

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN SENSORIAL DE UNA BEBIDA
HIDRATANTE A BASE DE AGUA DE COCO**

TESIS
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICA DE ALIMENTOS

PRESENTAN:
CINTYA VERÓNICA ESPINOSA ARZATE
IRAZEMA ALCÁNTAR GONZÁLEZ

MÉXICO

2008



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 | Profesor: | PEDRO VIILLANUEVA GONZÁLEZ |
| VOCAL | Profesor: | AGUSTIN REYO HERRERA |
| SECRETARIO | Profesor: | DULCE MARÍA GONZÁLEZ ANDRADE |
| 1er. SUPLENTE | Profesor: | JOSE MENDOZA BALANZARIO |
| 2do. SUPLENTE | Profesor: | GLORIA RÁMIREZ GARCÍA |

SITIO DONDE SE REALIZÓ EL TEMA:

LABORATORIO 3-D, DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANÁLITICA

ASESOR DEL TEMA:

PEDRO VILLANUEVA GONZÁLEZ

SUSTENTANTES:

CINTYA VERÓNICA ESPINOSA ARZATE

IRAZEMA ALCANTAR GONZALEZ

AGRADECIMIENTOS:

A mis papás por que con su esfuerzo pude terminar una carrera. Gracias por poner todo lo que estuvo dentro de sus posibilidades para que este gran logro se diera.

Gracias por los desayunos y licuados de todas las mañanas, Mamá, y por los aventones al metro o al camión Papá.

Amá, Apá y Bere, SI SE PUDO!!!!

Muchas a gracias a toda la gran familia de César Guzmán Lara, con la que viví mucho. Gracias por todo lo que en su momento me brindaron. Me quedo con la gran amistad de las Comagres, los chompis, de los tíos y tías Lara; de Juan y Ángel; y como olvidar a Papá Pipe, a Mamá Coco, sr. Juan y sra. Rosa. César, te agradezco la comprensión y la paciencia que me tuviste cuando pasaba por los primeros semestres de mi carrera, que sin duda fueron los más difíciles.

Agradezco a todos mis profesores, que sin sus consejos nadie soportaría esta pesada carrera. Agradezco muy especialmente a Pedro, que nos haz tratado como a tus hijas, nos enseñaste que lo importante es la unión entre amigos y que donde come uno comemos varios, si sabemos compartir.

Agradezco a todos los que durante la carrera conviví y me brindaron su amistad. Muy especialmente a todos mis niños de la Chiquibanda, ustedes me apoyaron, tranquilizaron, animaron y divertieron. Tengo recuerdos muy gratos con todos y cada uno de ustedes.

Ita, Maya, Cindy, Coccojuancho gracias por todo y recuerden que la vida nos espera mucho más...

Gracias a mis angeles, Irma y Elvira, que son quienes guían mi camino. Siempre estarán en mi corazón.

Ira, Gracias!!! Vamos a realizar nuestros sueños juntas!!!!

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco muchísimo a todas las personas que me impulsaron a terminar la tesis, en especial a mis papas...mami, sin ti esto no hubiera sido posible, a mi hermana faby y a mi hermano iván, por fin lo logré...

Agradezco de forma muy especial a mi tía May, que siempre me ha apoyado, esto tampoco hubiera sido posible sin tu apoyo.

Vero, gracias por compartir esta experiencia...esto apenas comienza.

A todas mis amigas y amigos, gracias por el tiempo compartido, fue un placer haber coincidido con ustedes en esta carrera.

Profe Pedro, le agradezco la oportunidad que me dio de conocerlo y la paciencia y facilidades que nos brindó para que esto se llevara a cabo.

Profe Agustín, pocas veces conocemos gente que nos enseña y transmite las cosas con tanta facilidad.

A Julio, y a ti que vienes en camino...los quiero.

INDICE GENERAL

| | |
|--|----|
| Capítulo 1. Introducción | 1 |
| Objetivos Generales | 2 |
| Objetivos Específicos | 2 |
| Hipótesis | 3 |
| Capítulo 2. Antecedentes | 4 |
| 2.1 Aspectos fisiológicos de la hidratación. | 4 |
| 2.1.1 Equilibrio de electrolitos y agua en el cuerpo. | 4 |
| 2.1.2 Hidratación. | 6 |
| 2.2 Evaluación nutricional del agua de coco y alternativas de consumo. | 9 |
| 2.2.1 Composición del agua de coco. | 10 |
| 2.2.2 Alternativas de consumo. | 16 |
| 2.3 Bebidas hidratantes | 18 |
| 2.4 Producción, industrialización y comercialización del coco en México y el mundo | 20 |
| 2.4.1 Limitantes y ventajas de la comercialización del agua de coco | 20 |
| 2.4.2 Producción y consumo de coco en el mundo | 22 |
| 2.4.3 Producción de coco en México | 24 |
| 2.4.4 Industrialización y consumo en México | 27 |
| Capítulo 3. Metodología | 31 |
| 3.1 Metodología General | 31 |
| 3.1.1. Determinación de compuestos de interés nutricional en el agua de coco. | 33 |
| 3.1.1.1 Descripción de metodologías | 36 |
| 3.1.1.1.1 Pruebas físicas | 36 |
| A) volumen de agua | 36 |
| B) pH | 36 |
| C) sólidos totales | 38 |
| D) % humedad | 39 |
| E) grado salino | 39 |
| F) densidad | 40 |
| 3.1.1.1.2 Pruebas químicas | 41 |
| A) azúcares reductores | 41 |
| B) Proteínas | 43 |
| C) sodio y potasio | 46 |
| D) cloruros | 49 |
| E) hierro | 51 |
| F) ácido ascórbico | 54 |
| 3.1.2. Desarrollo de formulaciones | 56 |

| | |
|---|-----|
| 3.1.3. Aplicación de pruebas sensoriales afectivas | 58 |
| Capítulo 4. Resultados y discusión | 61 |
| 4.1. Resultados y discusión de las pruebas físicas del agua de coco. | 61 |
| 4.2. Resultados y discusión de las pruebas químicas del agua de coco. | 64 |
| 4.3. Resultados y discusión de las formulaciones. | 79 |
| 4.4. Resultados y discusión de las pruebas sensoriales de aceptación. | 80 |
| 4.4.1 Prueba de Ordenamiento por Rangos, basado en las tablas de Newell y MacFarlane. | 83 |
| 4.4.2 Prueba de Friedman | 84 |
| Capítulo 5. Conclusiones | 89 |
| Bibliografía | 91 |
| Apéndice A. Generalidades del coco | 94 |
| Apéndice B. Tablas estadísticas | 98 |
| Apéndice C. Normatividad aplicable | 101 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | | |
|------|---|----|
| 2.1 | Sustancias osmolares en los líquidos extracelulares e intracelulares. | 5 |
| 2.2 | Composición nutrimental del agua y pulpa de coco | 15 |
| 2.3 | Composición y precio de algunas bebidas hidratantes. | 19 |
| 2.4 | Posicionamiento de los productores de coco en el mundo | 23 |
| 2.5 | Productos del coco exportados por Filipinas | 23 |
| 2.6 | Superficie sembrada del cocotero (1999 a 2001) | 25 |
| 2.7 | Volumen de producción del cocotero (1999 a 2001) | 26 |
| 3.1 | Función de los aditivos utilizados en la formulación | 56 |
| 3.2 | Relación de las cantidades de aditivos usadas en 10 formulaciones. | 57 |
| 4.1 | Resultados de pruebas físicas | 61 |
| 4.2 | Síntesis de los resultados obtenidos de las pruebas físicas aplicadas a 15 cocos. | 63 |
| 4.3 | Longitudes de onda determinadas para las pruebas colorimétricas | 64 |
| 4.4 | Resultados azúcares reductores | 67 |
| 4.5 | Resultados de proteínas | 68 |
| 4.6 | Resultados de sodio | 69 |
| 4.7 | Resultados de potasio | 69 |
| 4.8 | Resultados de Cloruros | 70 |
| 4.9 | Resultados de hierro | 71 |
| 4.10 | Resultados de ácido ascórbico | 72 |
| 4.11 | Síntesis de los resultados obtenidos de las pruebas químicas, aplicadas a 15 cocos. | 73 |
| 4.12 | ANOVA para determinación de azúcares reductores. | 75 |
| 4.13 | ANOVA para determinación de proteínas. | 75 |
| 4.14 | ANOVA para determinación de cloruros | 75 |
| 4.15 | ANOVA para la determinación de vitamina C | 76 |
| 4.16 | ANOVA para la determinación de hierro. | 76 |
| 4.17 | Relación de las concentraciones de los nutrientes de los 15 cocos analizados. | 78 |
| 4.18 | Relación de componentes en el agua de coco con CV menor a 30. | 79 |
| 4.19 | Valor nutrimental formulación (9) | 80 |
| 4.20 | Valor nutrimental formulación (10) | 80 |
| 4.21 | Hoja de vaciado de resultados de pruebas sensoriales | 81 |
| 4.22 | Suma de rangos | 82 |
| 4.23 | Ordenamiento por rangos | 84 |
| 4.24 | Ordenamiento por rangos prueba de Friedman | 86 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | | |
|--------------|---|----|
| Grafico 2.1 | Producción del cocotero en México | 24 |
| Gráfico 2.2 | Superficie sembrada del cocotero (1999 al 2001) | 25 |
| Gráfico 2.3 | Volumen de producción del cocotero (1999 al 2001) | 26 |
| Gráfico 4.1 | Gráfico de absorción de azúcares reductores | 65 |
| Gráfico 4.2 | Gráfico de calibración de azúcares reductores | 65 |
| Gráfico 4.3 | Gráfico de absorción de proteínas | 65 |
| Gráfico 4.4 | Gráficos de calibración de proteínas | 65 |
| Gráfico 4.5 | Gráfico de absorción de hierro | 66 |
| Gráfico 4.6 | Gráficos de calibración de hierro | 66 |
| Gráfico 4.7 | Gráfico de calibración de sodio | 66 |
| Gráfico 4.8 | Gráfico de calibración de potasio | 66 |
| Gráfico 4.9 | Relación de los entrevistados con la edad | 81 |
| Gráfico 4.10 | Gráfico de ordenamiento por rangos | 82 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|------------|--|----|
| FIGURA 2.1 | Principales productos derivados del coco | 22 |
| FIGURA 2.2 | Etiqueta de una bebida de coco nacional | 30 |
| FIGURA 3.1 | Cuestionario de pruebas sensoriales | 59 |
| A1 | Picudo del cocotero | 95 |
| A2 | Amarillamiento letal | 96 |

ÍNDICE DE DIAGRAMAS

| | | |
|--------------|----------------------------|----|
| Diagrama 3.1 | Metodología General | 31 |
| Diagrama 3.2 | Determinaciones Analíticas | 33 |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | | |
|------------------------------|-----------------------------------|----|
| Fotografía 3.1, 3.2 y 3.3 | Aplicación de pruebas sensoriales | 62 |
|------------------------------|-----------------------------------|----|

Capítulo 1.

Introducción

Dada la necesidad de los deportistas de reponer la energía, el agua y sales perdidas durante la realización de un ejercicio intenso, el mercado de bebidas ha desarrollado un gran número de productos que satisfacen estas necesidades. Estos productos son elaborados a partir de una mezcla de agua con



sales, jarabes de glucosa o fructosa, azúcar de caña, saborizantes, colorantes y conservadores.

La realización de este proyecto tiene como finalidad desarrollar la formulación de una bebida hidratante a base de agua de coco.

El agua de coco, además de ser un producto natural y de alto valor nutritivo, posee una composición electrolítica similar a la de la sangre, lo que permite una adecuada hidratación.



El coco es un recurso natural, que aún no ha sido ampliamente industrializado en México. En particular, casi toda el agua de coco, se consume fresca en las costas tropicales del país, es por ello que se desea motivar un incremento en su consumo hacia otras regiones de México, facilitando la adquisición de este líquido en forma envasada y haciendo más atractiva la bebida,

La elaboración de esta bebida hidratante representa una oportunidad de desarrollo tecnológico, ya que además, es posible explotar la totalidad del fruto (como la pulpa, la corteza, la fibra, entre otros.) para la elaboración de otros productos.

Objetivos generales

- ④ Elaborar una bebida hidratante a base de agua de coco.

Objetivos Específicos

- ④ Analizar los componentes de importancia nutricional del agua de coco.
- ④ Formular una bebida hidratante a partir de agua de coco.
- ④ Evaluar la aceptación y preferencia de la formulación propuesta con consumidores.

Hipótesis

Si se logra formular una bebida hidratante a base de agua de coco de agradable sabor, alto valor nutritivo, con una presentación atractiva y de precio accesible, entonces este producto será aceptado por el consumidor y su comercialización representará una competencia, frente a los productos existentes en el mercado.

Capítulo 2.

Antecedentes

2.1. Aspectos fisiológicos de la hidratación

2.1.1 Equilibrio de electrolitos y agua en el cuerpo

El agua corporal en un adulto sin alteraciones de líquidos y electrolitos, es de casi el 60% de su peso. La fracción de agua es más alta en lactantes y en niños y disminuye con la edad. También depende del contenido corporal de grasa, de este modo las mujeres y las personas obesas tienden a tener menor porcentaje de agua, porque tienen un contenido corporal de grasa mayor. (Shils E., 1999)

El total de los líquidos corporales (60%) esta distribuido en dos grandes compartimentos: el líquido intracelular (40%) y el extracelular (20%), este último incluye al líquido intersticial ($\frac{3}{4}$) y al plasma sanguíneo ($\frac{1}{4}$).

El plasma es la porción de la sangre que no contiene células y está en constante intercambio con el líquido intersticial, de modo que el plasma y los líquidos intersticiales tienen aproximadamente la misma concentración de iones, sin embargo, las proteínas están más concentradas en el plasma. El líquido extracelular tiene grandes concentraciones de iones de sodio y de cloro, mientras que el líquido intracelular tiene grandes cantidades de iones de potasio y de fósforo.

A continuación se presenta una tabla de las principales sustancias osmolares* de los líquidos extracelular e intracelular.

