintas (17). Así, entre sus acciones más destacadas se encuentran:

En el sistema digestivo

Mejora las digestiones pesadas al activar las secreciones digestivas y es muy útil en trastornos digestivos que cursan con diarrea como gastroenteritis, debido a su poder astringente y desinfectante.

En el sistema renal

Previene la formación de cálculos biliares y favorece su disolución.

En el sistema respiratorio

Ayuda a recupera los epitelios dañados en caso de problemas respiratorios. Por su acción antiséptica es muy útil en resfriados, gripe, faringitis, amigdalitis y bronquitis. Su jugo endulzado con miel suaviza la garganta y además la desinfecta.

En el sistema circulatorio

Mejora la circulación de la sangre, debido a la presencia de flavonoides y vitamina C. Previene la formación de trombos al mismo tiempo que refuerza los capilares y da elasticidad a las paredes arteriales.

En el sistema sanguíneo

Ayuda a combatir la anemia y favorece que el hierro de los alimentos se absorba mejor debido a su alto contenido en vitamina C.

En el sistema articular

Mejora la artritis, gota y otros procesos reumáticos ya que, gracias a su poder alcalinizante, facilita la eliminación por orina de las sustancias implicadas en este tipo de afecciones (por ejemplo, las sales de ácido úrico).

En el sistema inmunitario

Aumenta las defensas de nuestro organismo. En la mayoría de enfermedades infecciosas, ya sea por virus o bacterias, tomar jugo de limón diluido aumenta el número de glóbulos blancos, ayuda a bajar la fiebre y elimina toxinas.

Los limones que contienen más jugo son los de piel fina y de color amarillo intenso. Se deben elegir los más aromáticos y más pesados en relación a su tamaño, pues suelen ser también los que aportan más jugo. Al hacer jugo es preferible que los limones estén a temperatura ambiente y se debe utilizar un exprimidor manual que no sea metálico para no alterar sus propiedades. Se recomienda que antes de exprimirlos, se deben hacer rodar sobre una superficie para ablandarlos y obtener la mayor parte del jugo (17).

7.2 Composición Química

Tabla 10. Composición Química del Limón (por cada 100g)

Componentes	Cantidad
Contenido Energético (Kcal)	40
Agua (g)	81
Proteínas (g)	0.7
Lípidos (g)	0.4
Hidratos de Carbono (g)	7.7
Fibra (g)	3.7
Cenizas (g)	0.5
Potasio (mg)	234
Sodio (mg)	8
Calcio (mg)	102
Fósforo (mg)	18
Magnesio (mg)	16
Hierro (mg)	13
Azufre (mg)	11
Cloro (mg)	2
Cobre (mg)	0.1
Vitamina C (corteza) mg	152
Vitamina C (pulpa y jugo) mg	47
Vitamina B ₁ (Tiamina) mg	0.11
Vitamina B ₂ (Riboflavina) mg	0.11
Vitamina B ₃ (Niacina) mg	0.2

Fuente : Tables de composition des aliments – Randoïn et al., 1974.

El limón contiene una gran cantidad de sustancias que son importantes en el organismo, para llevar adecuadamente su funciones, estos se pueden observar en la tabla 10, donde se muestra el alto contenido de vitamina C, fibra, proteínas y minerales como: calcio, potasio, fósforo, magnesio, hierro y azufre principalmente.

7.3 Morfología y Taxonomía

El limón es el fruto del limonero (*Citrus limonum*), árbol de la familia de las rutáceas, los conocidos cítricos, a la que también pertenecen la naranja, la mandarina y toronja. El limonero es originario de Asia Central y fue introducido en España por los árabes en el siglo XII. Fueron los españoles quienes se encargaron de llevarlo a América y hoy en día su cultivo es muy habitual en zonas de clima templado.

7.4 Comercialización y Producción

Los principales productores de limones en el mundo son: México (1, 693, 196 ton), seguido por la India (1, 342, 000 ton) y Argentina (1, 112, 277 ton).

El 94% de la producción mexicana corresponde a lima amarga o limón Mexicano, destinado en gran parte al consumo interno y, en menor medida, a la industria para la elaboración de aceites esenciales. Los principales proveedores mundiales de limones son España (32.6% del valor exportado), Argentina (12.9%), Estados Unidos (10.9%) y México (10%).

La verdura y la fruta son indispensables para llevar una dieta variada y balanceada, su importancia viene dada por su contenido en vitaminas, minerales y celulosa. La verdura contiene de un 80 a un 90% de agua, en el 10 ó 20% de materia seca restante se encuentra de 1 a 2% de celulosa (fibra dietética), 3 a 20% de hidratos de carbono, 1 a 5% de compuestos nitrogenados y trazas de grasa 0.1 a 0.3%, maneras inadecuadas de cocinado pueden dar lugar a grandes pérdidas de estos nutrimentos que van del 10 al 50%.

Debido a que el organismo no puede utilizar todos los minerales contenidos en las verduras, ya que estos se encuentran tan unidos al tejido celular que no se pueden liberar en el transcurso de una digestión normal, se recomienda consumirlos en una bebida que facilitara más la absorción de estos nutrimentos por la destrucción del tejido celular (22).

En la tabla 11 se observa, un cuadro comparativo de la composición química de frutas y verduras por los que esta conformada la bebida a desarrollar.

Tabla 11. Composición Química de Frutas y Verduras presentes en la bebida

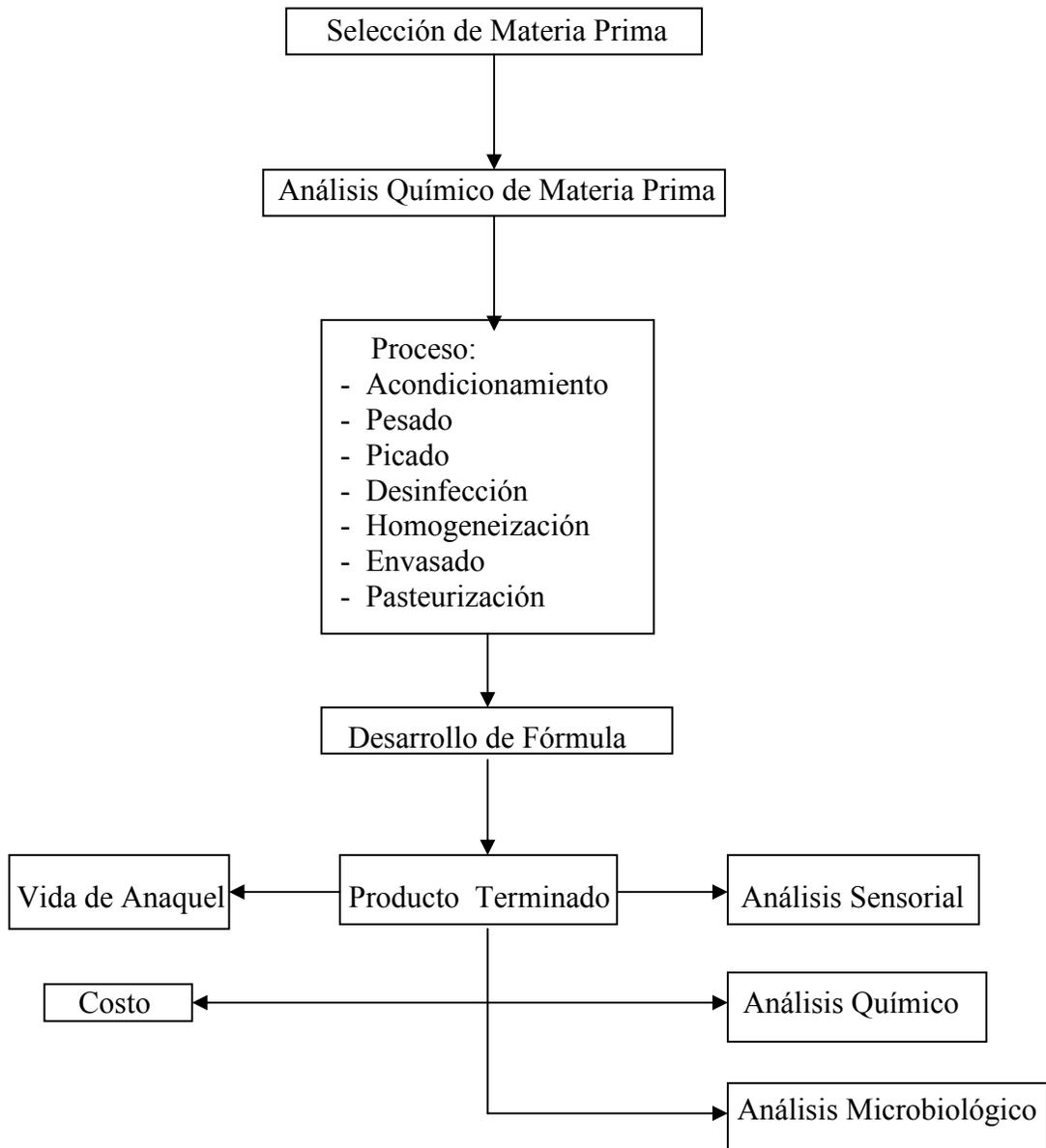
CONTENIDO	CONTENIDO POR CADA 100g							TOTAL
	VERDURAS				FRUTAS			
	NOPAL	APIO	ESPINACA	PEREJIL	PIÑA	TORONJA	LIMÓN	
Contenido energético (Kcal)	32.00	20.00	25.00	50.00	40.00	40.00	40.00	247.00
Proteínas (g)	1.40	1.30	2.30	3.00	0.60	0.70	0.70	10.00
Lípidos (g)	0.30	0.20	0.30	0.70	0.10	0.40	0.40	2.40
Carbohidratos (g)	7.20	3.70	3.20	14.00	8.40	11.00	7.70	55.20
Fibra (g)	2.50	0.70	0.60	1.70	1.50	4.00	3.70	14.70
MINERALES								
Calcio (mg)	100.00	60.00	81.00	238.00	35.00	29.00	102.00	645.00
Fósforo (mg)	20.00	40.00	55.00	60.00		20.00	18.00	213.00
Hierro (mg)	1.00	0.50	4.00	7.00	0.50	1.30	13.00	27.30
Cinc (mg)			0.60	0.08				0.68
Cobre (mg)			0.18	0.07			0.10	0.35
Manganeso (mg)			0.80					0.80
Yodo (mg)				0.00	0.03			0.03
Azufre (mg)		22.00	30.00	83.00			11.00	146.00
Cloro (mg)		137.00	75.00	74.00			2.00	288.00
Sodio (mg)		100.00	100.00	61.00	1.00	1.00	8.00	271.00
Potasio (mg)		290.00	500.00	522.00	113.00	180.00	234.00	1839.00
Magnesio (mg)		25.00	50.00	21.00	14.00		16.00	126.00
VITAMINAS								
Vitamina C (mg)	15.00	7.00	50.00	180.00	26.00	53.00	47.00	378.00
Vitamina A (Provitamina A) U.I	160.00	2810.00	9900.00	10.00	23.00	50.00		12953
Vitamina E (mg)		0.36			0.10			0.10
Vitamina B1 (Tiamina) mg	0.04	0.05	0.20	0.01	0.07	0.04	0.11	0.52
Vitamina B2 (Riboflavina) mg	0.06	0.04	0.20	0.04	0.04	0.03	0.11	0.52
Vitamina B3 (Niacina) mg	0.30		1.00	0.28	0.20	0.20	0.20	2.18
Vitamina B5 (Ác. Pantoténico) mg		0.40	0.30					0.70
Vitamina B6 (Piridoxina) mg			0.50					0.50
Ác. Fólico (µg)		61.00			11.00			72.00

Se puede observar que las verduras y frutas seleccionadas para la elaboración de la bebida, en conjunto proporcionan cantidades importantes de sustancias que son indispensables para el buen funcionamiento del organismo como: Fibra, Calcio, Hierro, Potasio, Magnesio, Fósforo, Vitamina C, Vitamina B3 (niacina), Vitamina A y Ácido fólico principalmente, entre otros nutrimentos, que han demostrado tener algún efecto benéfico en este, sí son consumidos en la cantidades requeridas. Es importante

mencionar que los efectos terapéuticos que se le atribuyen a las frutas y verduras mencionadas no se han comprobado por completo científicamente, sin embargo, se ha visto que el consumo de determinados nutrimentos que se encuentran presentes en estas, en las cantidades requeridas de acuerdo a las necesidades nutrimentales del individuo, provocan efectos benéficos en el organismo.

V. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DE UNA BEBIDA A BASE DE NOPAL CON FRUTAS Y VERDURAS

Diagrama general para la elaboración de la bebida



1. SELECCIÓN DE MATERIA PRIMA

Criterios considerados para la selección de los componentes en la bebida:

- Disponibilidad. Se seleccionaron frutas y verduras de producción abundante en el país durante la mayor parte del año, como el nopal, para generar un producto de fácil acceso al consumidor.
- Propiedades Sensoriales. Se eligieron frutas con sabores y aromas ácidos y dulces como la piña, toronja y limón, para generar un sabor cítrico y fresco en la bebida.
- Propiedades Nutrimientales. Las frutas y verduras son una fuente importante de nutrimentos que el organismo requiere para llevar a cabo sus funciones diarias, por lo que verduras como: nopal, espinaca, apio, y perejil, contienen cantidades considerables de algunos minerales, vitaminas y otros elementos como la fibra que son necesarios en la dieta del ser humano.

2. ANÁLISIS QUÍMICO DE MATERIA PRIMA

Se determinó Vitamina C y Humedad en cada uno de los componentes de la bebida, de acuerdo a lo establecido por los métodos de la A.O.A.C (Official Methods of Analysis of AOAC International, 1995).

2.1 Vitamina C

Fundamento

Químicamente la vitamina C es un polialcohol que en solución se encuentra en forma de lactona insaturada, en el cual el grupo hidróxido unido al átomo de carbono etilénico tiene carácter ácido ($pK=4.1$). El ácido ascórbico tiene dos grupos enólicos, por lo cual un agente oxidante puede producir su oxidación y se produce el ácido deshidroascórbico, el cual por la acción de un agente reductor puede volver a recuperar los átomos de hidrógeno perdidos y restaurar su actividad biológica.

Un método muy utilizado en la determinación del ácido ascórbico en los alimentos, es por acción del pigmento 2,6-diclorofenol-indol el cual por la vitamina C se reduce a una forma incolora; por lo cual la determinación con este reactivo es una valoración volumétrica de óxido-reducción.

Reactivos

- Solución de ácido acético al 5%
- Solución estándar de vitamina C. Pesar con suma exactitud 100mg de ácido ascórbico anhidro y colocarlo en un matraz volumétrico de 100mL y llevar al volumen con ácido acético al 5%. La concentración de la solución de Vitamina C es de 1mg/mL.
- Solución de diclorofenol-indofenol. Pesar 100mg de 2,6-diclorofenol-indofenol y 50mg de bicarbonato de sodio, disolverlos y llevar con agua destilada a 1L. Valorar esta solución, colocando 1mL de solución estándar de vitamina C con 9mL de ácido acético al 5% en un matraz erlenmeyer y titular con la solución colorante hasta que persiste el color rosado por lo menos durante 10 segundos. La cantidad consumida en mililitros se considera como título que equivale a 1mg de vitamina C.

Procedimiento

Pesar de 5 a 10g del alimento (o un volumen medido cuando se trate de jugo), dependiendo del contenido esperado de vitamina C, inmediatamente homogeneizar con 50mL de ácido acético al 5% con el fin de inactivar a la ascorbato oxidasa endógena. Llevar a 100mL con agua destilada, dejar que sedimente el material insoluble. Para eliminar la mayor cantidad de material insoluble del sobrenadante, filtrar a través de papel filtro de poro grueso para obtener por lo menos dos alícuota de 10mL para la valoración de vitamina C.

Colocar cada alícuota en un matraz erlenmeyer, titular con la solución valorada de diclorofenol-indofenol, hasta que persista el color rosado por lo menos 10 segundos.

Cálculos

Con el título de la solución de diclorofenol-indofenol calcular el contenido de vitamina C en términos de mg de ésta por 100 gramos de alimento.

2.2 Humedad

Método por secado

Se fundamenta en la pérdida de peso de un alimento por secado en estufa.

Procedimiento

Pesar de 2 a 3g de muestra preparada en un pesafiltro con tapa, que ha sido previamente pesado, después de ponerlo a peso constante 2 horas aproximadamente a 130°C. Secar la muestra 2 horas a la estufa a 100-110°C. Retirar de la estufa, tapar, dejar enfriar en desecador y pesar tan pronto como se equilibre con la temperatura ambiente. Repetir las operaciones de secado hasta peso constante.

Cálculos

$$\% H = (P_{MH} - P_{MS} / P) * 100$$

% Humedad = Por ciento de humedad

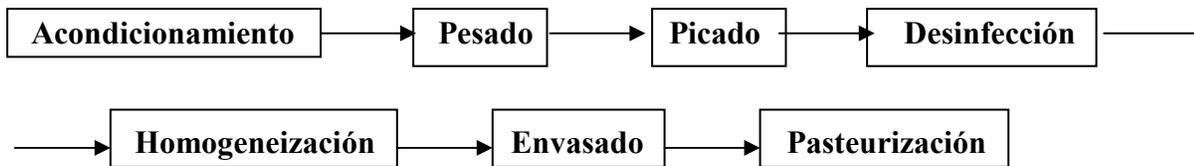
P = Peso de la muestra

P_{MH} = Peso de la muestra húmeda + pesa filtro

P_{MS} = Peso de la muestra seca + pesa filtro

3. PROCESO

Proceso para la elaboración de la bebida.



3.1 Acondicionamiento

Para acondicionar las materias primas, primero se lleva a cabo el lavado de estas bajo el chorro del agua, con un detergente y estropajo para eliminar la tierra y suciedad que pudieran presentar las frutas y verduras. Después se dejan escurrir para eliminar el exceso de agua y poderse pesar, a excepción de la piña, que se pela (eliminar la cáscara) antes de ser pesada. Para el caso de la toronja y el limón solo se extrae su jugo (utilizando un extractor de jugos).

3.2 Pesado.

Una vez que todos los vegetales (nopal, espinaca, perejil, apio y piña) están limpios y secos, se pesan las cantidades correspondientes de cada uno con una balanza granataria. Para el caso del jugo de toronja y limón, se mide el volumen con probetas de 10 y 100mL.

3.3 Picado.

Todos los vegetales se cortan en trozos pequeños con un cuchillo, para facilitar la homogeneización. Estas operaciones se realizan de acuerdo a lo establecido por las Buenas Prácticas de Manufactura, para reducir o evitar el riesgo de alguna contaminación en el proceso.

3.4 Desinfección.

Vegetales como la espinaca, apio, perejil y nopal después de lavarse, pesarse y picarse se desinfectan con una dosis de cloro activo que va de 200 a 300ppm en el agua de lavado durante 5 minutos, para eliminar las amibas y bacterias que pudieran estar presentes. Posteriormente se hace otro lavado con agua potable para eliminar los residuos del producto clorado (35).