Tabla 2.1 Sustancias osmolares en los líquidos extracelulares e intracelulares.

| Sustancia osmolar | Plasma (mOsm/L de H ₂ O) | Intersticial (mOsm/L de H ₂ O) | Intracelular (mOsm/L de H ₂ O) |
|--|--|--|--|
| Na ⁺ | 142.0 | 139.0 | 14.0 |
| K ⁺ | 4.2 | 4.0 | 140.0 |
| Ca ⁺ | 1.3 | 1.2 | 0.0 |
| Mg ⁺ | 0.8 | 0.7 | 20.0 |
| Cl ⁻ | 108.0 | 108.0 | 4.0 |
| HCO ₃ ⁻ | 24.0 | 28.3 | 10.0 |
| HPO ₄ ⁻ , H ₂ PO ₄ | 2.0 | 2.0 | 11.0 |
| SO ₄ | 0.5 | 0.5 | 1.0 |
| Fosfocreatina | | | 45.0 |
| Carnosita | | | 14.0 |
| Aminoácidos | 2.0 | 2.0 | 8.0 |
| Creatina | 0.2 | 0.2 | 9.0 |
| Lactato | 1.2 | 1.2 | 1.5 |
| ATP | | | 5.0 |
| Monofosfato de hexosas | | | 3.7 |
| Glucosa | 5.6 | 5.6 | |
| Proteínas | 1.2 | 0.2 | 4.0 |
| Urea | 4.0 | 4.0 | 4.0 |
| Otras | 4.8 | 3.9 | 10.0 |
| (mOsm/L de H ₂ O) | 301.8 | 300.8 | 301.2 |
| Actividad osmolar corregida (mOsm/L de H ₂ O) | 282.0 | 281.0 | 281.0 |
| Presión osmótica total a 37°C (mm Hg) | 5443.0 | 5423.0 | 5423.0 |

* El número total de partículas de un soluto se mide en términos de osmoles. Un osmol es igual a 1 mol (6.023*10²³) de partículas de soluto. (Guyton A., 1997)

El organismo es incapaz de sintetizar estos electrolitos, por lo que únicamente los puede adquirir por medio de la dieta.

La cantidad de agua presente en el cuerpo, varía de una persona a otra y en la misma persona de un día a otro, dependiendo del clima, las costumbres y actividad física que realiza. Los ingresos diarios de agua proceden de la ingesta de líquido como tal o formando parte de los alimentos sólidos, además de la que se sintetiza en el organismo como resultado de la oxidación de los carbohidratos. Por otra parte, hay una pérdida continua de líquidos por evaporación en el aparato respiratorio y por su difusión a través de la piel, esta pérdida es independiente de la que se produce con el sudor, la cual depende de varios factores externos al organismo (clima, actividad física, sexo, etc.). Así mismo, se pierde una gran cantidad de agua en la orina (1200 mL) y una pequeña cantidad con las heces (200 mL). (Guyton A., 1997; Wooton , S., 1990)

2.1.2. Hidratación

Los electrolitos se pueden perder por varias razones; en la diarrea, en el vómito, en la orina y en las heces. El líquido de la diarrea es isotónico en términos de cationes (Na^+ y K^+); sin embargo, contiene cantidades importantes de bicarbonato y potasio, por lo que puede provocar acidosis metabólica. En cambio, el vómito contiene HCl y puede producir alcalosis metabólica. Debido a que el líquido gástrico contiene poco Na^+ en

relación con el agua, el vómito sin ingesta de líquidos puede causar hipernatremia^{*}. El riñón puede perder sodio de manera excesiva en diversas situaciones, como el tratamiento con diuréticos y la deficiencia de aldosterona.

Durante la secreción de la orina, se desecha principalmente la urea y respecto a los electrolitos, el cloruro de sodio y bicarbonato. (Shils E., 1999)

Por otra parte, durante la sudoración excesiva se pierden grandes cantidades de sodio, provocando hiponatremia^{**}.

La deshidratación puede disminuir el desempeño físico, por lo que es de suma importancia evaluar la ingesta de agua.

La cantidad de agua que se requiere diariamente esta en relación directa con la que se pierde por excreción a partir de los riñones, la piel, los pulmones y el intestino. (Cuadernos de nutrición, 1984).

El organismo necesita reponer la pérdida de líquidos y mantener la temperatura corporal así como evitar una deficiencia de energía. Puesto que el sistema circulatorio es incapaz de reponer la pérdida de sudor, es necesario preservar el volumen de plasma para mantener el flujo sanguíneo y al músculo en buen funcionamiento. (Wooton S., 1990)

^{*} Hipernatremia se define como un incremento en la concentración de sodio en el plasma

^{**} Hiponatremia se define como un decremento en la concentración de sodio en el plasma

Por otra parte, la reposición de agua y sales perdidas a causa de ciertos padecimientos, como la diarrea o el vómito, principalmente, debe ser evaluada para contrarrestar los efectos de su ausencia.

Varios factores influyen en la adecuada hidratación, como son, la composición del líquido, frecuencia de ingesta, volumen ingerido y temperatura del líquido.

Las estrategias de rehidratación deben incluir la prevención, compensación o restitución del agua perdida. El objetivo de la rehidratación consiste en restituir el agua y restablecer el balance hidroelectrolítico con rapidez o prevenir o retrasar la pérdida de agua. Así mismo, es necesario evitar una deficiencia de energía mediante la ingesta de concentraciones adecuadas de azúcares simples, ya que si se exceden los 100 g/L, esto retardaría la hidratación, debido a que los carbohidratos retienen el agua. Además, la ingesta de 0.5 a 1.5 g/L de sal en las bebidas hidratantes, ayuda a restituir las reservas corporales de Na^+ y Cl^- , mejorando la absorción de agua y ayudando a mantener el estímulo de la sed. Las bebidas hidratantes no requieren K^+ ni fosfatos, ya que estos se pierden poco en la sudoración.

La ingestión de agua de concentración hipotónica o sin electrolitos, sólo diluye con rapidez la sangre, suprime el deseo de beber y estimula la producción de orina.

El volumen de líquido ingerido más apropiado es de 100 a 200 mL cada 10 a 15 minutos, ya que volúmenes superiores disminuyen la absorción y producen malestares gástricos. La hidratación antes, durante y después del ejercicio resulta benéfica, ya que

se mantiene el volumen del plasma, evitándose la elevación de la frecuencia cardiaca y el incremento de la temperatura corporal.

Los líquidos fríos (6 a 12 °C) son absorbidos más rápidamente en el intestino y reducen la temperatura corporal. (Shils E., 1999)

2.2. Evaluación nutricional del agua de coco y alternativas de consumo



En la actualidad se consumen bebidas de composiciones muy variadas, algunas de las cuales están diseñadas y formuladas para reponer agua y sales minerales en concentraciones de 0.5 a 0.7 g de sodio y potasio por litro respectivamente, contienen entre 4% y 8% de carbohidratos; todo ello hace que estas bebidas sean isotónicas y de fácil absorción en el cuerpo.



Numerosos estudios realizados en la actualidad, describen la importancia de consumir agua de coco como una alternativa de bebida hidratante, debido a su composición isotónica y su elevado valor nutricional.

2.2.1. Composición del agua de coco

El agua contenida en cocos tiernos (4 a 6 meses de edad), es un líquido de translúcido, refrescante y de sabor característico.

Los principales componentes del agua de coco y sus funciones en el cuerpo humano son:

Vitaminas: El contenido de ácido ascórbico disminuye gradualmente a medida que la pulpa alrededor del agua comienza a endurecer. Además contiene vitaminas del grupo B, como la niacina (B3) y riboflavina (B2).

- **Ácido ascórbico:** Su principal función es actuar como un agente reductor reversible, como cofactor de varias enzimas, también participa en procesos del sistema inmunológico. La deficiencia de esta vitamina se caracteriza por fragilidad capilar, cicatrización defectuosa, anemia, engrosamiento de las articulaciones, encías esponjosas, debilidad, fatiga y mayor susceptibilidad a infecciones. A estos síntomas se les denomina escorbuto.
- **Niacina:** La función nutricia de ésta, es formar la coenzimas NAD (dinucleótido de niacina y adenina) y NADP (fosfato de NAD), en las que la niacina se oxida o reduce fácilmente. El NAD es central en la

fosforilación oxidativa, como codeshidrogenasa en la glicólisis y el ciclo de Krebs; el NADP interviene en la síntesis de ácidos grasos, esteroides y en la vía de las pentosas. La deficiencia de niacina produce una dermatitis característica, en sitios expuestos al sol, inflamación de la mucosa digestiva acompañada de vómito, diarrea, glositis y síntomas neurológicos (depresión, apatía y pérdida de la memoria). Así, se ha calificado a la pelagra de las tres D, dermatitis, diarrea y demencia.

- **Riboflavina:** La función metabólica gira en torno al papel de sus formas coenzimáticas FMN y FAD y de una serie de flavoproteínas que tienen una gran variedad de funciones y que son antioxidantes muy eficaces. Estas dos coenzimas son centrales en el metabolismo energético, como donadores y aceptores de electrones y participan en el metabolismo del ácido fólico, la niacina, la piridoxina y la vitamina K. Su deficiencia puede provocar debilidad, fatiga, ardor bucal y conjuntival; y más adelante inflamación de los labios, hipertrofia de las papilas gustativas, dermatitis, vascularización de la cornea y anemia.

Azúcares: Es en la etapa de madurez temprana que los azúcares están en forma de fructosa y glucosa y en menor proporción en sacarosa. La sacarosa sólo aparece en las últimas etapas y aumenta con la madurez del coco, mientras que los azúcares simples decaen. En la madurez total del coco, aproximadamente 90% de los azúcares totales están en forma de sacarosa.

El azúcar contenido en los cocos, permite reponer energía de forma inmediata, ya que son de fácil absorción.

Minerales: El agua contiene minerales esenciales para nuestro cuerpo, tales como el calcio, sodio, potasio, cobre, hierro, fósforo, sulfatos y cloruros. El mineral que se encuentra en mayor proporción es el potasio.

- Potasio: Es el principal catión intracelular, pero su fracción extracelular interviene en la transmisión nerviosa, en la contracción muscular, en la regulación de la presión arterial y en el transporte de glucosa y otros substratos a través de la membrana celular.
- Calcio: El calcio ayuda en la coagulación de la sangre, las señales nerviosas, la relajación y la contracción muscular, incluyendo el corazón. Su deficiencia puede provocar osteoporosis, osteonecrosis (pérdida del hueso mandibular) e hipertensión.
- Magnesio: Este ión participa en más de 300 pasos enzimáticos; interviene en la transmisión neuromuscular y en la contracción muscular, particularmente en el músculo del corazón y funciona como antagonista del calcio. Su deficiencia produce convulsiones, vasodilatación, alopecia (caída del cabello), desaceleración del crecimiento, calcificación renal y alteraciones inmunológicas.

- Sodio: Es el principal catión extracelular; interviene en la regulación del espacio extracelular, en la regulación osmótica y ácido-básica. Interviene también en el potencial de las membranas y fenómenos de transporte.

- Hierro: El hierro presente en el agua de coco es de tipo no hemínico, el cual se absorbe entre un 3 y un 8%. Este se solubiliza en el ácido del estómago y es reducido de la forma férrica a la forma ferrosa. Tiene una gran capacidad oxidativa, participa en el transporte de oxígeno en los tejidos, en la transferencia de electrones, en la oxidación y reducción de sustratos y es cofactor de numerosas enzimas. La deficiencia más común de este mineral es la anemia, que es la baja concentración de hemoglobina.

- Fósforo: Sus funciones están relacionadas con el metabolismo de los hidratos de carbono, el almacenamiento de energía, la contracción de los músculos, la absorción de la glucosa en el intestino, el equilibrio ácido-base en la sangre. Su deficiencia produce debilidad muscular, alteraciones óseas, afecciones intestinales, raquitismo (deformidades esqueléticas).

- Cloruros: Es el principal anión extracelular y participa en el balance hidroelectrolítico y en la síntesis de ácido clorhídrico en la pared estomacal.

Proteínas: El agua de coco contiene pequeñas cantidades de proteína. El porcentaje de alanina, arginina, cisteína y serina en la proteína del agua de cocos tiernos, es mayor que la que se encuentra en la leche de vaca. Como el agua de cocos jóvenes no contiene proteínas complejas se reduce el peligro de choque a los pacientes con deshidratación.*

Aminoácidos libres: La presencia de aminoácidos libres en el agua de coco constituye una oportunidad de ingesta de estos compuestos. Una vez que los aminoácidos llegan al hígado se sintetizan proteínas, ya sea con fines estructurales, o como enzimas, hormonas y proteínas del plasma, o bien, pueden ser transportados a la sangre para posteriores usos con otros tejidos del organismo.

A continuación se presenta una tabla que muestra la composición del agua y de la pulpa de coco.

*El coco. Un cultivo benéfico de gran potencial. Agrotendencia. Producción general: Luis Eduardo Palacios. Redcción: Ángeles Albornoz. Diseño y diagramación: Elizabeth González.

Tabla 2.2. Composición nutrimental del agua y pulpa de coco

| Nutrimiento | | Agua de coco (100mL) Porción comestible 100% | Pulpa de coco (100g) Porción comestible 55% |
|--------------------|--|---|--|
| Humedad % | | 94.20 | 52.30 |
| Fibra | | - | 5.20 |
| Energía (Kcal) | | 18 | 308 |
| Grasas totales (g) | | 0.20 | 33.20 |
| Ácidos grasos | Ácidos grasos saturados totales (g) | - | 30 |
| | Monoinsaturados (ac. Oléico) (g) | - | 3.90 |
| | Poliinsaturados (ac. Linoléico) (g) | - | 1.00 |
| Carbohidratos (g) | | 4.70 | 4.80 |
| Proteínas (g) | | 0.3 | 3.80 |
| Minerales | Sodio (mg) | 25 | 23 |
| | Potasio (mg) | 147 | 256 |
| | Magnesio (mg) | 28 | 46 |
| | Calcio (mg) | 18 | 24 |
| | Fósforo (mg) | - | 83 |
| | Hierro (mg) | 1.2 | 3.40 |
| | Cloruro (mg)* | 590 | |
| Vitaminas | Riboflavina Vitamina B ₂ (mg) | 0.01 | |
| | Niacina (mg) | 0.3 | 0.6 |
| | Ácido ascórbico Vitamina C (mg) | 2 | 2 |
| Aminoácidos | Ácido fólico | - | 26 |
| | Ácido glutámico (mg)* | 1 | |
| | Acido aspártico, (mg)* | 1 | |
| | Alanina (mg)* | 3 | |
| | Treonina (mg)* | 4 | |
| | Serina (mg)* | 6 | |
| | Tirosina (mg)* | 7 | |
| | Leucina (mg)* | 7 | |
| | Isoleucina (mg)* | 9 | |
| | Glicina (mg)* | 10 | |
| | Fenilalanina (mg)* | 18 | |
| Histidina (mg)* | 20 | | |

2.2.2. Alternativas de consumo

Ventajas del uso del agua de coco como auxiliar en tratamientos para la deshidratación a causa de la diarrea, sobre las fórmulas recomendadas por la Organización Mundial de Salud

La deshidratación es uno de los problemas más comunes que afectan a lactantes y niños. Ocurre cuando el cuerpo pierde líquidos, sodio y potasio en forma excesiva por causas como la diarrea (heces líquidas o acuosas en un número mayor a tres evacuaciones en 24 horas) o el vómito.