3.5 Homogeneización.

La materia prima, a excepción del nopal, se homogeniza utilizando una licuadora de aspas *moulinex*, por un tiempo de 2 minutos a una velocidad de 800rpm. El homogeneizado se filtra a través de una malla No. 50 (colador), y se incorpora nuevamente en la licuadora para homogeneizarse pero ahora con el nopal. Esto se hace con el objetivo de que la bebida contenga únicamente la fibra del nopal.

3.6 Envasado.

Una vez que se tiene la bebida totalmente homogénea, se envasa en frío en una botella de vidrio para pasteurizarse.

3.7 Pasteurización.

Las condiciones de pasteurización se establecieron en base a datos sugeridos por la literatura (29) de acuerdo al pH de la bebida.

4. DESARROLLO DE FÓRMULACIÓN

4.1 Diseño experimental para el desarrollo de la bebida

Se realizaron varias pruebas, como se puede ver en la tabla 12, cambiando las cantidades de cada uno de los componentes que conforman a la bebida, hasta obtener una formulación con propiedades sensoriales adecuadas. Los parámetros que se evaluaron fueron: sabor, olor y consistencia principalmente.

Para evaluar las pruebas sensorialmente, se tomó como referencia la formulación 1, fórmula con la que inicialmente se empezó a trabajar y a la cual había que mejorar su sabor ya que presentaba notas muy amargas al momento de beberla. Las evaluaciones sensoriales para llevar a cabo la reformulación de sabor en la bebida, fueron realizadas por un juez entrenado. Obteniendo que la formulación 2 fue la que presentó mejores características sensoriales de sabor, olor y consistencia, al compararla con la formulación 1 (ver tabla 12).

Tabla 12. Diseño experimental para el desarrollo de la bebida

		FORMULACIONES							
COMPONENTES	1 (Referencia)	2*	3	4	5	6	7	8	
Nopal (g)	27	27	27	27	27	27	27	27	
Apio (g)	17	17	17	17	15	17	10	17	
Espinaca (g)	13	10	13	13	13	13	13	8	
Perejil (g)	3	3	2	3	3	3	3	3	
Piña (g)	83	83	83	83	83	70	83	83	
Toronja (mL)	67	67	67	50	67	67	67	67	
Limón (mL)	3	3	3	3	3	3	3	3	
Agua (mL)	100	100	100	100	100	100	100	100	
Comentarios	Sabor: Es un poco ácida y tiene notas amargas al final.	Sabor: Tiene buen sabor y no se perciben notas amargas.	Sabor: Tiene buen sabor, pero es un poco mas dulce que (1).	Sabor: Se perdió sabor y es un poco más ácida que la (1).	Sabor: Falta sabor y tiene notas amargas.	Sabor: Es muy ácida y tiene notas amargas al final.	Sabor: Pierde sabor, y tiene notas amargas.	Sabor: Pierde sabor, pero ya no tiene notas amargas.	
Se tomo como referencia la formulación 1.	Olor: Tiene notas a hierba y cítricas.	Olor: Con notas a hierba, menos intensas que la (1), y notas cítricas más intensas.	Olor: Tiene notas a hierba y notas cítricas.	Olor: Son mucho mas intensas las notas a hierba.	Olor: Tiene notas a hierba y cítricas.	Olor: Las notas herbales son muy intensas.	Olor: Se perciben mas las notas cítricas.	Olor: Tiene notas a hierba y cítricas.	
	Consistencia: Es un poco espesa, pero agradable.	Consistencia: Poco espesa, pero agradable.	Consistencia: Poco espesa, pero agradable.	Consistencia: Se siente menos espesa.	Consistencia: Es un poco espesa, pero agradable.	Consistencia: Tiene muy poco cuerpo.	Consistencia: Es un poco espesa, pero agradable.	Consistencia: Es un poco espesa, pero agradable.	

En todas las formulaciones se obtiene 250mL de bebida

* Presenta mejores características sensoriales que la formulación 1.

4.2 Apariencia y Estabilidad

Una vez que se estableció la formulación (ver tabla 12), para mejorar la apariencia y estabilidad de la bebida se realizaron varias pruebas a distintas concentraciones de goma xantana, la cual es muy estable a un amplio rango de pH (28), para evitar la separación de fases por un tiempo considerable mientras esta es ingerida por el consumidor, como se puede ver en la siguiente tabla.

Tabla 13. Pruebas con Goma Xantana a diferentes concentraciones en la bebida.

Goma Xantana (g/100mL bebida)	Observaciones
0.00	Separación de fases a los 12 minutos.
0.01	Separación de fases en 35 minutos.
0.02	Separación de fases en 1 hora.
0.03	Separación de fases en 1.5 horas.
0.04	Separación de fases a las 4 horas.
0.05	Tarda más de 4 horas. en separarse

* Se observó que las bebidas a las que se adicionó goma generaron mayor cantidad de espuma al momento de homogeneizar.

4.3 Antiespumante

Para resolver el problema de generación de espuma al adicionar la goma durante la operación de homogeneizado, se realizaron distintas pruebas con aditivos utilizados en la industria alimenticia.

4.3.1 Prueba con monoglicéridos

Se hicieron pruebas con monoglicéridos para evitar la formación de espuma, utilizando monoestearato de glicerilo (en forma de hojuelas), en las siguientes concentraciones: 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5%. Pero debido a que el contenido de grasa en la bebida es muy bajo no se logró la incorporación de este. Por este motivo se utilizó un antiespumante comercial (FG-10. Emulsión de Silicona).

4.3.2 Antiespumante FG-10. Emulsión de Silicona

Se realizaron varias pruebas a distintas concentraciones de antiespumante (0.1-1mL de antiespumante por Litro de bebida), obteniendo buenos resultados con 1mL de antiespumante por cada Litro de bebida.

4.4 Pasteurización

Al tener un pH de 3.5 la bebida, se sugiere utilizar las siguientes condiciones de pasteurización:

Tabla 14. Condiciones de pasteurización a las que se sometió la bebida

Pasteurización	Observaciones
85°C/10min.	El color cambio de un verde fresco a un verde pardo oscuro, presenta un olor a caramelo con notas dulces y sabor a cocido.
77° C/1min.	No presenta olor a caramelo, su sabor es mas fresco y el color es un verde pardo.
*88°C/15seg.	No presenta olor a caramelo, su sabor es fresco y el color es un verde mas intenso.

* Condiciones de temperatura y tiempo a las cuales la bebida se ve menos afectada en sus características sensoriales.

5. PRODUCTO TERMINADO

Al producto terminado se le realizó: un análisis sensorial (prueba de nivel de agrado), análisis químico proximal (tabla nutrimental), análisis microbiológico, vida de anaquel, y se determino un costo aproximado del producto.

5.1 Evaluación Sensorial

Una vez que se obtuvo la formulación final de la bebida (ver tabla 12), se sometió a una prueba de nivel de agrado con consumidores, para ver que tanto les agradaba o desagradaba a la población en general. La prueba se aplicó a un total de 55 personas de todas las edades, en su mayoría personas entre 37 y 61 años de edad.

En el cuestionario se empleo una escala hedónica de cuatro puntos, para facilitar la evaluación al consumidor, como se muestra a continuación:

Prueba de Nivel de Agrado

BEBIDA DE NOPAL CON FRUTAS Y VERDURAS

Sexo: _____

Edad: _____

Instrucciones: Pruebe la muestra e indique con una X en la línea correspondiente, su nivel de agrado, es decir que tanto le gusta la bebida.

No me gusta _____

Me gusta poco _____

Me gusta _____

Me es indiferente _____

Marque con una X la opción que elija (puedes elegir más de una opción).

Sí no te gusto la bebida, te gusto poco o sí te gusto, fue debido a su:

Color

Sabor

Consistencia

Olor

Otros: _____

¿Qué le cambiaría a la bebida?

Gracias

5.2 Análisis Químico Proximal

El análisis químico proximal de la bebida consta de las siguientes determinaciones de acuerdo a lo establecido por la AOAC 1995.

- a) Humedad
- b) Cenizas
- c) Proteína Cruda
- d) Grasa cruda
- e) Fibra cruda
- f) Hidratos de Carbono (por diferencia)

5.3 Análisis Microbiológico

El análisis microbiológico se realizó mediante Pruebas presuntivas que únicamente nos van a indicar la presencia o ausencia de ciertos microorganismos en el producto. Las pruebas se realizaron principalmente para *Hongos y Levaduras*, que son los microorganismos que pueden crecer por las características del producto, y Cuenta total con el objetivo de comprobar la inocuidad del producto después del proceso de pasteurización (ver tabla 21).

5.4 Vida de Anaquel

La vida de anaquel se realizó, con el producto envasado y pasteurizado, por un periodo de 3 meses, en estufas a diferentes condiciones de temperatura: Refrigeración (R), Temperatura Ambiente (TA), a 30°C y 40°C, y sin paso de luz, que son los parámetros más importantes que pueden acelerar el proceso de deterioro por las características del producto. La toma de muestras se llevo a cabo cada 8 días para realizar un análisis sensorial (evaluando parámetros como: olor, sabor, color y consistencia) por un juez entrenado, así como la determinación de pH, y evaluación microbiológica (*Hongos, Levaduras y Cuenta total*) cada 15 días. Cada una de las muestras a evaluar de las diferentes condiciones de temperatura, se analizaba y se desechaba el mismo día (ver tabla 22).

- **Evaluación Sensorial para determinar la vida de anaquel**

Para la prueba sensorial se evaluaron parámetros como: Olor, Sabor, Color y Consistencia, tomando como control la muestra a las condiciones de Refrigeración. La evaluación consiste en asignar un valor dependiendo del grado de cambios en la muestra, para este caso se asignó el valor de 1 para las muestras que no presentaban cambios, un valor de 2 para aquellas que presentaban un ligero cambio en la bebida, un valor de 3 para aquellas muestras con cambios moderados, un 4 para muestras con cambios fuertes y un 5 para muestras con cambios extremos (ver tabla 22).