La enfermedad diarreica es casi siempre autolimitada y la mortalidad se relaciona con las complicaciones por deshidratación, que es la causa de muerte en 70% de los casos. En México, la diarrea es la causa más común de deshidratación. (Bourges H., 2005)

La Organización Mundial de la Salud y el UNICEF (Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia) recomiendan una fórmula única para la hidratación oral a base de agua, electrolitos y glucosa, para prevenir y tratar la deshidratación por diarrea de cualquier tipo y a cualquier edad.

La fórmula recomendada contiene: cloruro de sodio (3.5 g/L), citrato trisódico dihidratado (2.9 g/L), cloruro de potasio (1.5 g/L), y glucosa (20 g/L). Al ser disuelta en 1L de agua, proporciona, en mmol/L: sodio 90, cloro 80, potasio 20, citrato 10, glucosa 111, con pH entre 7 y 8.

En la terapias de mantenimiento es necesaria la dilución de las sales de rehidratación para que sean mejor toleradas por el paciente. Por otra parte, la concentración de sodio en el agua de coco es inferior a la que presentan estas sales, y; por lo tanto, el agua de coco puede administrarse sin diluir. (Coronel C., 2003)

La menor concentración de sodio en el agua de coco favorece su aceptación por el niño, ya que tiene un ligero sabor dulce en comparación con el salado de otras soluciones.

La concentración de glucosa en las sales de rehidratación y en el agua de coco es muy similar y constituye una condición necesaria para la absorción de sodio que acompaña a la glucosa al ser transportada a través de la membrana de las células epiteliales de la mucosa. (Bourges H., 2005).

Por otra parte la elevada concentración de potasio en el agua de coco, en comparación con las sales de hidratación recomendadas, ayuda a mantener niveles plasmáticos adecuados a pesar de las grandes pérdidas.



2.3 Bebidas hidratantes en el mercado

Las bebidas hidratantes comerciales, como Gatorade, Enerplex, Jumex Sport, Powerade, etc., están desarrolladas básicamente para reponer los líquidos y sales minerales que el cuerpo pierde en cualquier situación de sed y calor o mientras se realiza alguna actividad física. Estas bebidas, en particular poseen agua necesaria para la rehidratación del deportista; potasio y sodio, que



ayudan a la absorción del líquido y estimulan una mayor ingesta de fluidos y hasta un 6% de glucosa, que es la concentración máxima que nuestro cuerpo puede asimilar durante la actividad física ya que de lo contrario, se absorbería menos agua, pues estaría menos disponible para el cuerpo; es por ello que la glucosa es un elemento necesario para la recuperación.

Estas bebidas también se conocen como bebidas isotónicas, equilibradoras y reponedoras de electrolitos.

A continuación se presenta una tabla que describe las características de algunas bebidas hidratantes comerciales.

Tabla 2.3 Composición y precio de algunas bebidas hidratantes*

| BEBIDA (fórmulas líquidas) | PRECIO \$ (600 mL) | Carbohidratos (mg/100 mL) | Energía (kcal/100 mL) | Na (mg/100 mL) | K (mg/100 mL) | Vit.. B3 (mg/100 mL) | Vit.. B6 (mg/100 mL) | Vit.. B12 (mg/100 mL) | Otras vitaminas (mg/100 mL) |
|----------------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| POWERADE | (600 mL) 10.20 | 7.5 | 30 | 45 | 16.16 | 0.83 | 0.083 | 0.083 (µg) | Vit E (0.4166) |
| | (1 L) 11.90 | | | | | | | | Vit D (0.4166 µg) |
| | | | | | | | | | Vit H (12.5µg) |
| POWERADE LIGHT | 10. 90 | 0.83 | 4.16 | 60.83 | 25.41 | 0.83 | 0.083 | 0.083 (µg) | - |
| GATORADE | (591 mL) 12. 50 | 5. 83 | 23.33 | 45.83 | 12.5 | - | - | - | - |
| | (1 L) 16. 00 | | | | | | | | |
| | (500mL) 10. 60 | | | | | | | | |
| JUMEX SPORT | 7. 80 | 6 | 24 | 40 | 10 | - | - | - | - |
| | | | | | Ca (Parrotta J.) | | | | |
| ENERPLEX | (600 mL) 6. 50 | 6.25 | 25 | 45.83 | 24.16 | 0.83 | 96.25 (µg) | 0.125 (µg) | Biotina 6.25 (µg) |
| | (500 mL) 5.70 | | | | Ca (6.66) | | | | Ac. Fólico 67.5 (µg) |
| | | | | | Mg (3.33) | | | | Ac pantoténico 279 (µg) |
| (fórmulas en polvo) | PRECIO \$ | | c/100mL preparados | | | | | | |
| WATERADE | (34 g /500 mL) 3. 50 | 6.36 | 25.32 | 46 | 12.72 | - | - | - | - |
| GATORADE | (35 g/ 500 mL) 4. 40 | 6.22 | 25.42 | 46.6 | 12.71 | - | - | - | - |

* Actualizada en enero 2008.

2.4 Producción, industrialización y comercialización del coco en México y el mundo

2.4.1 Limitantes y ventajas de la comercialización del agua de coco.

El agua de coco tiene todas las ventajas de las bebidas hidratantes, pero el principal problema que enfrenta su comercialización es el método de conservación.

El método más empleado, hasta ahora, para envasar y conservar el agua de coco, es la pasteurización, ya que elimina el riesgo de desarrollo bacteriano, sin embargo, este método destruye nutrientes presentes como, azúcares, aminoácidos libres y vitaminas; y modifica el sabor, perjudicando su calidad.

La Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), impulsó el método de esterilización en frío para conservar el sabor y las propiedades nutricionales del agua de coco, a fines de 1997. Este proceso fue inventado por Morton Satin, jefe de agroindustria y gestión del departamento de agricultura de la FAO. Este método consiste en la tecnología de microfiltración, el agua se filtra través de un medio, como un gel de porcelana o poliacrílico, que retiene los microorganismos y esporas y esteriliza comercialmente el líquido filtrado.

La FAO patentó la invención para que pueda ser utilizada por los productores de coco, sin pagar los derechos de patente. Sin embargo, este método resulta muy costoso, por la tecnología involucrada.

Por otra parte, una de las ventajas de la comercialización del agua de coco, es que, la totalidad del fruto puede ser aprovechado, para elaborar otros productos, tales como:

- Tapetes para piso
- Geotextiles para evitar la erosión de suelos y viveros
- Vasijas de fibra prensada y para crecimiento de semillas
- Artículos de escritorio, botones, portallaves, tazones, saleros, floreros, adornos, ceniceros.
- Dulce de leche, azúcar de coco, la tuba (bebida embotellada, de gran consumo en Tailandia)
- Aceite comestible, caramelo de coco, hojuelas de coco deshidratado, yogurt de coco, concentrado de leche descremada,
- Vinagre de agua de coco, vino de agua de coco,
- Harina de coco
- Carbón activado, madera, material para revestimiento



Figura 2.1 Principales productos derivados del coco. (Lizano M.)

2.4.2. Producción y Consumo de coco en el mundo

Según informes de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), los principales países productores de coco son:

Tabla 2.4 Posicionamiento de los productores de coco en el mundo

| PAÍS PRODUCTOR | POSICIÓN | VOLUMEN PRODUCIDO (PZAS. POR AÑO) |
|-----------------------|-----------------|--|
| Indonesia | 1 | 14,300,000 |
| Filipinas | 2 | 13,213,900 |
| India | 3 | 9,000,000 |
| Sri Lanka | 4 | 2,358,000 |
| Tailandia | 5 | 1,400,000 |
| México | 6 | 1,163,000 |
| Vietnam | 7 | 886,500 |
| Malasia | 8 | 713,000 |

En los países asiáticos, la mayoría de la producción se consume localmente. Por ejemplo, 70% de la producción de la India se consume internamente.

El principal exportador de coco y de sus derivados son las Filipinas, entre los productos que exporta están:

Tabla 2.5 Productos del coco exportados por Filipinas

| Producto | Volumen (Toneladas por año) |
|--------------------------|------------------------------------|
| Coco bola | 15,000 |
| Copra | 2,751,000 |
| Aceite de coco | 1,036,428,000 |
| Pulpa | 530,378,000 |
| Coco rayado | 73,688,000 |
| Alcohol | 10,849,000 |
| Ácido | 11,502,000 |
| Éster de metilo | 1,182,000 |
| Dietanolamida | 898,000 |
| Carbón activado | 31,344,000 |
| Leche de coco (en polvo) | 562,000 |
| Leche de coco (líquida) | 1,100,000 |
| Nata de coco | 10,649,000 |
| Otros productos | 14,026,000 |

La Republica Popular de China, es el principal consumidor de agua de coco, al destinarla para la producción de jugos, siendo Coconut Palm Group, la embotelladora más importante de China, produciendo hasta 300,000 toneladas de jugo al año. (SAGARPA, 2005). Así mismo, es el principal país importador de coco, ya que este fruto es muy utilizado en la cocina china, seguido de Estados Unidos.

2.4.3 Producción de coco en México

En nuestro país, los principales estados productores de coco son; Guerrero, Colima, Tabasco, Michoacán y Oaxaca.

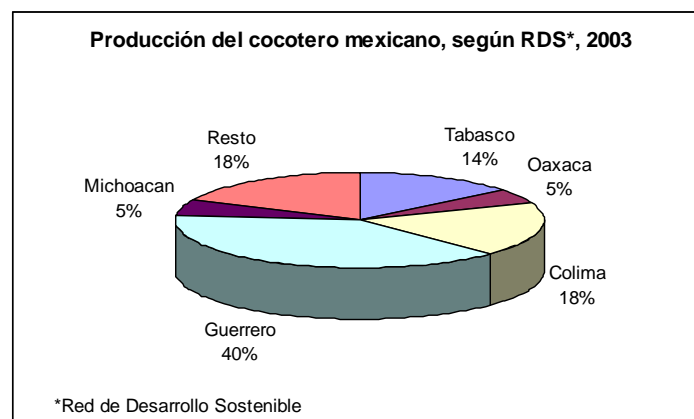


Gráfico 2.1 Producción del cocotero en México

De los estados presentados en el gráfico anterior, en el 2005, Colima se caracterizó por ser el estado más avanzado en cuanto a la industrialización del producto, aprovechándose desde la fibra, para elaborar sustratos; el hueso o concha, con el que se obtiene carbón activado, ideal para los filtros de agua, hasta la pulpa del coco para la industria alimenticia. En tanto, Michoacán se caracterizó por ser el principal estado

exportador del fruto en bola, incluso tiene importante presencia en el mercado nacional consumidor. (Torres C., 2005)

Tabla 2.6 Superficie sembrada del cocotero (1999 a 2001)

| Superficie sembrada | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
| CAMPECHE | 7500 | 7500 | 6908 | 6908 | 3750 | 2750 | 2585 | 1085 | 54 | 1054 | 1054 | 1555 |
| COLIMA | 32239 | 30683 | 29860 | 29860 | 28647 | 28647 | 26903 | 27851 | 25138 | 25028 | 24523 | 24090 |
| CHIAPAS | | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 | 1052 | 891 | 891 |
| GUERRERO | 80204 | 78400 | 84631 | 80329 | 84557 | 84557 | 84607 | 83730 | 83729 | 85938 | 83927 | 83973 |
| JALISCO | 3631 | 5381 | 5045 | 4805 | 4590 | 4701 | 4689 | 4677 | 4540 | 4396 | 1694 | 1695 |
| MICHOACAN | 3864 | 9823 | 9829 | 9824 | 2820 | 5012 | 9818 | 9823 | 9860 | 9860 | 9847 | 8811 |
| OAXACA | 10365 | 11230 | 11230 | 11150 | 11150 | 10780 | 10780 | 10780 | 10780 | 9730 | 10330 | 10330 |
| QUINTANA ROO | 4568 | 1000 | 1000 | 1131 | 1131 | 1131 | | | | | | |
| TABASCO | 26165 | 26165 | 26785 | 26183 | 26183 | 26183 | 26166 | 25916 | 26097 | 26894 | 26092 | 27531 |
| VERACRUZ | 1840 | 2177 | 1966 | | 2177 | 2177 | 2177 | 2177 | 3354 | 2177 | 2177 | 3348 |
| YUCATAN | 333 | 333 | 126 | 126 | 126 | 38 | 21 | | | | | |
| Resumen Nacional | 171550 | 173723 | 178710 | 171316 | 173131 | 167376 | 169146 | 167439 | 164952 | 166729 | 169535 | 162224 |

El siguiente gráfico, representa la superficie sembrada en todo el país, desde 1999 hasta 2001.