- **Determinación de pH para determinar la vida de anaquel**

La determinación de pH se realizó a cada una de las muestras que se encontraban a las distintas condiciones de temperatura, con un potenciómetro durante los 3 meses de almacenamiento.

La determinación de vitamina C en el producto final no se llevo a cabo debido a que la bebida tiene un color verde intenso, de manera que para determinar la vitamina C presente, por el método de 2, 6 diclorofenol-indol no es posible, ya que no se aprecia muy bien el vire al momento de titular. Se sugiere determinarla por un método cromatográfico.

- **Evaluación Microbiológica para determinar la vida de anaquel**

La determinación microbiológica se llevó a cabo de manera cualitativa a través de pruebas presuntivas, que consisten en paletas de plástico con medio de cultivo en ambos lados específico para el microorganismo a determinar. Las pruebas que se aplicaron a la bebida fueron para *Hongos*, *Levaduras* y *Cuenta total* de microorganismos.

5.5 Costos y Punto de equilibrio

Se determinó un costo final aproximado de la bebida, tomando en cuenta: costos fijos y variables, costo de materia prima, material y equipo para su elaboración en una pequeña empresa.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Análisis Químico de Materia Prima

Tabla 15. Contenido de Humedad y Vitamina C en Materia Prima

Materia Primas	Humedad (%)	Vitamina C (mg/100g)
Nopal	99.28	12.91
Espinaca	88.71	20.74
Apio	93.99	7.79
Perejil	82.75	208.04
Piña	83.34	8.83
Toronja	89.75	26.36
Limón	90.00	63.00

Como era de esperar las verduras presentan un alto contenido de humedad, siendo mayor la del nopal, seguido por el apio, la espinaca y perejil con un menor contenido de humedad. Para el caso de las frutas, el limón presenta el mayor contenido de humedad después la toronja y la piña respectivamente como se puede observar en la tabla 15.

El contenido de Vitamina C en la materia prima fue muy variable, presentando mayor el perejil con 208mg por cada 100g y el limón con 63mg por cada 100g, seguidos de la toronja, la espinaca, el nopal y la piña, el apio fue la verdura con menor contenido de Vitamina C 7.79mg por cada 100g, como se puede ver en la tabla 15. Se debe considerar que el contenido de vitamina C en frutas y verduras varia dependiendo del estado de maduración y de otros factores durante su cultivo, por lo que las determinaciones pueden ser muy variables.

2. Desarrollo de Formulación

2.1 Formulación Final

Tabla 16. Formulación Final

Componentes	(%)
Nopal	8.70
Apio	5.48
Perejil	0.97
Espinaca	3.22
Piña	26.75
Toronja	21.59
Limón	0.97
Agua	32.22
Goma xantana	0.02
Antiespumante FG-10	0.08

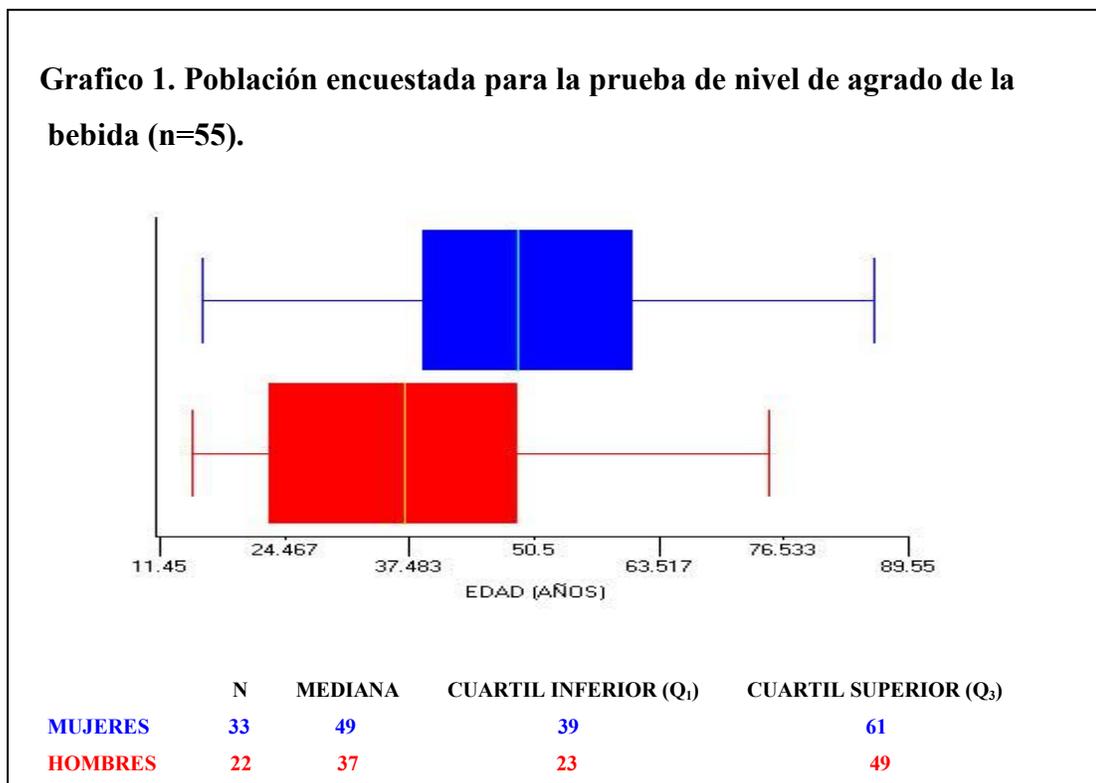
* todos los componentes de la bebida se pesaron incluyendo los jugos, como es el caso del jugo del limón y toronja.

Finalmente se obtuvo una bebida de sabor y apariencia agradable, nutritiva y con una estabilidad microbiológica que asegura su inocuidad al ser consumida en el tiempo establecido.

3. Producto Terminado

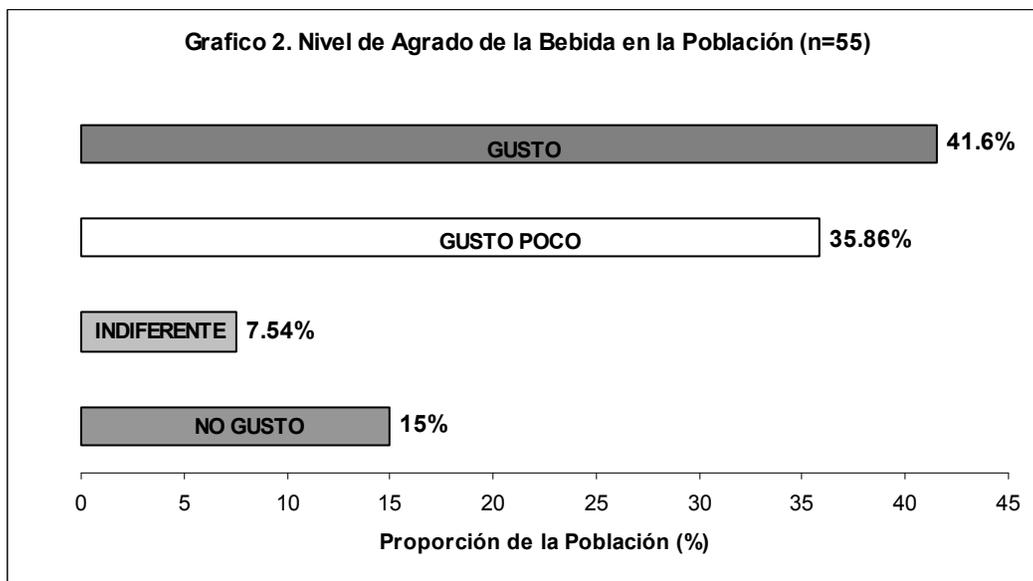
3.1 Evaluación Sensorial

Los resultados que se obtuvieron del cuestionario (ver pag. 49) que se aplicó a las personas que realizaron la prueba de nivel de agrado en la bebida desarrollada fueron los siguientes:



El cuestionario se aplicó a un total de 55 personas, con un rango de edad entre 15 y 86 años de edad en general, como se puede ver en el Gráfico 1, de los cuales, el 25% de los encuestados mujeres, tienen 39 años o menos, el 50% 49 años o menos, y el 75% 61 años o menos. Para el caso de los hombres, el 25% tienen 23 años o menos, el 50% 37 años o menos, y el 75% 49 años o menos. Por el tamaño de la muestra, la dispersión y poca uniformidad de datos obtenidos en la población encuestada, para una prueba de nivel de agrado, sólo podemos darnos una idea y decir que la población encuestada fue en su mayoría por personas entre 37 y 61 años de edad en general (mujeres y hombres), población a la cual estaría enfocada principalmente la bebida.

3.1.1 Nivel de Agrado de la Bebida



Al determinar el nivel de agrado o desagrado de la bebida en la población, se encontró, como se puede observar en el Gráfico 2, que para el 41.6% de los encuestados la bebida les gusto, al 35.86% les gusto poco, al 7.54% les fue indiferente y sólo al 15% de la población encuestada no le gusto. En la siguiente tabla encontramos el porcentaje de agrado o desagrado que obtuvo cada uno de los atributos evaluados en la bebida por la población.

Tabla 17. Porcentaje de agrado o desagrado obtenido en cada parámetro evaluado en la bebida.