Gráfico 2.2 Superficie sembrada del cocotero (1999 a 2001)

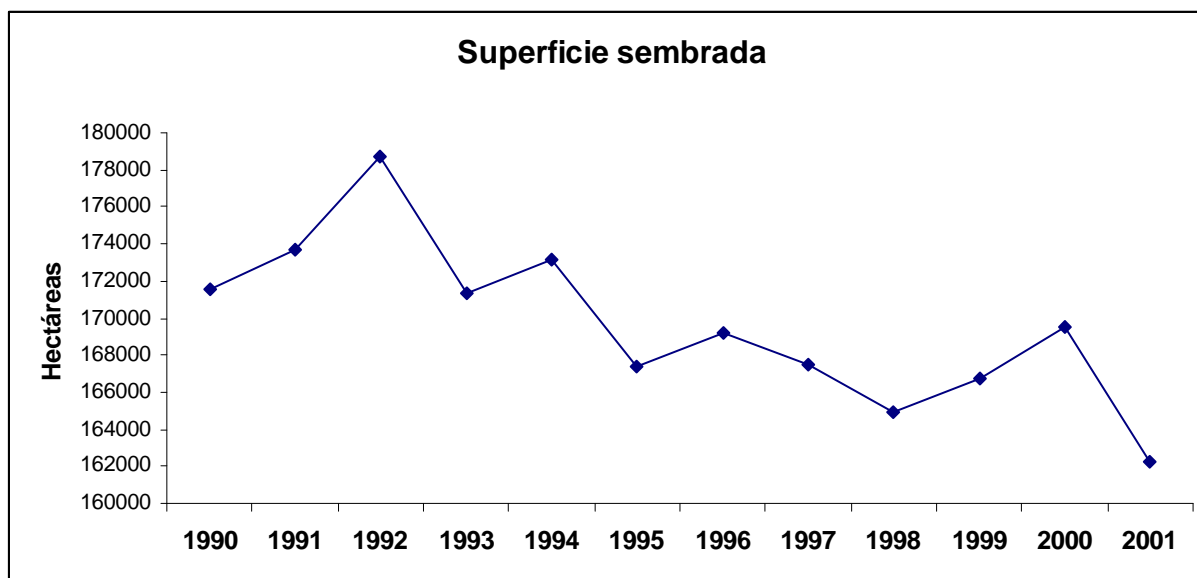
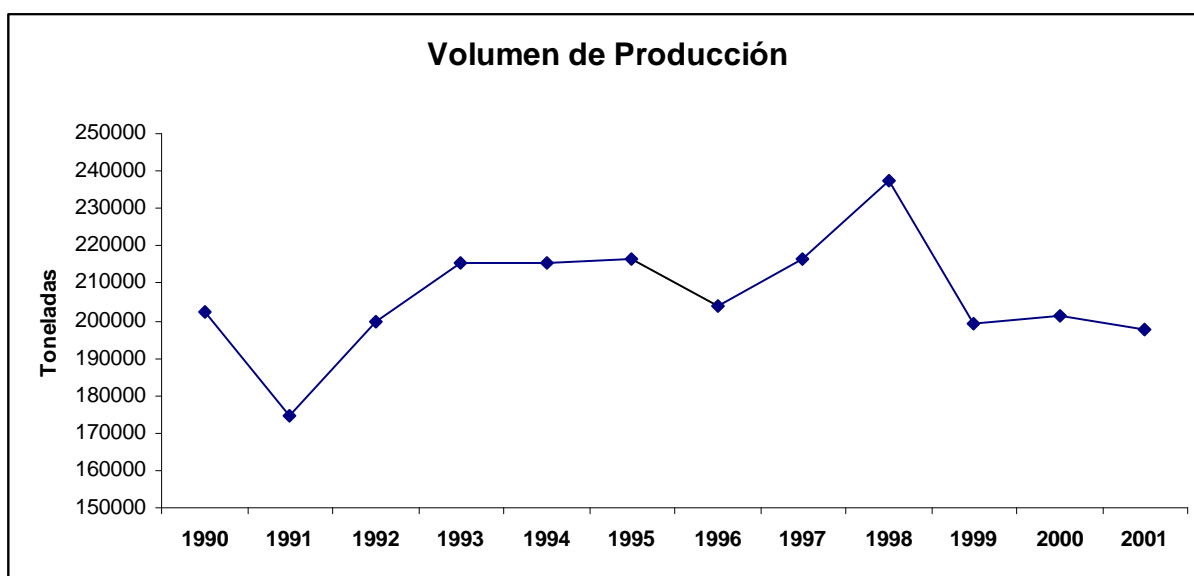


Tabla 2.7 Volumen de producción del cocotero (1999 a 2001)

| Volumen de producción | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 |
| CAMPECHE | 5000 | 4200 | 3479 | 3452 | 1808 | 1271 | 450 | 35 | | | | |
| COLIMA | 54333 | 47736 | 49571 | 36601 | 45429 | 45500 | 47050 | 43222 | 53405 | 43201 | 44578 | 36085 |
| CHIAPAS | | 913 | 913 | 915 | 1000 | 1050 | 1000 | 1000 | 1000 | 1052 | 1054 | 1107 |
| GUERRERO | 74468 | 64160 | 91090 | 125435 | 103651 | 114885 | 104582 | 113681 | 133610 | 115276 | 110504 | 115475 |
| JALISCO | 6461 | 5458 | 6095 | 5751 | 5527 | 5350 | 5312 | 6672 | 5771 | 3099 | 2073 | 1974 |
| MICHOACAN | 4498 | 10901 | 8503 | 5340 | 9551 | 5465 | 9175 | 9523 | 9327 | 9248 | 9621 | 7503 |
| OAXACA | 11600 | 13360 | 13317 | 8698 | 8714 | 12230 | 10780 | 11002 | 9573 | 8304 | 10195 | 9995 |
| QUINTANA ROO | 1412 | 400 | 200 | 200 | 200 | 17 | | | | | | |
| TABASCO | 26030 | 26188 | 25435 | 29051 | 37744 | 28990 | 23716 | 29462 | 23444 | 17150 | 21921 | 23988 |
| VERACRUZ | 18381 | 1372 | 933 | | 1742 | 1742 | 1959 | 1959 | 1194 | 1959 | 1554 | 1612 |
| YUCATAN | 98 | 160 | 109 | 111 | 109 | 26 | 12 | | | | | |
| Resumen Nacional | 202281 | 174848 | 199645 | 215614 | 215475 | 216526 | 204036 | 216556 | 237324 | 199289 | 201501 | 197737 |

El siguiente gráfico, representa el volumen de producción de coco en todo el país, desde 1999 hasta 2001.

Gráfico 2.3 Volumen de producción del cocotero (1999 a 2001)





Sin embargo, la tendencia cambió para el 2007, Michoacán y Guerrero producen 70% de la producción nacional.

Una de las empresas que ha impulsado en gran medida a la producción cocotera, en el estado de Michoacán, es COCOS PLUS.

La directiva de COCOS PLUS informó que las mayores problemáticas a las que se enfrenta la producción de coco, son el desgaste de las plantaciones, las características del terreno de plantación, los intermediarios y finalmente las plagas a las que se han visto sujetas.

Cabe destacar que esta asociación abastece una demanda de 280,000 cocos diarios para exportación, mientras otros 150,000 son distribuidos a nivel nacional y 300,000 cocos semanales son industrializados en agua, que a su vez son exportados a Europa. (León G., 2007)

COCOS PLUS es uno de los intermediarios más importantes del país para la venta del coco a nivel mundial, abastece a Europa y Estados Unidos, principalmente.

2.4.4 Industrialización y consumo en México

En México, el agua de coco se consume en mayor proporción de forma natural, es decir, el agua se toma directamente del coco y no se procesa. Sin embargo, no se

puede disponer de ella fácilmente en la mayoría de los estados de la República, ya que existen pocos lugares de comercialización de este fruto; como en playas, algunos mercados, tianguis, comercios ambulantes y pequeños establecimientos. Debido a este panorama, uno de los propósitos del presente trabajo, es fomentar la industrialización y el consumo el agua de coco promoviendo sus cualidades nutrimentales.

Las actividades que caracterizan el mercado del cocotero en México, son:

1. La venta de coco como fruta,
2. La confección de dulces,
3. La producción de agua de coco
4. La producción de madera,
5. Entre los subproductos, la producción de fibra, el sustrato y la transformación de la concha en carbón activado.

Sin embargo, varios productores no cuentan con el capital suficiente para elaborar algunos de los productos antes mencionados, además se han enfrentado al problema de abaratar el costo de su producto debido a que no existe una estandarización en el precio del coco. Hasta el 2005, el precio del coco oscilaba entre \$1.00 y \$1.20. (SAGARPA, 2005)

Para contrarrestar estas pérdidas, los productores han incursionado en la producción de dulces de coco, lo que ha resultado benéfico, estos productos se venden en el paso de

la carretera. Debido a esto, organizaciones gubernamentales han decidido apoyarlos para impulsar sus expectativas actuales.

En el caso del agua de coco, ésta es envasada en bajas proporciones; a partir del año 2000, el mercado ha ido creciendo a lo largo de 5 años, lo que demuestra la rentabilidad de esta actividad.

El Consejo Estatal de Cocotero (CECOCO), cuenta con información para utilizar subproductos como la fibra y concha de coco, con objetivo de elevar la productividad, produciendo carbón activado, fibras aislantes y sustratos. (Flores R., 2006)

La manufactura e industrialización del coco en México, se lleva a cabo por empresas ubicadas en las costas y su mercado es nacional.

El Sistema productivo del coco, esta integrado por:

- Industrializadores
 1. La planta industrial de Guerrero
 2. La planta de Marcos Galeana
 3. Oleofinas
 4. La corona
 5. Colgate
 6. Procter and Gamble
- Comercializadores
 1. Centros de acopio oficiales de copra
 2. Empresas jaboneras

3. Comercializadores de coco (como fruto)
4. Industrias procesadoras de agua de coco.

Actualmente solo hay una industria productora de agua de coco embotellada, registrada ante la SAGARPA, el nombre de la empresa es **Cocozihua**, y su planta se encuentra ubicada en Zihuatanejo.

Las características físicas y organolépticas del producto procesado en esta industria son: el producto se presenta en botellas de plástico transparente de 530mL, aproximadamente. La leyenda de la etiqueta recomienda su consumo en atletas, además, registra una vida de anaquel de cinco meses. Contiene trozos de pulpa de coco en un 4%. El líquido es blanquizo y con aroma característico al agua de coco.



Figura 2.2 Etiqueta de bebida de coco nacional

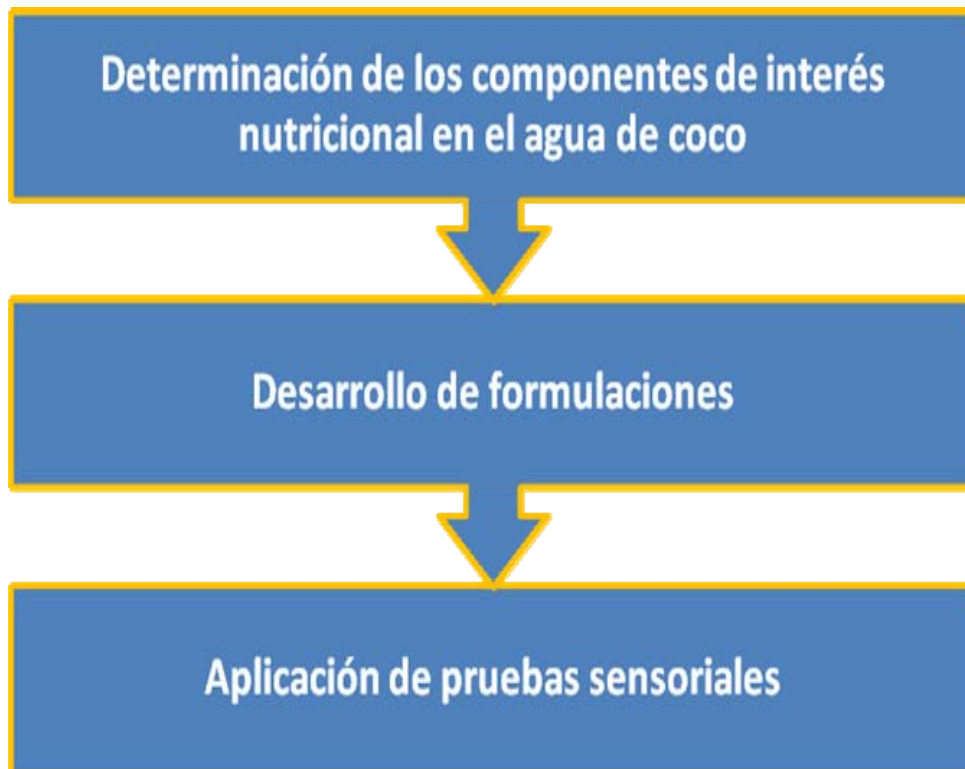
Sin embargo, existen otras industrias que envasan el agua de coco aunque no cuenten con un registro ante la SAGARPA.

Capítulo 3.

Metodología

3.1 Metodología General

Diagrama 3.1 Metodología General



Obtención y acondicionamiento de la materia prima

Se analizaron un total de 20 cocos, realizando el estudio de 4 cocos por semana. Todos los frutos provenían del estado de Guerrero, se eligieron aquellos que tuvieran cortezas de ligero color café. La edad de los cocos oscilaba entre los 5 y 6 meses.

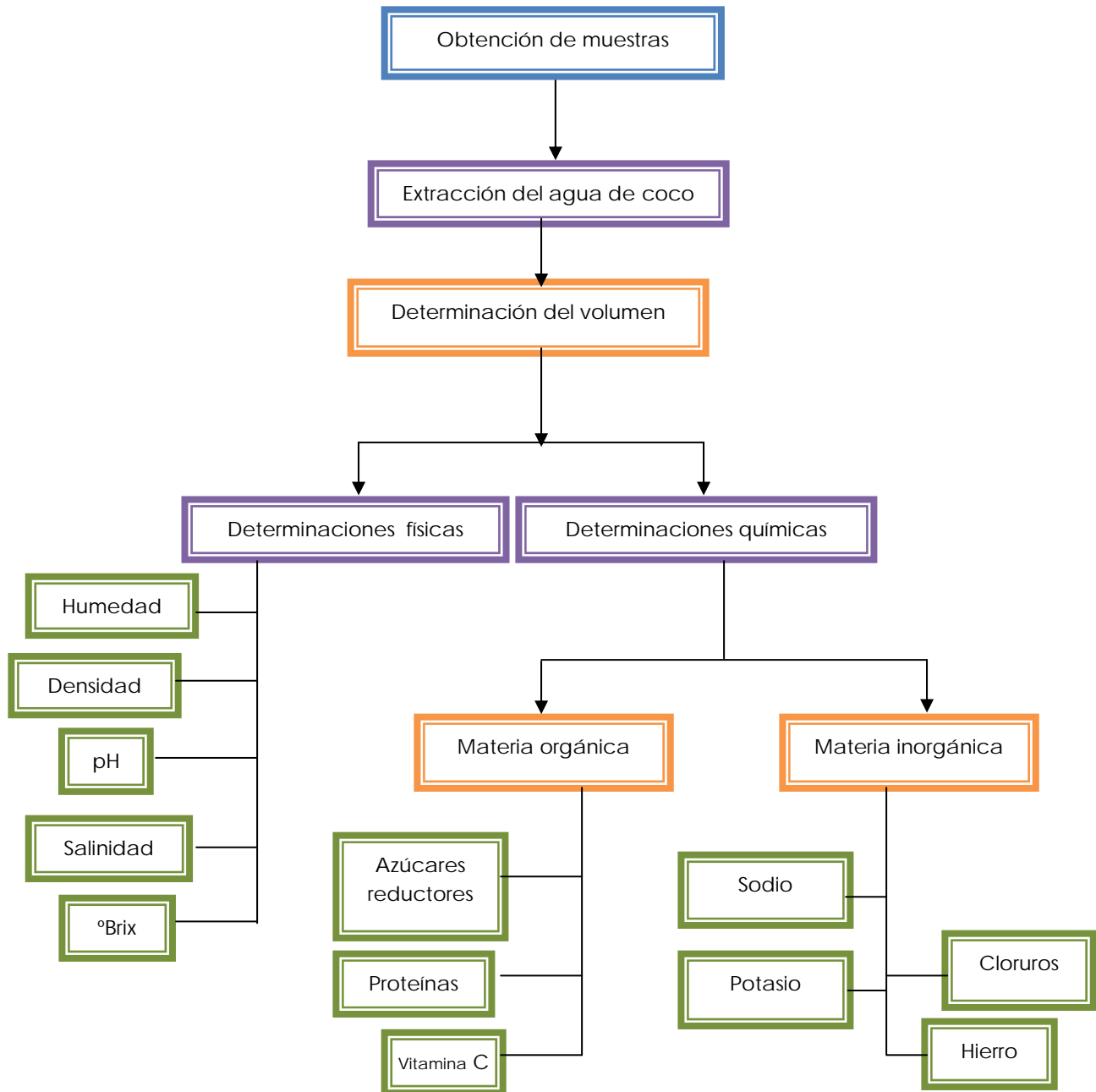
Los cocos se abrían con ayuda de un punzón metálico, un tubo metálico hueco pequeño y un martillo. Posteriormente, el agua de coco se hacía pasar por un papel filtro Whatman del No. 42, para eliminar partículas suspendidas.