Calificación de agrado	GUSTO	GUSTO POCO	NO GUSTO	INDIFERENTE*
Porcentaje de la población que evaluó la bebida	41.6	35.86	15	7.54
COLOR	0	7	14	-
OLOR	6	7	14	-
SABOR	58	47	44	-
ACIDEZ	13	21	21	-
CONSISTENCIA	23	18	7	-

*No se consideraron los datos obtenidos de la población a los que les fue indiferente la bebida 7.54%, para evitar datos erróneos durante el análisis.

Observando que la bebida gusto en un 41.6% de la población por su sabor y consistencia principalmente, al 35.86% les gusto poco por su acidez, al 7.54% les fue indiferente y al 15% no le gusto por su sabor y acidez. Es importante mencionar que la prueba de nivel de agrado realizada con 55 personas sólo nos da una idea del agrado de la bebida en la población, debido a que este tipo de pruebas que se realiza con consumidores para que tenga un menor grado de error se necesita de un tamaño de muestra mayor. Para incrementar el nivel de agrado del producto en la población se sugiere de una reformulación con jueces entrenados, apoyada en los resultados que arroja un análisis sensorial analítico (Prueba de análisis descriptivo QDA, Prueba de perfil de sabor) que nos permita obtener mayor información acerca de las características de la bebida desarrollada (perfil sensorial).

3.2. Análisis Químico Proximal

A continuación en la tabla 18, se muestra el análisis químico proximal de la bebida desarrollada para determinar su aporte nutrimental.

Tabla 18. Análisis Proximal de la Formulación Final

Determinación	Bebida Desarrollada (%)
Humedad	92.05
Cenizas	0.34
Proteína	0.79
Grasa Cruda	0.15
Hidratos de Carbono	6.22
Fibra Cruda	0.45

Se obtuvo una bebida con un bajo contenido de grasa como era de esperarse y con un aporte considerable de algunos nutrimentos como proteína e hidratos de carbono, para estos últimos, parte de ellos son fibra (0.45g por cada 100mL de bebida) que es uno de los principales elementos por los que se caracteriza este producto.

A continuación en la tabla 19 se hace una comparación del aporte nutrimental entre la bebida desarrollada y una bebida comercial (bebida de nopal con naranja, Rancho natura).

Tabla 19. Comparación del aporte nutrimental de la Bebida desarrolla y una Bebida comercial

Determinación	Bebida Desarrollada (%)	Bebida Comercial (%)
Humedad	92.05	92.19
Cenizas	0.34	0.27
Proteína	0.79	0.30
Grasa Cruda	0.15	0.38
Fibra Cruda	0.45	0.50
Hidratos de Carbono	6.22	6.36

Como se puede ver, la bebida que se desarrolló presenta un mayor contenido de Proteína y Minerales (cenizas) con respecto a la bebida comercial (Rancho Natura jugo de nopal con naranja), así como un menor contenido de Grasa. Para el caso de la fibra, esta se encuentra en menor cantidad, que posiblemente esto se debe a que la cantidad de nopal en la bebida comercial es mayor o por el aporte de fibra de otros ingredientes, sin embargo, la bebida desarrollada se le puede considerar como un alimento con una cantidad considerable de fibra al tener 1.12g de fibra por cada 250mL (1 porción), cumpliendo con el 4.5% de fibra que se recomienda consumir diariamente para una persona adulta (25g de fibra).

La presentación final de la bebida será en una botella de 250mL con el siguiente contenido nutrimental, de acuerdo a lo obtenido en el análisis químico proximal.

Tabla 20. Contenido Nutrimental

Fórmula Desarrollada		
Información Nutrimental		
1 Porción por envase (250mL)		
		294.33 KJ
Contenido energético		68.93 Kcal
Proteína (g)		1.97
Lípidos (g)		0.37
Hidratos de Carbono (g)		15.55
De los cuales		
Fibra (g)		1.12
		% IDR
Vitamina C (mg)*	17.64	30 %

* Valor estimado considerando el contenido de vitamina C en la materia prima ver tabla 15.

3.3 Análisis Microbiológico

Tabla 21. Resultados de pruebas microbiológicas en la Bebida sin pasteurizar y pasteurizada

	Bebida sin Pasteurizar	Bebida Pasteurizada
Microorganismos		
<i>Cuenta total</i>	++	-
<i>Hongos y Levaduras</i>	++	-

++ contaminación moderada
- negativo

Con estas pruebas confirmamos que la pasteurización que se aplicó a 88°C/15seg es la adecuada para este tipo de alimento, ya que para ambos microorganismos los resultados fueron negativos, por lo que el producto se puede considerar inocuo. Para el caso de las pruebas que se realizaron a la bebida sin pasteurizar, se encontró una contaminación moderada (10^4 - 10^5 u.f.c/mL), lo que nos indica que la materia prima con la que se elaboró la bebida era de buena calidad microbiológica y que la operación de desinfección fue efectiva, eliminando gran parte de los microorganismos presentes en los vegetales.

3.4 Vida de Anaquel

En la tabla 22 se observan a través de calificaciones los cambios sensoriales, de pH y microbiológicos que fue presentando la bebida a lo largo de casi tres meses de almacenamiento a distintas condiciones de Temperatura.

PRUEBAS PARA DETERMINAR LA VIDA DE ANAQUEL EN LA BEBIDA

Tabla No. 22

EVALUACIÓN SENSORIAL

CONDICIONES	T. A. (23°C)												Refrigeración (8°C)												30°C												40°C																			
DÍA	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92
Parámetros																																																								
Olor	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	-	2	2	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Sabor diferente o desagradable	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	2	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	-	1	2	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5	5
Consistencia desagradable	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Color	-	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	-	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	-	1	1	2	3	3	4	5	5	5	5	5	5	5

Observaciones:
 Puntuación máxima para dar fin a la vida útil del producto es de 3.5
 1. Ninguno 2. Ligero 3. Moderado 4. Fuerte 5. Extremo

EVALUACIÓN QUÍMICA

CONDICIONES	T. A. (23°C)												Refrigeración (8°C)												30°C												40°C																			
DÍA	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92
Parámetros																																																								
pH	3	3	3.3	3.5	3.4	3.2	3.9	3.8	3.7	3.5	3.6	3.6	3.7	3	3	3	3.5	3.5	3.4	3.4	3.9	3.8	3.7	3.5	3.6	3.6	3.7	3	3	2.9	3.5	3.5	3.4	3.3	3.8	3.7	3.6	3.5	3.5	3.6	3.7	3	3	2.9	3.5	3.5	3.3	3.3	3.9	3.7	3.6	3.5	3.5	3.6	3.6	3

Observaciones:

EVALUACIÓN MICROBIOLÓGICA

CONDICIONES	T. A. (23°)												Refrigeración (8°C)												30°C												40°C																			
DÍA	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92	1	8	15	22	29	36	43	50	57	64	71	78	85	92
MOOS																																																								
Hongos y Levaduras	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cuenta total	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

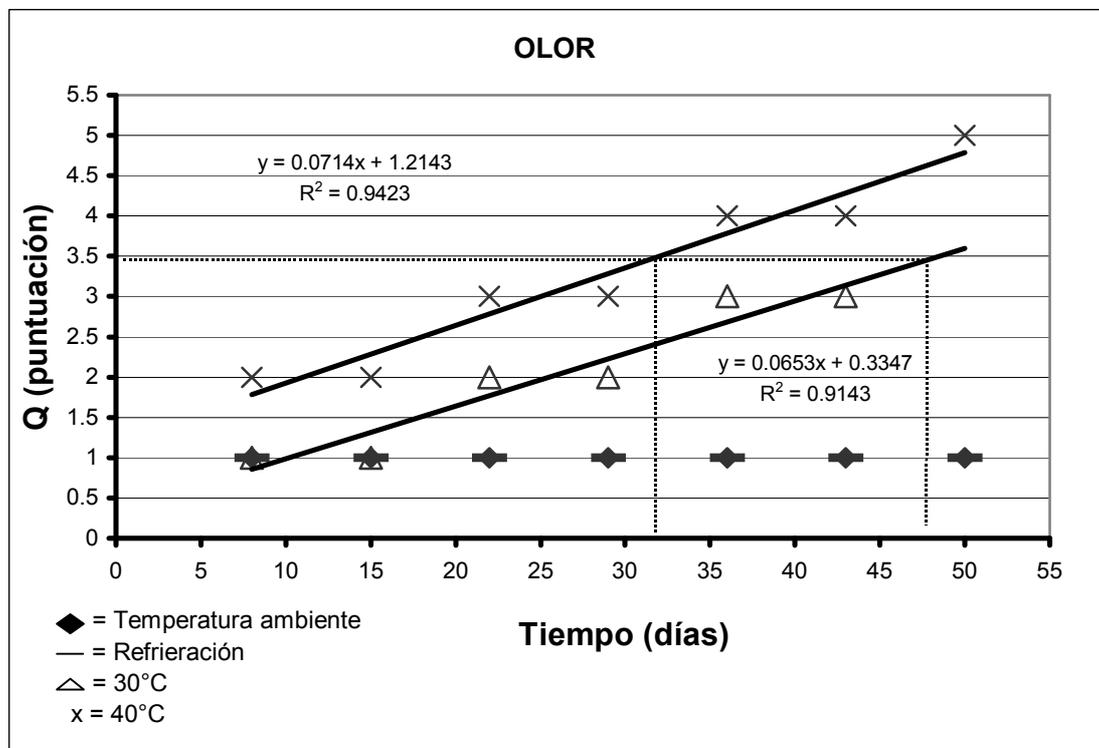
Observaciones: Las colonias que crecieron en los tets positivos de las diferentes condiciones de temperatura eran de apariencia blanca y cremosa.