Inmediatamente después, se llevaban a cabo todas las determinaciones físicas, posteriormente se realizaban las pruebas para cuantificar azúcares reductores, proteínas y ácido ascórbico, por ser considerados nutrientes poco estables al almacenamiento y muy susceptibles del ataque microbiano. En el resto de la semana se determinaban las concentraciones de los minerales.

El agua de coco se almacenó en refrigeración en envases de plástico con tapa, a una temperatura de 4°C.

3.1.1 Determinación de compuestos de interés nutricional en el agua de coco





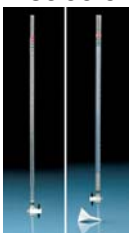

Diagrama 3.2 Determinaciones analíticas



Métodos y fundamentos de las pruebas físicas

| | Determinaciones | Método | Fundamento |
|----------------|------------------------|--|---|
| Físicas | Humedad | Diferencia con el % sólidos totales  | Conociendo la cantidad de sólidos totales, se puede aproximar la cantidad de agua libre por diferencia. |
| | Densidad | Medición de masa y volumen  | Medición del peso de un volumen exacto. |
| | pH | Potenciométrico  | Medición de la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ion hidrógeno. |
| | Salinidad | Salinómetro  | El salinómetro es un instrumento que determina la salinidad, por medios densitométricos para medir la gravedad específica de sales. Es un tubo, parecido a un termómetro, con un contrapeso en su parte inferior y con una escala en la parte superior. La escala indica unidades de % sal. |
| | % sólidos totales | Refractómetro  | Refracción de la luz al pasar del aire a una fase líquida. El índice de refracción es proporcional a la densidad del líquido y depende de la temperatura. El Refractómetro mide la concentración de sólidos totales. |

Métodos y fundamentos de pruebas químicas

| Determinaciones | | Método | Fundamento |
|-----------------|---------------------|--|--|
| Químicas | Azúcares reductores | Reducción del DNS  | Reducción del ácido 3,5 dinitrosalicílico al reaccionar con azúcares reductores; formación de una disolución de color rojizo que se lee espectrofotométricamente a 530 nm. |
| | Proteínas Solubles | Lowry  | Formación de un complejo azul entre los enlaces peptídicos y el ion cúprico, reducción del reactivo fosfomolibdotúngstico por la tirosina y el triptofano que se lee en el espectrofotómetro a 740 nm. |
| | Vitamina C | Reducción del pigmento 2,6-diclorofenol-indofenol  | Reducción del pigmento 2,6-diclorofenol-indofenol por el ácido ascórbico de una forma azul a una forma incolora. |
| | Sodio y Potasio | Flamometría  | La producción de una emisión luminosa producida por los metales ante el calentamiento y la consiguiente respuesta eléctrica del detector son proporcionales a la concentración del metal. Los átomos de sodio y potasio son excitados en la flama a un nivel de energía mayor, los cuales al regresar a su estado fundamental emiten energía en forma de luz. |
| | Cloruros | Reacción de Mohr  | Métodos que se basan en la detección del punto final de la reacción: $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$ (precipitado blanco). El cual está determinado por la formación de un precipitado rojo anaranjado producto de la reacción con el cromato y la plata una vez que todo el cloruro ha sido consumido. $\text{CrO}_4^{2-} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Ag}_2\text{CrO}_4$ (precipitado rojo naranja). El AgCl es menos soluble que el Ag_2CrO_4 ; este último no puede formarse de forma permanente en la mezcla hasta que la precipitación del ión cloruro en forma de AgCl sea completa. |
| | Hierro | La reacción de hierro con o- fenantrolina  | Reacción de hierro con o-fenantrolina en disolución reguladora de acetatos pH=4.7, en presencia de hidroxilamina, formando coloración naranja que se lee espectrofotométricamente a 510 nm. |

3.1.2 Descripción de metodologías

3.1.2.1 Pruebas físicas

A) % volumen de agua

El volumen final extraído de cada coco se midió en una probeta graduada.

B) pH (Método Potenciométrico)

Fundamento

Medición de la diferencia de potencial entre dos electrodos: un electrodo de referencia (generalmente de plata/cloruro de plata) y un electrodo de vidrio que es sensible al ion hidrógeno.

Equipo y reactivos

- pHmetro Conductronic, modelo pH 120
- Electrodo combinado de vidrio/calomel modelo Cornia.
- Disoluciones reguladoras de pH 4 y 7.
- Agua destilada y desionizada.
- Vasos de precipitados de 100mL.
- Agitadores.
- Papel absorbente.
- Muestras de agua de coco.

Procedimiento

La determinación del pH conlleva dos puntos básicos:

1. Calibración del potenciómetro.

Para la limpieza de los electrodos, en este caso el electrodo combinado de vidrio y calomel, lo primero que se realizó fue la sustitución del electrolito de cloruro de potasio, vaciando totalmente el cuerpo del electrodo, de la disolución vieja, enjuagando con agua destilada y volviendo a llenar con disolución de cloruro de potasio 2 M.

La calibración del pHmetro se llevó a cabo con el uso de dos disoluciones reguladoras de pH 4 y 7, para lo cual, primero se sacó el electrodo de la disolución donde se encontraba, se lavó al chorro de agua destilada de un piseta y se secó con un paño limpio, sin frotar la pared del electrodo para no polarizarlo, se introdujo el electrodo combinado a la disolución reguladora de pH 4 y la aguja del equipo se llevó al pH adecuado con el botón correspondiente, se sacó de la disolución reguladora, se enjuagó, se secó y se introdujo a la disolución reguladora de pH 7, ajustando el pH, con el botón correspondiente. Hecho esto, se enjuagó perfectamente el electrodo y se procedió a lo siguiente.

2. Determinación del pH en el agua de coco.

Se tomaron 50 mL de la muestra de agua coco, se colocaron en un vaso de precipitados de 100 mL, se introdujeron los electros de vidrio y de calomel, así como el sensor de temperatura, se tomó la lectura de ambos después de 30 segundos.

C) Sólidos Totales (Refractómetro)

Fundamento

Refracción de la luz al pasar del aire a una fase líquida. El índice de refracción es proporcional a la densidad del líquido y depende de la temperatura.

El refractómetro mide la concentración de sólidos totales.

Equipo y reactivos:

-Refractómetro Hand Refractometer ATAGo, N-1e.

-Agua destilada y desionizada.

-Pipetas pasteur

-Papel absorbente.

-Muestras de agua de coco.

Procedimiento

1. Calibración del Refractómetro.

Se colocó una gota de agua destilada en el visor del refractómetro. Se observó la lectura del mismo ante la luz, si las lecturas eran diferentes a cero, se ajustaba hasta obtener dicha lectura. Se secó perfectamente el visor del refractómetro con un papel absorbente.

2. Determinación de los sólidos totales en el agua de coco.

Se colocó una gota de agua de coco, recién extraída, en el visor del refractómetro.

Se observó la lectura ante la luz.

D) % Humedad del agua de coco

Fundamento

Conociendo la cantidad de sólidos totales, se puede aproximar la cantidad de agua libre por diferencia.

E) Grado salino. (Salinómetro)

Fundamento

El salinómetro es un instrumento que determina la salinidad, por medios densitométricos para medir la gravedad específica de sales. Es un tubo, parecido a un termómetro, con un contrapeso en su parte inferior y con una escala en la parte superior. La escala indica unidades de % sal.

Equipo y reactivos:

- Salinómetro, F. Mantey B. 0-100%.
- Agua destilada y desionizada.
- Probeta de 250 mL.
- Termómetro.
- Muestras de agua de coco.

Procedimiento

1.- Se transfirió la muestra a una probeta de 250 mL. Se introdujo el salinómetro en la probeta con muestra dejándolo flotar libremente por 30 segundos, verificando que no se pegara a las paredes del recipiente.

2.- Se observó la lectura del salinómetro, leyendo la división de la escala más alta que alcanzaba el menisco del agua de coco.

F) Densidad (medición de masa y de volumen).

Fundamento

Medición del peso de un volumen exacto.

Equipo y reactivos

-Picnómetro de 25 mL

-Papel absorbente.

-Muestras de agua de coco.

Procedimiento

1. Se colocó el picnómetro a peso constante y se pesó cuando estuvo libre de humedad.
2. Se llenó con agua de coco.
3. Se pesaron ambos y por diferencia se determinó la masa que había en 25mL de agua de coco.
4. Se dividió la masa obtenida entre 25 y se obtuvo el valor de la densidad.

3.1.2.2 Pruebas químicas

A. Determinación de azúcares reductores. (Método de DNS)

Fundamento

Reducción del ácido 3,5 dinitrosalicílico al reaccionar con azúcares reductores; formación de una disolución de color amarillo que se lee espectrofotométricamente.

Equipo y reactivos

- Micropipeta de 1000 μ L
- Puntas para micropipeta de 1000 μ L
- 25 tubos de ensayo con capacidad de 15 mL
- Bureta de 25 mL
- Parrilla eléctrica
- Espectrofotómetro modelo Perkin-Elmer Hitachi 200
- 2 Celdas de plástico
- Papel absorbente
- Muestras de agua de coco
- DNS, ácido dinitrosalicílico

Preparación de reactivos

- Preparación de la solución de DNS.

Se pesó 1 g de NaOH y se disolvió en 20 mL de agua, agitando constantemente. Aparte, se pesó 1 g de ácido 3,5-dinitrosalicílico (DNS). Ya disuelto, se agregó a la solución de NaOH, y se continuó con la agitación (la solución pasa de color amarillo a uno naranja), se adicionó 0.2 g de fenol, 0.05 g de metasulfito de sodio, 10 g de sal

Roche (tartrato de sodio y potasio). Disueltos todos los reactivos, se llevó la solución a la marca de 100 mL con agua destilada.

Procedimiento

- Preparación de la muestra líquida

Se colocó 1 mL de agua de coco en un matraz aforado de 100 mL, se llevó a la marca con agua destilada.

- Preparación de la solución patrón de azúcares reductores.

Se pesaron 0.1 g de glucosa (grado analítico) y se aforó a 100 mL.

- Preparación de la gráfica estándar.

Se colocaron las cantidades indicadas en la siguiente tabla:

| Volumen de solución patrón (mL) | Volumen de agua (mL) | concentración de glucosa ($\mu\text{g}/\text{mL}$) | Volumen final (mL) |
|---------------------------------|----------------------|--|--------------------|
| 0 | 10 | 0 | 10 |
| 1 | 9 | 100 | 10 |
| 2 | 8 | 200 | 10 |
| 4 | 6 | 400 | 10 |
| 6 | 4 | 600 | 10 |
| 8 | 2 | 800 | 10 |
| 10 | 0 | 1000 | 10 |

Para la determinación de azúcares reductores, se tomó 1 mL de la muestra líquida preparada o de disolución estándar, se adicionó 1 mL de reactivo de DNS y se calentó por un periodo de 5 minutos, en un baño de agua hirviendo, se enfrió y diluyó a 10 mL adicionando 8 mL de agua destilada.

Posteriormente se determinó la longitud de onda de trabajo, mediante la realización de una curva de absorción.

Finalmente se leyó la absorbancia del color producido a la longitud de onda seleccionada frente a un blanco de reactivos y agua, tratados igual que la muestra, procurando la limpieza continúa de las celdas.

La concentración de azúcares reductores se determinó mediante la comparación con la gráfica estándar, tomando en cuenta las diluciones.

B. Proteínas (Método de Lowry)

Fundamento

Formación de un complejo azul entre los enlaces peptídicos y el ion cúprico, reducción del reactivo fosfomolibdotúngstico por la tirosina y el triptofano que se lee en el espectrofotómetro

Equipo y reactivos

- Micropipeta de 1000 μ L
- Micropipeta de 200 μ L
- Puntas para micropipeta de 1000 μ L
- Puntas para micropipeta de 200 μ L
- 25 tubos de ensayo con capacidad de 5 mL
- pipeta graduada de 10 mL
- Vórtex
- Espectrofotómetro modelo Perkin-Elmer Hitachi

- 2 Celdas de plástico
- Papel absorbente
- Muestras de agua de coco
- Solución A: Solución A: Na_2CO_3 al 2% (p/v)
- Solución B: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al 1% (p/v)
- Solución C: Tartrato de sodio potasio al 2% (p/v)

Preparación de reactivos

- Solución A: Na_2CO_3 al 2% (p/v)

Se pesaron 20 g de la sal y se colocaron en matraz aforado de 1L, llevándose a la marca con agua destilada.

- Solución B: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ al 1% (p/v)

Se pesó 1g de la sal y se adicionaron 99 mL de agua destilada.

- Solución C: Tartrato de sodio potasio al 2% (p/v)

Se pesaron 2 g de la sal y se adicionaron 98 mL de agua destilada.

- Reactivo de formación compleja: A+B+C 100:1:1 (se preparaba justo antes de utilizarse).

Se mezclaban 100 mL de la solución A, 1 mL de la solución B y 1 mL de la solución C.

Procedimiento

- Preparación de la muestra líquida.

Se colocaron 50 mL de agua de coco en un matraz aforado de 100 mL, llevándose a la marca con agua destilada.

- Preparación de la solución patrón de albúmina sérica bovina.

Se pesó 0.1 g de proteína (grado analítico) y se aforó a 100 mL.

- Preparación de la gráfica estándar.

Se colocaron las cantidades indicadas en la siguiente tabla:

| Volumen de solución patrón (mL) | Volumen de agua destilada (mL) | concentración de proteína ($\mu\text{g/mL}$) | Volumen final (mL) |
|---------------------------------|--------------------------------|--|--------------------|
| 10 | 0 | 1000 | 10 |
| 8 | 2 | 800 | 10 |
| 6 | 4 | 600 | 10 |
| 4 | 6 | 400 | 10 |
| 2 | 8 | 200 | 10 |
| 1 | 9 | 100 | 10 |

Para la determinación de proteínas, se adicionaron a 0.3 mL de muestra o solución patrón, 3 mL de reactivo de formación compleja y se permitió el reposo por 10 min. Una vez transcurrido este tiempo, se adicionaron 0.3 mL de reactivo de Folín, agitando con un vórtex y dejando reposar la mezcla por 30-60 minutos.

Posteriormente se determinó la longitud de onda de trabajo, mediante la realización de una curva de absorción.

Finalmente se leyó la absorbancia del color producido a la longitud de onda seleccionada frente a un blanco de reactivos y agua, tratados igual que la muestra, procurando la limpieza continua de las celdas.

Se obtuvo la concentración de proteína mediante la comparación con la curva patrón, tomando en cuenta las diluciones.

C. Sodio y Potasio. (Flamometría)

Fundamento

La producción de una emisión luminosa producida por los metales ante el calentamiento y la consiguiente respuesta eléctrica del detector son proporcionales a la concentración del metal.

Los átomos de sodio y potasio son excitados en la flama a un nivel de energía mayor, los cuales al regresar a su estado fundamental emiten energía en forma de luz.

Determinación de Sodio

Equipo y reactivos

- Flamómetro modelo PFP7 JENWAY
- Recipientes de plástico
- Papel absorbente
- Muestras de agua de coco
- Soluciones estándar de Cloruro de Sodio

Procedimiento

- Preparación de solución estándar de cloruro de sodio.

Se pesaron 0.0230 g de NaCl, secados en estufa a 95°C durante una hora, previamente, y se colocaron en matraz aforado de 1L, llevando a la marca con agua destilada.

- Preparación de la gráfica estándar.

Se colocaron en matraces aforados las cantidades de la solución estándar de NaCl y se llevaron a la marca con agua desionizada.

| Volumen de solución estándar (mL) | Concentración de sodio ($\mu\text{g/L}$) | Volumen final (mL) |
|-----------------------------------|--|--------------------|
| 8.7 | 2 | 100 |
| 17.4 | 4 | 100 |
| 26.1 | 6 | 100 |
| 34.8 | 8 | 100 |
| 43.5 | 10 | 100 |
| 52.2 | 12 | 100 |

Preparación del equipo (Flamómetro)

Al encender el flamómetro se aseguró que la llave interna de gas del flamómetro estuviera cerrada. Después se abrían cuidadosamente las llaves externas de gas, una vez abiertas, se abría poco a poco la llave interna de gas del flamómetro al mismo tiempo que se oprimía el botón de ignición, que generaba una descarga eléctrica entre el electrodo de ignición y la unidad quemadora. Una vez que ardía la llama del flamómetro, se prendía la bomba de aire y se soltaba el botón de ignición, se ajustaba la flama hasta que se veían claros los conos de combustión del gas. Posteriormente se ajustó el número de decimales con el que se deseaba trabajar.

Al obtener una flama de llama constante, sin oscilaciones de intensidad, se introducía agua desionizada y se ajustaba a cero, posteriormente se introduce la solución de más alta concentración de NaCl y se ajustaba a 100.

Una vez establecidos el 0 y el 100% de emisión se procedía a introducir las soluciones estándar de NaCl, de menor a mayor concentración y se tomaba la lectura correspondiente. Una vez leída la serie estándar, se introducían las muestras.

Era necesario secar con papel absorbente la manguera del flamómetro entre las muestras y las soluciones estándar de NaCl.

Se obtuvo la concentración de sodio mediante la comparación con la gráfica estándar, tomando en cuenta las diluciones.

Determinación de Potasio

Equipo y reactivos

-Flamómetro modelo PFP 7 JENWAY

-Recipientes de plástico

-Papel absorbente

-Muestras de agua de coco

-Soluciones estándar de Cloruro de Potasio

Procedimiento

Preparación de solución estándar de KCl.

- Se pesó 0.0211g de KCl y se aforó a 1L.

Preparación de la gráfica estándar.

- Se colocó en matraces aforados las cantidades de solución estándar de KCl y se llevó a la marca con agua desionizada.

| Volumen de solución estándar | µg/L | Volumen final mL |
|------------------------------|------|------------------|
| 9.48 | 2 | 100 |
| 18.96 | 4 | 100 |
| 28.44 | 6 | 100 |
| 37.91 | 8 | 100 |
| 47.39 | 10 | 100 |
| 56.8 | 12 | 100 |

Se realizó el mismo procedimiento que en la determinación de sodio, tomando en cuenta que el 0% de emisión se ajustó con agua desionizada y el 100% de emisión se ajustó con la concentración más alta de KCl, para realizar la gráfica de calibración se introdujeron las soluciones de la curva patrón de KCl.

D. Cloruros (Reacción de Mohr)

Fundamento

Valoración con Nitrato de plata, usando como indicador cromato de potasio.

Se lleva a cabo la formación del precipitado de AgCl, una vez que todo el cloruro ha sido consumido se forma el producto, precipitado color rojizo, de la reacción entre el cromato y la plata, este último no puede formarse de forma permanente hasta que todo el AgCl se haya formado.

Equipo y reactivos

- pipeta volumétrica de 10 mL
- matraz Erlenmeyer de 250 mL
- pipeta graduada de 1 mL
- propipeta

- bureta de 50 mL
- crisol
- mufla
- disolución de cromato de potasio al 5%
- disolución de nitrato de plata 0.1 N
- muestra de agua de coco
- Disolución de cromato de potasio al 5%
- Disolución de nitrato de plata 0.1N

Preparación de reactivos

- Solución de cromato de potasio al 5%

Se pesaron 5 g de cromato de potasio y se colocaron en un matraz aforado de 100 mL, llevándose a la marca con agua destilada.

- Solución de nitrato de plata 0.1 N

Se pesaron 17 g de nitrato de plata y se colocaron en matraz aforado de 1 L, llevándose a la marca con agua destilada.

- Valoración de la solución de nitrato de plata

Se pesaron, con exactitud, 0.5 g de NaCl previamente secado y se colocaron en matraces aforados de 125 mL, se adicionaron 15 mL de agua desionizada. Se añadió 1 mL de la solución indicadora de K_2CrO_4 , iniciándose la valoración con el nitrato de plata hasta la aparición de un color rojo anaranjado.

Para la determinación de cloruros, se colocaron 10 mL de la solución de la muestra, en un matraz Erlenmeyer de 150 mL, se adicionaron 15 mL de agua destilada y 1 mL de

cromato de potasio al 5%. La titulación con nitrato de plata 0.1 N se continuó hasta la aparición de un color rojo ladrillo, con permanencia de por lo menos 30 seg.

Cálculos:

$$mL \text{ de } AgNO_3 \text{ gastados} \times \frac{\text{moles de } AgNO_3}{1000 \text{ mL}} \times \frac{1 \text{ mol de cloruros}}{1 \text{ mol de } AgNO_3} = \text{moles de cloruros}$$

$$\text{moles de cloruros} \times \frac{35.5 \text{ g de cloruros}}{1 \text{ mol de cloruros}} \times \frac{100 \text{ mL mtra.}}{10 \text{ mL alícuota}} \times \frac{1000 \text{ mg}}{1 \text{ g}} = \text{mg de cloruros} / 100 \text{ mL mtra.}$$

E. Hierro (Método Colorimétrico)

Fundamento

Reacción de hierro con o-fenantrolina a pH controlado de acetatos, en presencia de hidroxilamina, formando coloración naranja que se lee espectrofotométricamente.

Equipo y reactivos

-Cápsulas o crisoles de porcelana

-Balanza analítica

-Mufla

-Pipeta volumétrica de 10 mL

-Micropipeta de 1000 μ L

-Matraces volumétricos de 100 mL

-Matraces Erlenmeyer de 125 mL

- Embudos
- Agitador de vidrio
- Papel filtro de poro grueso
- Papel pH
- Espectrofotómetro modelo Perkin-Erlenmeyer Hitachi
- Vórtex
- Parilla eléctrica
- Muestras de agua y pulpa de coco
- Agua destilada
- Disolución de clorhidrato de hidroxilamina
- Disolución reguladora de acetatos de pH 4.7
- Disolución de ortofenantrolina

Preparación de reactivos

- Disolución de ortofenantrolina.

Se disolvieron 0.1 g en 80 mL de agua destilada a 80 °C, se permitió el enfriamiento y se aforó a 100 mL con agua destilada.

- Disolución de clorhidrato de hidroxilamina

Se disolvieron 10 g de la sal en agua destilada y se llevó a un volumen de 100 mL.

- Disolución reguladora de acetatos, pH 4.7

Se disolvieron 8.3 g de acetato de sodio anhídrido, se adicionaron 12 mL de ácido acético y se aforó a 100 mL con agua destilada.

Procedimiento

1.- Disolución estándar de hierro (0.01 mg/mL)

Se disolvieron 3.512 g de sulfato ferroso amónico hexahidratado, $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ en agua y se aforó a 500 mL. Posteriormente se tomaron 10 mL de dicha disolución y se llevaron a 1 L con agua destilada.

2.- Preparación de la serie estándar

Se tomaron, 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 4.0, 5.0 y 6.0 mL de la disolución estándar de hierro, y se añadieron 1 mL de clorhidrato de hidroxilamina, 5 mL de solución reguladora de pH 4.7, 1 mL de ortofenantrolina y se ajustaron cada uno de los matraces a 25 mL con agua destilada.

Después se permitió el reposo entre 10 y 15 minutos. Finalmente se estableció la longitud de onda de trabajo, mediante una curva de absorción.

Determinación de hierro en agua de coco.

Se tomaron 25 mL de la disolución de agua de coco, se adicionó 1 mL de clorhidrato de hidroxilamina, se agitó, posteriormente se agregaron 5 mL de buffer de acetatos, agitando, se agregó 1 mL de ortofenantrolina y se agitó de nuevo. Se dejó la mezcla en reposo entre 10 y 15 minutos. Finalmente se leyó la absorbancia del color producido a la longitud de onda seleccionada.

La cantidad de hierro presente, se determinó haciendo la comparación con la curva patrón, tomando en cuenta las diluciones.

F. Ácido ascórbico (Método volumétrico)

Fundamento

Reducción del pigmento 2,6-diclorofenol-indofenol por el ácido ascórbico a una forma incolora.

Equipo y reactivos

- Pipetas graduadas de 5 mL.
- Probeta de 50 mL.
- Matraces aforados de 100 mL.
- Matraz Erlenmeyer de 125 mL.
- Bureta de 25 mL.
- Papel filtro de poro grueso.
- Embudos
- Muestras de agua de coco
- Agua destilada.
- Ácido acético.
- Solución valorada de diclorofenol-indol.

Preparación de reactivos

- Disolución de ácido acético al 5%

En un matraz aforado de 1 L se colocaron 100 mL de agua destilada, agregando 50 mL de ácido acético glacial y se llevó a la marca con agua destilada.

- Disolución de diclorofenol-indofenol

Se pesaron 100 mg de 2,6- diclorofenol-indofenol y 50 mg de bicarbonato de sodio, se disolvieron, llevándose a la marca con agua destilada a 1 L. Se valoró esta disolución, colocando 1 mL de disolución estándar de vitamina C con 9 mL de ácido acético al 5%, en un matraz Erlenmeyer y se tituló con la disolución colorante hasta que el color rosado persistió por lo menos 10 segundos.

La cantidad consumida en mililitros se consideró como el título que equivale a 1 mg de vitamina C.

- Disolución estándar de vitamina C.

Se pesaron con suma exactitud 100 mg de ácido ascórbico anhidro y se colocaron en un matraz volumétrico de 100 mL, llevándose al aforo con ácido acético al 5%. La concentración de la disolución de vitamina C es de 1 mg/mL.

Procedimiento

Determinación de vitamina C en agua de coco

Se tomaron 5 mL de agua de coco y se homogenizaron con 35 mL de ácido acético al 5%, se llevaron a 100 mL con agua destilada, se tomaron 3 alícuotas de 25 mL.

Cada alícuota, se colocó en un matraz Erlenmeyer y se tituló con la disolución valorada de diclorofenol-indofenol, hasta que el color rosado permaneció por lo menos 10 segundos.

Con el título de la solución de diclorofenol-indofenol se calculó el contenido de vitamina C.

3.1.3 Desarrollo de formulaciones

La segunda parte de la metodología consiste en el desarrollo de las formulaciones para la bebida hidratante.

Para obtener las características organolépticas de la bebida, se tomó como referencia a la bebida hidratante marca “Gatorade” de sabor lima-limón, pues este producto presenta gran aceptación frente al consumidor, ya que se advirtió su preferencia en el mercado, debido al posicionamiento que tiene este producto en los puntos de venta. Con todo ello, se pretende igualar o superar las características del producto líder.

De este modo, se llevaron a cabo diferentes formulaciones, variando la concentración de los aditivos, de las cuales se eligieron las dos más parecidas a la marca “Gatorade”, sabor lima-limón.

A continuación se presentan los aditivos utilizados en el desarrollo de la formulación y la función de cada uno de estos en la misma.

Tabla 3.1 Función de los aditivos utilizados en la formulación

| Componente | Función |
|----------------------|---|
| Concentrado de limón | Proporciona sabor, aroma, textura y color. |
| Ácido cítrico | Proporciona sabor cítrico, actúa además como conservador. |
| Ácido ascórbico | Antioxidante, proporciona nota ácida. |

La tabla siguiente muestra las proporciones de aditivos, utilizadas para preparar la bebida hidratante.

Tabla 3.2. Relación de las cantidades de aditivos usadas en 10 formulaciones.

| Formulación | Agua de Coco (mL) | Agua Purificada (mL) | Concentrado de Limón (mL) | Ácido Cítrico (g) | Ácido Ascórbico (g) |
|-------------|-------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| 1 | 90.0 | 0 | 10.0 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 95.0 | 0 | 5.0 | 0.50 | 0.00 |
| 3 | 95.0 | 0 | 5.0 | 0.30 | 0.00 |
| 4 | 99.0 | 0 | 1.0 | 0.30 | 0.05 |
| 5 | 46.5 | 46.5 | 7.0 | 0.30 | 0.05 |
| 6 | 95.0 | 0 | 5.0 | 0.20 | 0.05 |
| 7 | 47.5 | 47.7 | 5.0 | 0.20 | 0.05 |
| 8 | 76.0 | 19.0 | 5.0 | 0.20 | 0.05 |
| 9 | 95.0 | 0.0 | 5.0 | 0.15 | 0.05 |
| 10 | 76.0 | 19.0 | 5.0 | 0.15 | 0.05 |

De este modo, las formulaciones 9 y 10 fueron las elegidas por presentar las características similares a las de “Gatorade”.