3.4.1 Pruebas Sensoriales

La puntuación máxima (Q) que se considero para dar fin a la vida útil del producto fue de 3.5 (valor arbitrario), por lo que una vez que alguno de los parámetros (olor, sabor, color y consistencia) evaluados sensorialmente obtenga este valor significa que el producto a perdido su calidad sensorial.

OLOR

Gráfico 3. Comportamiento del parámetro olor en la bebida durante el estudio de vida de anaquel.

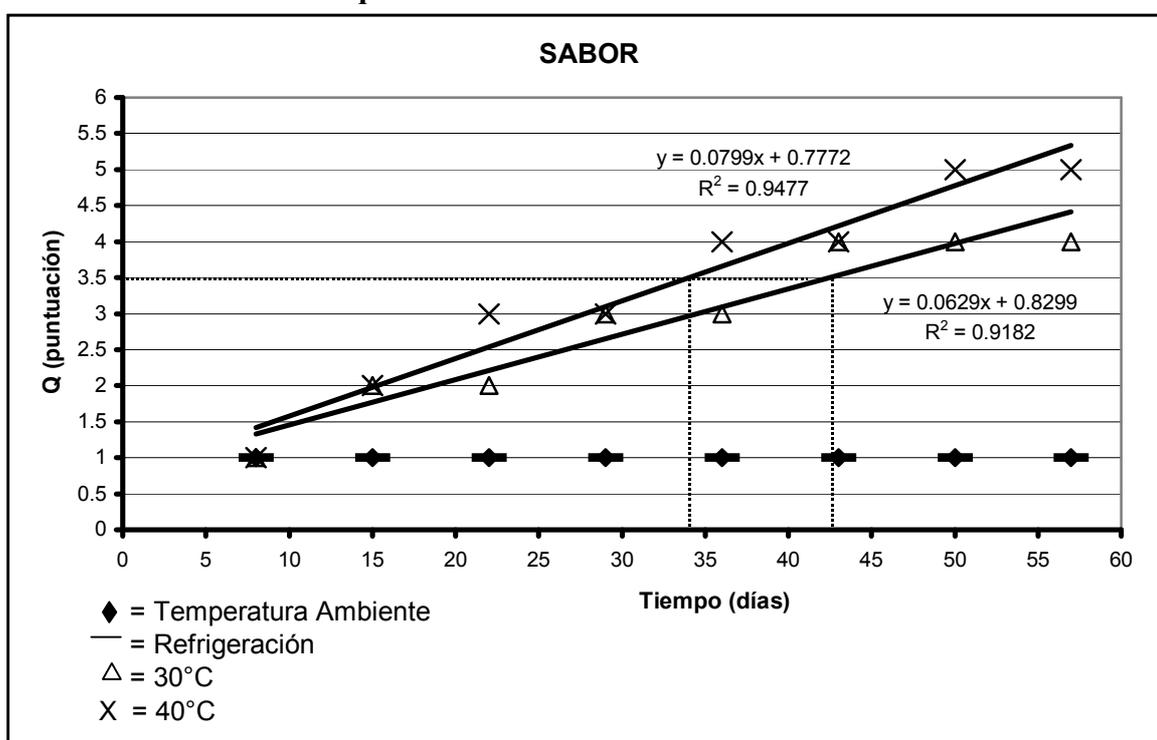


Como se puede ver en el gráfico 3, las muestras del producto que fueron sometidas a una temperatura de 30 y 40°C tuvieron cambios de olor desfavorables, presentando unas intensas notas a caramelo, provocando un descenso en la calidad sensorial del producto a los 32 días a la temperatura de 40°C y a los 48 días para la temperatura de 30°C de almacenamiento (ver tabla 22). La muestra a Temperatura Ambiente (23°C) no presentó cambios notables en olor durante el tiempo en estudio.

Para dar la puntuación a las muestras en cada uno de los parámetros evaluados a las diferentes condiciones de temperatura, se tomó como referencia la muestra que se encontraba en Refrigeración (8°C), la cual no presentó ningún cambio desfavorable de olor durante el periodo de almacenamiento (85 días).

SABOR

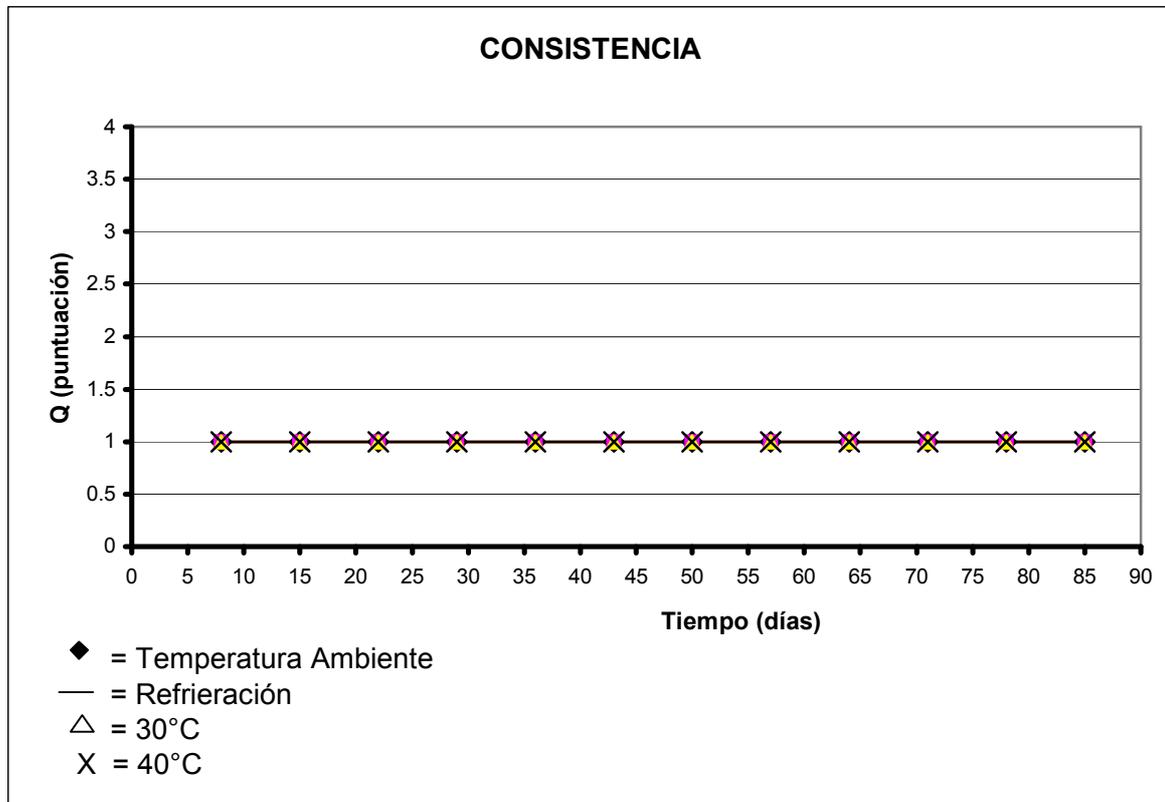
Grafico 4 Comportamiento del parámetro sabor en la bebida durante el tiempo de estudio de vida de anaquel.



Las muestras que presentaron cambios desfavorables en sabor fueron las de 30°C teniendo un fin de vida útil a los 42 días y 34 días para la temperatura de 40°C (ver tabla 22). Los principales cambios que tuvo el sabor, fue la pérdida de frescura, la presencia de notas muy dulces y amargas. Las muestras a temperatura ambiente (23°C) no presentaron cambios notables en sabor durante el periodo de almacenamiento.

CONSISTENCIA

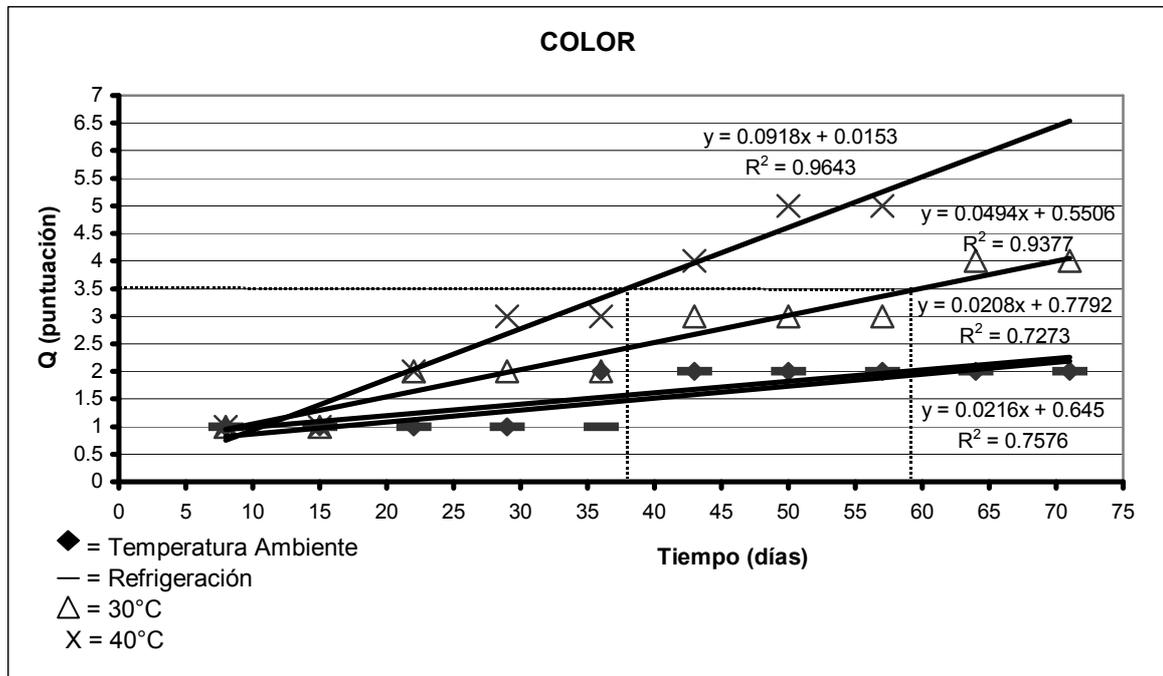
Grafico 5 Comportamiento del parámetro consistencia en la bebida durante el tiempo de estudio de vida de anaquel.