- El concentrado de limón fue el aditivo que más contribuyó a las características organolépticas del producto, proporcionando el sabor dulce, una coloración verde, una mayor viscosidad y un aroma a limón.
- El ácido cítrico, en altas concentraciones (0.5 g/100 mL) proporciona una nota muy ácida, por lo que se decidió utilizarlo en concentraciones menores (0.15 g/100 mL). La NMX-F-118-1984, establece como máximo 1.85 g de ácido cítrico/100 mL.

- El ácido ascórbico da una nota amarga a la bebida, si se utiliza en concentraciones mayores a 0.05 g/100 mL. La NMX-F-118-1984, establece como máximo 0.5 g de ácido ascórbico/100 mL.
- El agua utilizada para la elaboración esta bebida debe cumplir con los límites establecidos en el punto 4 de la NOM-127-SSA1-1994 Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de la calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

3.1.4 Aplicación de pruebas sensoriales afectivas.

Como parte final de la metodología, se evaluaron sensorialmente las formulaciones elegidas. Se llevaron a cabo pruebas de preferencia frente al producto líder.

Este tipo de pruebas evalúan el grado de aceptación y preferencia de un producto determinado. Las pruebas afectivas se llevan a cabo mediante una prueba de aceptación-preferencia o una prueba hedónica.

Para realizar estas pruebas no se requieren jueces entrenados, basta con consumidores. Sin embargo, los datos generados por consumidores son a menudo altamente variables. Existen muchas fuentes de variación en el análisis sensorial que no pueden ser controlados en una prueba sensorial, por ejemplo, el humor y la

motivación de los participantes, su sensibilidad fisiológica innata a la estimulación sensorial y su familiaridad con productos semejantes. (Torre P., 2000)

Preferencia es la expresión que señala la elección de un producto entre varios, una prueba típica sería la de clasificar u ordenar en función de su carácter, de muy desagradable (referido con el número 1) a muy agradable (referido con el número 3). (Torre P., 2000)

De este modo se realizó la prueba de preferencia, para determinar cual de las dos formulaciones elegidas, podía competir contra Gatorade.

Así, se aplicó el siguiente cuestionario:

Figura 3.1 Cuestionario de prueba de preferencia

| | | |
|---|-----|--------------|
| Edad: _____ Sexo: <u>Masculino</u> <u>Femenino</u> | | Fecha: _____ |
| ¿Es consumidor habitual de bebidas hidratantes (JUMEXSPORT, GATORADE, POWERADE, etc.)? Si No | | |
| INSTRUCCIONES: Ordene de izquierda a derecha las tres muestras que se le presentan, desde la que menos prefiera hasta la que más prefiera. | | |
| Muestra | 418 | 531 286 |
| Preferencia | ___ | ___ ___ |

La muestra 418 corresponde a la formulación 10 (80% de agua de coco y 20% de agua purificada). La muestra 531 fue Gatorade y la muestra 286 la formulación 9 (100% agua de coco).

Las claves para las muestras se eligieron al azar y su aparición en los cuestionarios se determinó mediante 6 combinaciones posibles.

| | | | |
|---------|-----|-----|-----|
| Serie 1 | 418 | 531 | 286 |
| Serie 2 | 286 | 418 | 531 |
| Serie 3 | 531 | 286 | 418 |
| Serie 4 | 286 | 531 | 418 |
| Serie 5 | 531 | 418 | 286 |
| Serie 6 | 419 | 286 | 531 |

Se aplicaron 64 cuestionarios, alrededor de 11 de cada serie, a 32 mujeres y a 32 hombres, cuyas edades oscilaban entre los 12 a 62 años.

La prueba sensorial, se llevó a cabo en el Deportivo Reynosa, ubicado en la Delegación Azcapotzalco.

Se eligieron personas que estuvieran realizando alguna actividad física.



Fotografías 3.1, 3.2 y 3.3 Aplicación de pruebas sensoriales

Capítulo 4.

Resultados y discusión

4.1 Resultados y discusión de las pruebas físicas del agua de coco

Tabla 4.1. Resultados de pruebas físicas

| Semana | No. de coco | Volumen de agua (mL) | pH | Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) | $^{\circ}\text{Bx}$ | % Humedad | $^{\circ}\text{Salino}$ | Densidad g/mL | Temperatura $^{\circ}\text{C}$ |
|--------|-------------|----------------------|------|---|---------------------|-----------|-------------------------|---------------|--------------------------------|
| 1 | 1 | 500 | 5.73 | 660 | 6.04 | 93.96 | 11 | 1.0571 | 18 |
| | 2 | 696 | 6.00 | 780 | 5.02 | 94.98 | 12 | 1.0503 | 17 |
| | 3 | 380 | 6.44 | 660 | 6.02 | 93.98 | 11 | 1.0549 | 18 |
| | 4 | 586 | 5.82 | 660 | 5.04 | 94.96 | 10 | 1.0512 | 17 |
| | 5 | 380 | 6.07 | 705 | 6.08 | 93.92 | 12 | 1.0582 | 19 |
| 2 | 6 | 735 | 5.4 | 720 | 5.04 | 94.96 | 10 | 1.0285 | 20 |
| | 7 | 690 | 5.26 | 1290 | 5.06 | 94.94 | 10 | 1.0292 | 19 |
| | 8 | 655 | 5.37 | 870 | 5.04 | 94.96 | 10 | 1.0275 | 21 |
| | 9 | 783 | 5.3 | 795 | 5.00 | 95 | 9 | 1.0268 | 21 |
| | 10 | 360 | 5.5 | 1260 | 5.00 | 95 | 9 | 1.0264 | 23 |
| 3 | 11 | 524 | 5.86 | 765 | 5.60 | 94.4 | 10 | 1.0276 | 17 |
| | 12 | 500 | 5.92 | 300 | 5.40 | 94.6 | 10 | 1.0267 | 16 |
| | 13 | 604 | 5.86 | 310 | 6.00 | 94 | 11 | 1.0296 | 18 |
| | 14 | 594 | 5.93 | 735 | 6.00 | 94 | 12 | 1.0297 | 15 |
| | 15 | 614 | 6.10 | 340 | 5.00 | 95 | 9 | 1.0254 | 17 |
| 4 | 16 | 600 | 5.62 | 350 | 6.00 | 94.00 | 10 | 1.0904 | 19 |
| | 17 | 460 | 5.80 | 330 | 5.40 | 94.60 | 9 | 1.0887 | 19 |
| | 18 | 400 | 5.49 | 320 | 5.00 | 95.00 | 8 | 1.0868 | 18 |
| | 19 | 610 | 5.70 | 330 | 5.80 | 94.20 | 10 | 1.0909 | 19 |
| | 20 | 626 | 6.12 | 310 | 6.40 | 93.60 | 11 | 1.0931 | 19 |

En esta tabla se muestran los parámetros físicos analizados en el agua de coco, los cuales permiten evaluar las condiciones iniciales de los frutos.

Los cocos analizados en la semana número 2 fueron cocos más jóvenes, ésta característica se aprecia al comparar los valores de la tabla, ya que al presentar un volumen mayor de agua, los nutrientes se encontraban más diluidos, como los sólidos

totales, el pH presentó valores inferiores a las otras semanas; esto debido a que compuestos como el ácido fólico estaban aún en disolución y no formando parte de la pulpa. Así mismo, los valores de conductividad eran superiores debido a que todos los iones estaban en solución y no en la pulpa, ya que los cocos jóvenes presentan una pulpa más delgada y de menor dureza.

Estos valores también permiten evaluar las condiciones de almacenamiento en las que se encontraban los cocos antes de ser abiertos; por ejemplo, valores de pH inferiores a 5 o densidades superiores a 1.2 g/mL, indicarían una posible contaminación microbiana, debido a una fisura en la cáscara de la semilla, ya que el líquido es estéril mientras no se haya abierto el fruto.

Para obtener los resultados estadísticos de estas pruebas, se eliminaron los cocos de la semana 2, por las características antes mencionadas.

A continuación se presentan los resultados:

Tabla 4.2 Síntesis de los resultados obtenidos de las pruebas físicas aplicadas a 15 cocos.

| No. de coco | Volumen de agua en mL | pH | Conductividad ($\mu\text{S/cm}$) | $^{\circ}\text{Bx}$ en % | Humedad en % | $^{\circ}\text{Salino}$ en % | Densidad en g/mL | Temperatura en $^{\circ}\text{C}$ |
|-------------|-----------------------|--------|------------------------------------|--------------------------|--------------|------------------------------|------------------|-----------------------------------|
| 1 | 500 | 5.73 | 660 | 6.04 | 93.96 | 11 | 1.0571 | 18 |
| 2 | 696 | 6.00 | 780 | 5.02 | 94.98 | 12 | 1.0503 | 17 |
| 3 | 380 | 6.44 | 660 | 6.02 | 93.98 | 11 | 1.0549 | 18 |
| 4 | 586 | 5.82 | 660 | 5.04 | 94.96 | 10 | 1.0512 | 17 |
| 5 | 380 | 6.07 | 705 | 6.08 | 93.92 | 12 | 1.0582 | 19 |
| 6 | 524 | 5.86 | 765 | 5.60 | 94.40 | 10 | 1.0276 | 17 |
| 7 | 500 | 5.92 | 300 | 5.40 | 94.60 | 10 | 1.0267 | 16 |
| 8 | 604 | 5.86 | 310 | 6.00 | 94.00 | 11 | 1.0296 | 18 |
| 9 | 594 | 5.93 | 735 | 6.00 | 94.00 | 12 | 1.0297 | 15 |
| 10 | 614 | 6.10 | 340 | 5.00 | 95.00 | 9 | 1.0254 | 17 |
| 11 | 600 | 5.00 | 350 | 6.00 | 94.00 | 10 | 1.0904 | 19 |
| 12 | 460 | 5.00 | 330 | 5.40 | 94.60 | 9 | 1.0887 | 19 |
| 13 | 400 | 5.00 | 320 | 5.00 | 95.00 | 8 | 1.0868 | 18 |
| 14 | 610 | 5.00 | 330 | 5.80 | 94.20 | 10 | 1.0909 | 19 |
| 15 | 626 | 6.00 | 310 | 6.40 | 93.60 | 11 | 1.0931 | 19 |
| promedio | 538.2667 | 5.7153 | 503.6667 | 5.6533 | 94.3467 | 10.4000 | 1.0574 | 17.7333 |
| DE | 98.3605 | 0.4742 | 202.3034 | 0.4757 | 0.4757 | 1.1832 | 0.0265 | 1.2228 |
| %CV | 18.2736 | 8.2978 | 40.1661 | 8.4141 | 0.5042 | 11.3771 | 2.5048 | 6.8955 |

4.2 Resultados y discusión de las pruebas químicas del agua de coco.

A continuación se muestran las gráficas de absorción y los gráficos de calibración de las determinaciones espectrofotométricas y flamométricas¹.

Tabla 4.3 Longitudes de onda determinadas para las pruebas colorimétricas

| Determinación | Longitud de onda de máxima absorción |
|----------------------|---|
| Azúcares reductores | 530nm |
| Proteínas | 740nm |
| Hierro | 510nm |

1

EQUIPO
ESPECTROFOTÓMETRO
FLAMÓMETRO

MODELO
Perkin-Erlenmeyer Hitachi 200, celda de plástico de 1 cm de paso óptico.
JENWAY PFP7, filtros de Sodio y Potasio