En este caso, no se observa ningún cambio desfavorable o favorable de consistencia en el producto para cada una de las diferentes condiciones de temperatura. Por lo que se requiere de mayor tiempo de estudio para la evaluación de este parámetro en la bebida a estas condiciones de almacenamiento.

COLOR

Grafico 6. Comportamiento del parámetro color en la bebida durante el tiempo de estudio de vida de anaquel.



Como se puede ver en la gráfica 6, el color de la bebida se ve afectado a las temperaturas de 30°C y 40°C en un tiempo de 59 y 37 días respectivamente, volviéndose de un verde pasto a un verde pardo (ver tabla 22). En el caso de la temperatura ambiente (23°C) y la temperatura de Refrigeración (Control) la bebida no presenta cambios, por lo que se requiere de un mayor tiempo de estudio para observar algún cambio de color a estas condiciones de almacenamiento.

Por los resultados obtenidos en la evaluación sensorial se puede decir que el producto almacenado a una temperatura ambiente tiene una duración de más de 85 días, sin que se perciba algún cambio desfavorable en sus propiedades sensoriales.

3.4.2 Determinación de pH

La variación de pH fue de 3 a 3.9 en todas las condiciones de almacenamiento durante los 85 días de estudio de la vida de anaquel del producto.

3.4.3 Pruebas Microbiológicas

De las pruebas que resultaron positivas durante el estudio de vida de anaquel, se repitieron para confirmar el resultado, y en algunos casos fueron negativos lo que nos hace pensar que los test positivos durante los primeros días de almacenamiento (ver tabla 22) se debieron a alguna contaminación al momento de la evaluación o a que esa muestra no fue pasteurizada correctamente.

Para el caso de la Temperatura Ambiente (T.A.) los últimos dos test fueron positivos para Hongos y levaduras por lo que aquí se detiene el estudio de vida de anaquel.

Por lo tanto se puede decir, que el producto almacenado a Temperatura Ambiente es estable tanto sensorial, química y microbiológicamente en un tiempo real de 71 días.

3.5 Costo del Producto Final

Para determinar un costo aproximado en el producto final, se obtuvo un costo de \$1,76 de materia prima para la elaboración de la bebida por unidad en una presentación de 250 mL (ver tabla 23).

Tabla 23. Costo unitario de Materias Primas

Materias Primas	Unidad de Medida	Precio \$	Cantidad del ingrediente	Costo unitario \$
Nopal	Kg	8.90	27 g	0.24
Piña	Kg	8.00	55 g	0.44
Toronja	Kg	6.00	67 g	0.40
Apio	Kg	5.70	15 g	0.085
Perejil	Kg	41.00	2 g	0.082
Espinaca	Kg	27.00	10 g	0.27
Limón	Kg	5.00	3 g	0.015
Espesante	Kg	82.00*	0.03 g	0.002
Antiespumante	Kg	88.00*	0.25 g	0.022
Agua	L	2.00	100 mL	0.20

* El producto se vende en dólares. El dólar se considero a \$ 11.00

La tabla 24 muestra el costo aproximado del material y equipo utilizado para la elaboración de la bebida por una microempresa.

Tabla 24. Costo de Material y Equipo

Inversión inicial	
	Costo (\$)
Material (utensilios)	10 000
Equipo	30 000

Considerando el costo del material y equipo utilizado para la elaboración de la bebida, se requiere una inversión inicial de aproximadamente \$40 000.

En la tabla 25, se obtiene un aproximado de los costos fijos y costos variables, que se requieren para la elaboración de la bebida.

Tabla 25. Costos fijos y Costos variables

Costos fijos/mes	
Costos fijos	Precio \$
Pago de intereses*	653
Personal	8 000
	8 653
Costos variables (por unidad)	
Costos variables	
Materia Prima	2,03
Servicios	0,186
	2,216

* Intereses generados de un préstamo para obtener una inversión inicial.

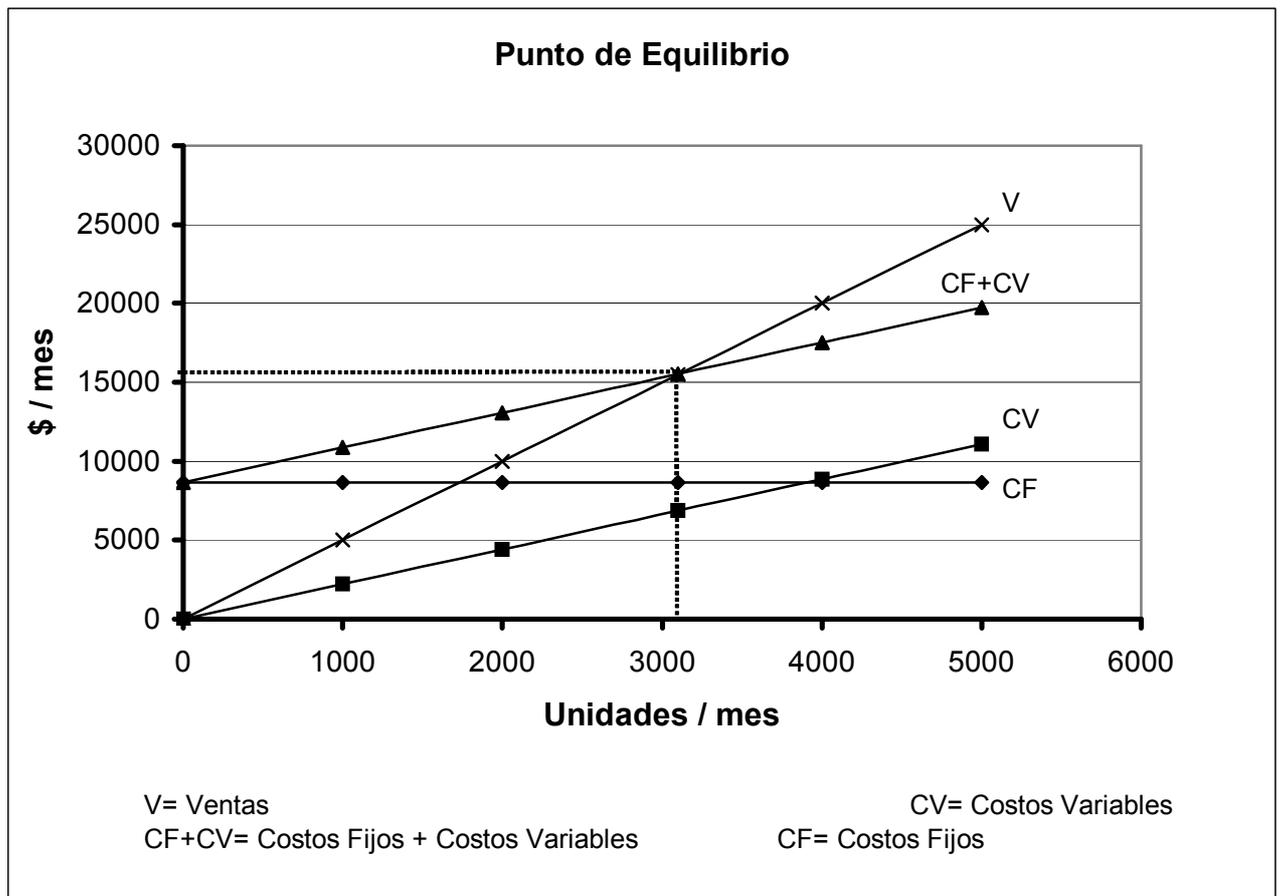
Tomando como referencia el costo de la bebida comercial (Rancho Natura), que es de \$4,85 por unidad de 250mL y considerando el mismo tipo de envase, se propone un costo final a la bebida desarrollada de \$5,00 aproximadamente.

3.5.1 Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio, es una técnica de análisis empleada como instrumento de planificación de utilidades, toma de decisiones y resolución de problemas. Se define como el momento o punto económico en que una empresa no genera utilidad ni pérdida.

Para determinar el punto de equilibrio para una microempresa que desee elaborar la bebida, se considero un costo de \$5 por unidad.

Gráfico 7. Punto de Equilibrio



El gráfico 7 nos muestra que se llega a un punto de equilibrio cuando se alcanza una venta de \$ 15 500 lo que equivale a una producción de 3 100 unidades de 250mL de bebida vendidas por mes antes de obtener una ganancia.

VII. CONCLUSIONES

- Se desarrolló una bebida a base de nopal con frutas (piña, toronja y limón) y verduras (apio, espinaca y perejil), como alternativa para incrementar, facilitar y promover el consumo de estas en el país.
- Se obtuvo una bebida natural y saludable, ya que permite aprovechar la mayor parte de las propiedades nutrimentales de los ingredientes que la componen.
- Se logró una aceptación de la bebida en un 41.6% del total de los consumidores a los que se les aplicó la prueba de nivel de agrado.
- Se determinó una vida útil de 71 días en tiempo real del producto, almacenado a Temperatura ambiente (23°C).
- Se confirmó a través de un análisis microbiológico que el tratamiento térmico (pasteurización 88°C/15seg) aplicado a la bebida asegura su inocuidad, en un tiempo real de 71 días almacenado a temperatura ambiente.
- Se obtuvo un producto económico (\$5) y de gran disponibilidad en el mercado, por la abundancia de sus materias primas en el país.
- Se determinó el punto de equilibrio para una microempresa que desee elaborar la bebida, obteniendo una venta de \$15 500 equivalentes a una producción de 3 100 unidades de 250mL por mes, antes de tener una ganancia.

VIII. RECOMENDACIONES

- Determinar Vitamina C en la bebida, por medio de un método de HPLC, para tener una cuantificación más representativa, que por el método de 2,6-diclorofenol-indol.
- Realizar un perfil sensorial (análisis descriptivo sensorial) a la bebida, para tomar acciones que permitan mejorar la aceptación (agrado > 41.6%) de la bebida en consumidores.
- Realizar la vida de anaquel con ensayos acelerados y en las condiciones adecuadas, para determinar con exactitud la vida útil de la bebida.

IX BIBLIOGRAFIA

1. Isabel García Quevedo, Propiedades del Nopal. Primera parte [en línea, disponible en <http://www.fitness.com.mx/index.html>; internet; accesado el 13 enero del 2004].
2. Mariela Salazar Hernández, Alternativas para aprovechar el Nopal y Tuna. Tecnología de Alimentos [en línea, disponible en <http://www.cuautitlan2.unam.mx/comunidad/2003/num19/uc2.19.html>; internet; accesado el 13 enero del 2004].
3. Cardenas Medellin ML, Serna Saldivar SO y Velazco de la Garza J, “Effect of raw and cooked nopal (*Opuntia ficus indica*) ingestion on growth and profile of total cholesterol, lipoproteins, and blood glucose in rats”, Archivos Latinoamericanos Nutrición. 1998 Dec; 48(4):316-23.
4. Saenz C, Sepulveda E, Pak N y Vallejos X, “Use of nopal dietary fiber in a powder dessert formulation”, Archivos Latinoamericanos Nutrición. 2002 Dec;52(4):387-92.
5. Pérez R y López S, “Alternativas para la conservación e Industrialización del Nopal” Tesis Licenciatura, Facultad de Química, UNAM, México, D.F., 1990, 8-9,51-61.
6. Melendez, Ma. L, “Elaboración de un cristalizado a base de nopal” Tesis Licenciatura, Facultad de Química, UNAM. México, D.F., 1995.
7. Liu S, “Relation between changes in intakes of dietary fiber and grain products and changes in weight and development of obesity among middle-aged women”, Am J Clin. Nutrición. 2003 Nov;78(5):920-7.
8. Anderson JW, Randles KM y Kendall CW, “Carbohydrate and fiber recommendations for individuals with diabetes: a quantitative assessment and meta-analysis of the evidence”, J Am Coll Nutrición. 2004 Feb; 23(1):5-17.
9. Gerhard GT, Ahmann A y Meeuws K, “Effects of a low-fat diet compared with those of a high-monounsaturated fat diet on body weight, plasma lipids and lipoproteins, and glycemic control in type 2 diabetes”, Am J Clin Nutrición. 2004 Sep;80(3):668-73.
10. Riccardi G, Rivellese A y Pacioni D, “Separate influence of dietary carbohydrate and fibre on the metabolic control in diabetes”, Diabetologia. 1984 Feb;26(2):116-21.

11. Tsai CJ, Leitzmann MF y Willett WC, “Long-term intake of dietary fiber and decreased risk of cholecystectomy in women”, Am J Gastroenterología. 2004 Jul;99(7):1364-70.
12. Cho E, Spiegelman D, Hunter DJ y Chen WY, “Premenopausal dietary carbohydrate, glycemic index, glycemic load, and fiber in relation to risk of breast cancer”, Cancer Epidemiológico Biomarkers Prev. 2003 Nov;12(11 Pt 1):1153-8.
13. Lopez G, Ros G, Rincon F y Periago MJ, “Functional properties of dietary fiber. Mechanisms of action in the gastrointestinal tract”, Archivos Latinoamericanos Nutrición. 1997 Sep;47(3):203-7.
14. Diccionario de los Alimentos, 2ª edición. (Editorial: Mexicana, 1984), 77-81, 247-250, 496-499, 380-382.
15. SAGAR, Anuario Estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. 1990-2001.
16. Akobundu UO, Cohen NL y Laus MJ, “Vitamins A and C, calcium, fruit, and dairy products are limited in food pantries”, J Am Diet Assoc. 2004 May;104(5):811-3.
17. Ana Haro García, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos: Frutas [en línea, disponible en <http://frutas.consumer.es/documentos/frescas/intro.php>; internet; accesado el 03 julio del 2006].
18. Enfermedades y Complementación Nutricional [en línea, disponible en <http://www.portalexponatural.com.ar/article71.html>; internet; accesado el 25 Septiembre del 2004].
19. Grande Covián, Alimentación y Nutrición, Aula Abierta Salvat (Barcelona: Editorial Salvat, 1985).
20. <http://www.nuestramedicina.com>; internet; accesado el 05 Agosto del 2004.
21. Association of Official Agricultural Chemist. Official methods of analysis of the A.O.A.C. 16 Ed. Washington D.C. 1995.
22. Arthey, D., Colin, D. Procesado de hortalizas, (Editorial Acribia, Zaragoza España, 1991) Capitulo 24.
23. Ashurst, P.R.. Producción y envasado de Zumos y Bebidas de frutas sin Gas, (Editorial Acribia, Zaragoza España, 1999).

24. Anderson, J.W., Jones A.E, “ Ten different dietary fiber have signifitly different effects on serum and liver lipids of cholesterol-fed rats,” Journal of Nutrition. 1994.
25. Bender, E.A. Diccionario de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, (Editorial Acribia, Zaragoza España, 1994).
26. Buron, A. I., García, R. T. Nuevos productos alimentarios. Diseño, Desarrollo, Lanzamiento y Mantenimiento en el Mercado, Ediciones Madrid. España. 1994.
27. Charalambous, G, “The Shelf life of foods and beverages,” Elsevier 1986.
28. Diccionario de Especialidades para la Industria Alimentaría, Edición 12ª 2002. Ediciones PLM, pag. 129 espesantes.
29. Ducar M.P, Procesado Térmico y Envasado de los Alimentos (Editorial Acribia, Zaragoza España, 1994).
30. De Anda, A.O, “Anteproyecto de microindustria para la elaboración de panecillos tipo brownie a partir de nopal” Tesis Licenciatura, Facultad de Química, UNAM. México, D.F., 2001.
31. Doyle, M.P., Beuchat, LR., Microbiología de los alimentos. Fundamentos y Fronteras (Editorial Acribia, Zaragoza España).
32. Fennema, R.O. Química de los Alimentos. 2ª edición. Editorial Acribia. Zaragoza España, 1995.
33. Hayes, P.R. Microbiología e Higiene de los Alimentos, Editorial Acribia. Zaragoza España, 1993.
34. Hart, L., Fisher H.J, Análisis Moderno de los Alimentos (Editorial Acribia, Zaragoza España, 1984).
35. Kirk, R.S., Egan, H. Análisis químico de alimentos de Pearson, CECSA, México, D.F. 2002.
36. Labuza, T.P., Schmidl K.M, “Accelerated Shelf-Life Testing of Foods,” Food Technology (September 1985).
37. Labuza, T.P, “Application of Chemical Kinetics to Deterioration of Foods” Department of Food Science and Nutrition, University of Minnesota, St. Paul. Journal of Chemical Education.
38. Medina, G.R.”Perspectivas de la Utilización del Nopal y la Tuna” Tesis Licenciatura, Facultad de Química, UNAM. México, D.F., 1981.

39. Moreno, L. Ma C, "Alternativas para el desarrollo de bebidas no alcohólicas a base de tuna" Tesis Licenciatura, Facultad de Química, UNAM. México, D.F., 1999.
40. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCF1-1994, Bienes y Servicios. Especificaciones Generales de Etiquetado para Alimentos y Bebidas no Alcohólicas Preenvasados.
41. Pedrero D, R.M. Pangborn, Evaluación sensorial de los alimentos, Métodos Analíticos, (Editorial Alhambra Mexicana, México D.F., 1996). 103-107.
42. Robert, C., Wiley, Ph. D, Frutas y Hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas (Editorial Acribia, Zaragoza España, 1997).
43. SAGAR, Anuario estadístico de la Producción Agrícola de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Centro de estadística agropecuaria. 2001.
44. Shafiur, R. M. Manual de conservación de los alimentos (Editorial Acribia, Zaragoza España, 2003).
45. Tirilly, Y., Bourgeois, C.M. Tecnología de las hortalizas (Editorial Acribia, Zaragoza España, 2002).
46. Vollmer, G., Josst, G., Schenker, D., Vreden, N. Elementos de bromatología descriptiva (Editorial Acribia, Zaragoza España, 1999).
47. Pérez, A.B., Arrollo, P. Nutriología Médica. 2ª edición, Editorial Médica Panamericana. Madrid-México. 2001.
48. Ramulu P, Udayasekhara P, "Dietary Fiber Content of Fruits and Leafy Veetables", Nutrition News. Nacional Institute of Nutrition. July 2003; 24 (3).
49. En los alimentos hay ácidos beneficiosos y otros perjudiciales [en línea, disponible en <http://www.asesorianutricional.com.ar/acido-alcalino.htm>; Internet; accesado el 16 Julio del 2006].
50. Zavala S. Miguel A. 1993. Industrialización del Nopal. Industria Alimentaria. Volumen 28 No. 4 pág. 12.
51. SEMARNAT. Instituto Nacional de Ecología [en línea, disponible en <http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/libros/71/nverdura.html#top>, accesado el 17 Septiembre del 2006].