Gráficos de absorción y calibración

CURVA DE ABSORCIÓN

Gráfico 4.1 **AZÚCARES REDUCTORES**

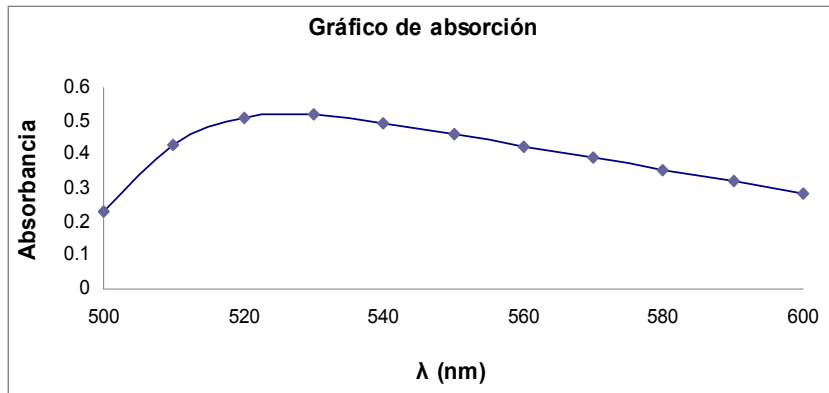


Gráfico 4.3 **PROTEINAS**

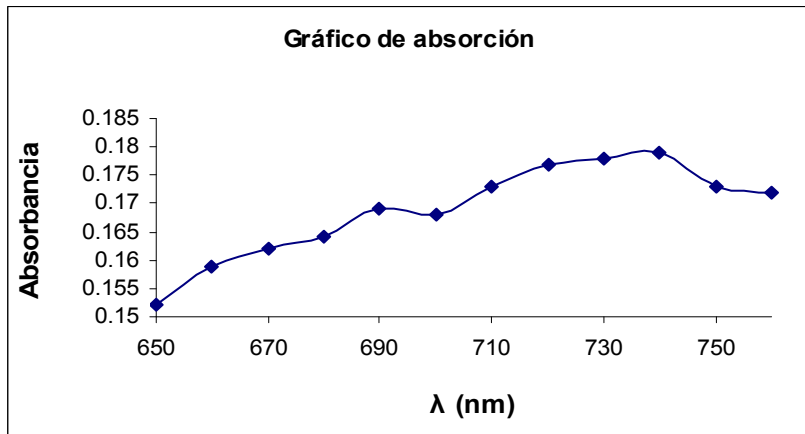


GRÁFICO DE CALIBRACIÓN

Gráfico 4.2

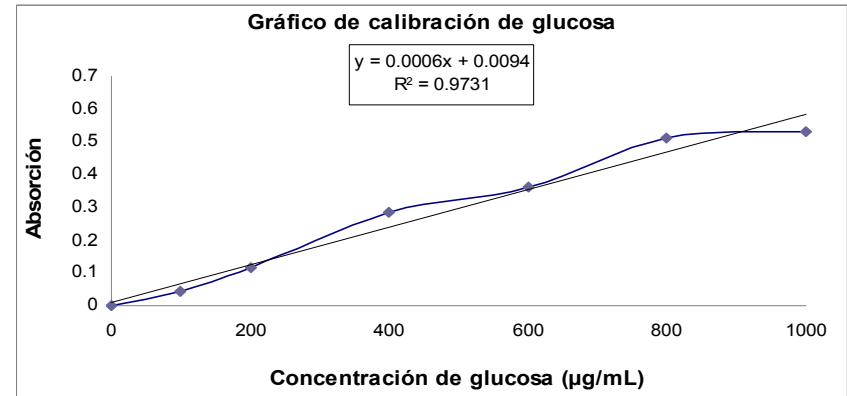


Gráfico 4.4

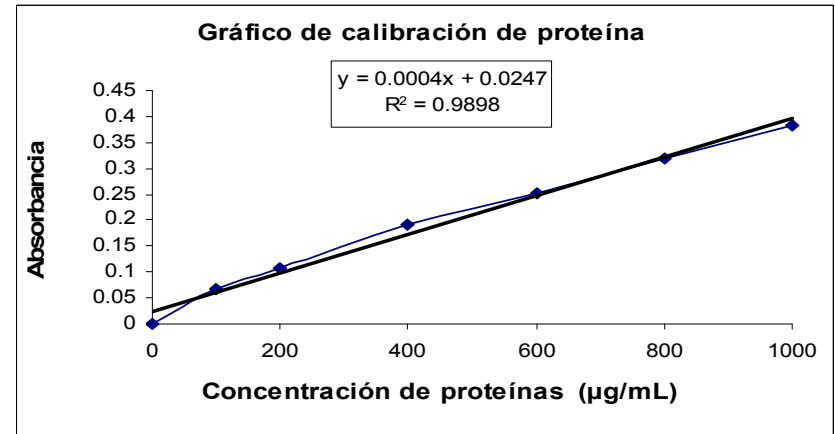


Gráfico 4.5 **HIERRO**

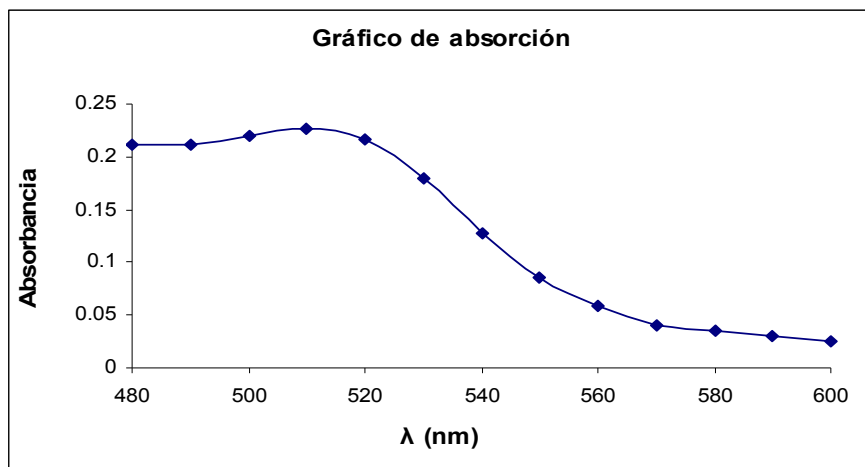


Gráfico 4.6

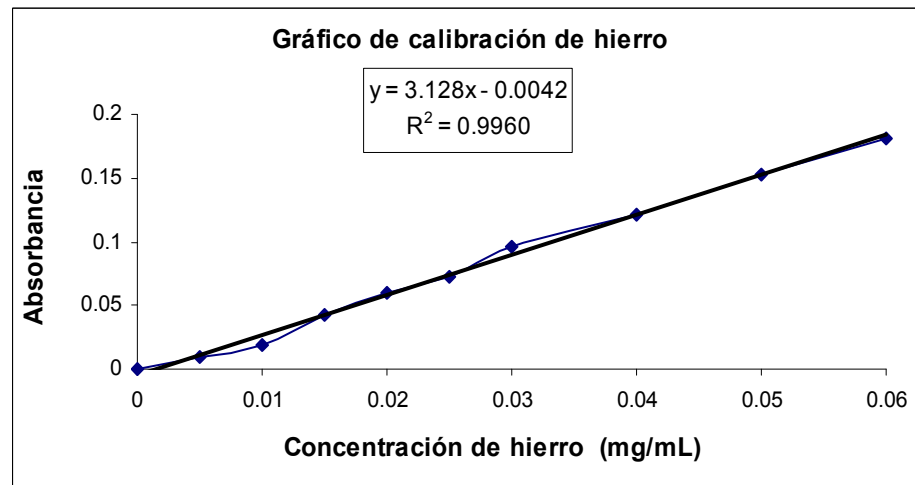


Gráfico 4.7 **SODIO**

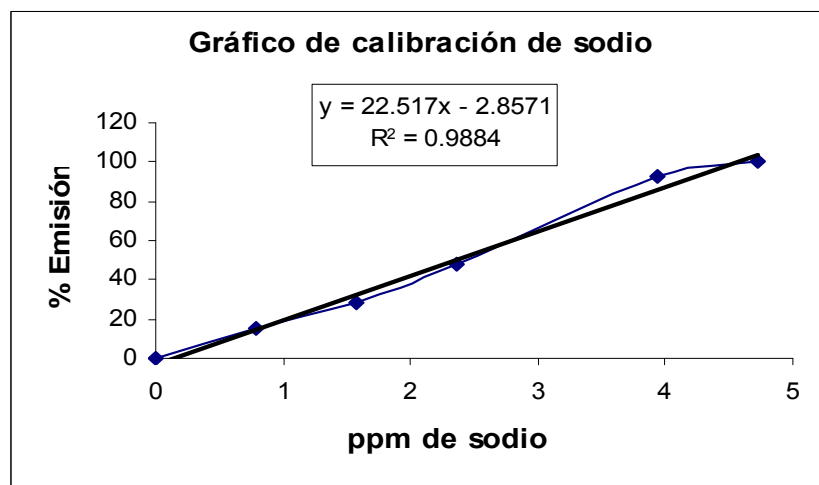


Gráfico 4.8 **POTASIO**

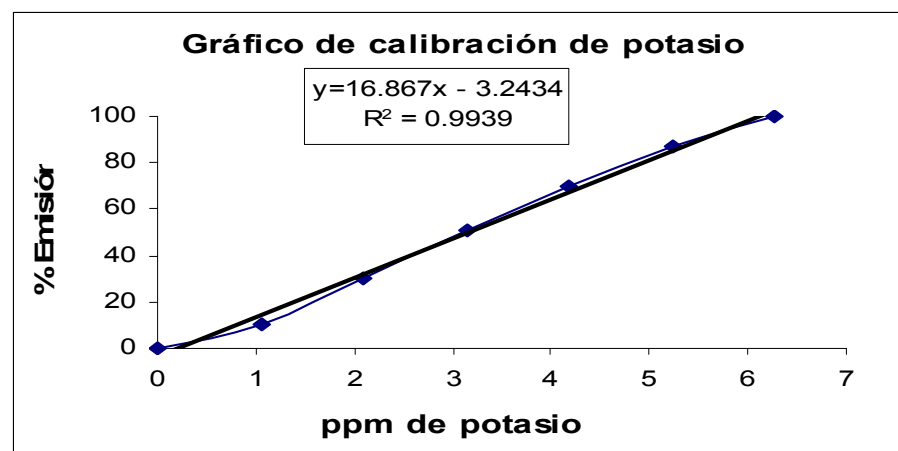


Tabla 4.4 Resultados de azúcares reductores

| Dilución 1:100 | Absorbancias | | | | Concentración de reductores (µg/mL) | Concentración de reductores (mg/100mL) |
|-------------------|--------------|-------|-------|----------|---|--|
| No. de coco | a | b | c | Promedio | | |
| 1 | 0.454 | 0.465 | 0.51 | 0.4763 | 778.2222 | 7782.2222 |
| 2 | 0.133 | 0.162 | 0.171 | 0.1553 | 243.2222 | 2432.2222 |
| 3 | 0.241 | 0.302 | 0.371 | 0.3047 | 492.1111 | 4921.1111 |
| 4 | 0.259 | 0.297 | 0.161 | 0.2390 | 382.6667 | 3826.6667 |
| 5 | 0.349 | 0.404 | 0.32 | 0.3577 | 580.4444 | 5804.4444 |
| 6 | 0.447 | 0.459 | 0.452 | 0.4527 | 738.7778 | 7387.7778 |
| 7 | 0.618 | 0.638 | 0.481 | 0.5790 | 949.3333 | 9493.3333 |
| 8 | 0.491 | 0.491 | 0.501 | 0.4943 | 808.2222 | 8082.2222 |
| 9 | 0.442 | 0.432 | 0.556 | 0.4767 | 778.7778 | 7787.7778 |
| 10 | 0.478 | 0.449 | 0.462 | 0.4630 | 756.0000 | 7560.0000 |
| 11 | 0.356 | 0.33 | 0.3 | 0.3287 | 532.1111 | 5321.1111 |
| 12 | 0.234 | 0.223 | 0.217 | 0.2247 | 358.7778 | 3587.7778 |
| 13 | 0.368 | 0.359 | 0.403 | 0.3767 | 612.1111 | 6121.1111 |
| 14 | 0.317 | 0.362 | 0.27 | 0.3163 | 511.5556 | 5115.5556 |
| 15 | 0.309 | 0.295 | 0.316 | 0.3067 | 495.4444 | 4954.4444 |
| 16 | 0.213 | 0.226 | 0.229 | 0.2227 | 355.4444 | 3554.4444 |
| 17 | 0.229 | 0.293 | 0.451 | 0.3243 | 524.8889 | 5248.8889 |
| 18 | 0.191 | 0.197 | 0.167 | 0.1850 | 292.6667 | 2926.6667 |
| 19 | 0.314 | 0.302 | 0.318 | 0.3113 | 503.2222 | 5032.2222 |
| 20 | 0.483 | 0.333 | 0.307 | 0.3743 | 608.2222 | 6082.2222 |

Tabla 4.5 Resultados de proteínas

| Dilución 50:100 | Absorbancias | | | | Concentración de proteínas ($\mu\text{g}/\text{mL}$) | Concentración de proteínas ($\text{mg}/100\text{mL}$) |
|--------------------|--------------|-------|-------|----------|--|---|
| No. de coco | a | b | c | Promedio | | |
| 1 | 0.189 | 0.193 | 0.151 | 0.1777 | 382.4167 | 76.4833 |
| 2 | 0.196 | 0.197 | 0.17 | 0.1877 | 407.4167 | 81.4833 |
| 3 | 0.192 | 0.194 | 0.196 | 0.1940 | 423.2500 | 84.6500 |
| 4 | 0.173 | 0.198 | 0.185 | 0.1853 | 401.5833 | 80.3167 |
| 5 | 0.156 | 0.177 | 0.139 | 0.1573 | 331.5833 | 66.3167 |
| 6 | 0.063 | 0.067 | 0.051 | 0.0603 | 89.0833 | 17.8167 |
| 7 | 0.058 | 0.055 | 0.055 | 0.0560 | 78.2500 | 15.6500 |
| 8 | 0.053 | 0.07 | 0.052 | 0.0583 | 84.0833 | 16.8167 |
| 9 | 0.058 | 0.092 | 0.077 | 0.0757 | 127.4167 | 25.4833 |
| 10 | 0.107 | 0.073 | 0.091 | 0.0903 | 164.0833 | 32.8167 |
| 11 | 0.234 | 0.218 | 0.228 | 0.2267 | 504.9167 | 100.9833 |
| 12 | 0.238 | 0.263 | 0.205 | 0.2353 | 526.5833 | 105.3167 |
| 13 | 0.192 | 0.215 | 0.199 | 0.2020 | 443.2500 | 88.6500 |
| 14 | 0.35 | 0.28 | 0.279 | 0.3030 | 695.7500 | 139.1500 |
| 15 | 0.251 | 0.244 | 0.247 | 0.2473 | 556.5833 | 111.3167 |
| 16 | 0.274 | 0.284 | 0.266 | 0.2747 | 624.9167 | 124.9833 |
| 17 | 0.213 | 0.205 | 0.229 | 0.2157 | 477.4167 | 95.4833 |
| 18 | 0.2 | 0.213 | 0.213 | 0.2087 | 459.9167 | 91.9833 |
| 19 | 0.213 | 0.222 | 0.224 | 0.2197 | 487.4167 | 97.4833 |
| 20 | 0.258 | 0.262 | 0.226 | 0.2487 | 559.9167 | 111.9833 |

Tabla 4.6 Resultados de sodio

Dilución 1:100

| No. de coco | Emisión | mg/L | mg/100mL |
|-------------|---------|--------|----------|
| 1 | 55 | 2.5695 | 25.6949 |
| 2 | 44 | 2.0810 | 20.8097 |
| 3 | 68 | 3.1468 | 31.4683 |
| 4 | 71 | 3.2801 | 32.8006 |
| 5 | 49 | 2.3030 | 23.0302 |
| 6 | 14 | 0.7486 | 7.4864 |
| 7 | 14 | 0.7486 | 7.4864 |
| 8 | 8 | 0.4822 | 4.8217 |
| 9 | 9 | 0.5266 | 5.2658 |
| 10 | 21 | 1.0595 | 10.5952 |
| 11 | 27.9 | 1.3660 | 13.6595 |
| 12 | 30.1 | 1.4637 | 14.6365 |
| 13 | 28.8 | 1.4059 | 14.0592 |
| 14 | 18.4 | 0.9440 | 9.4405 |
| 15 | 35.2 | 1.6901 | 16.9015 |
| 16 | 33 | 1.5924 | 15.9245 |
| 17 | 72 | 3.3245 | 33.2447 |
| 18 | 24 | 1.1927 | 11.9275 |
| 19 | 49 | 2.3030 | 23.0302 |
| 20 | 61 | 2.8360 | 28.3595 |

Tabla 4.7 Resultados de potasio

Dilución 1:1000

| No. de coco | Emisión | mg/L | mg/100mL |
|-------------|---------|--------|----------|
| 1 | 51 | 3.2159 | 321.5948 |
| 2 | 63 | 3.9274 | 392.7397 |
| 3 | 45 | 2.8602 | 286.0224 |
| 4 | 49 | 3.0974 | 309.7374 |
| 5 | 53 | 3.3345 | 333.4523 |
| 6 | 42 | 2.6824 | 268.2362 |
| 7 | 48 | 3.0381 | 303.8086 |
| 8 | 41 | 2.6231 | 262.3075 |
| 9 | 45 | 2.8602 | 286.0224 |
| 10 | 56 | 3.5124 | 351.2385 |
| 11 | 48.7 | 3.0796 | 307.9587 |
| 12 | 50.8 | 3.2041 | 320.4091 |
| 13 | 49 | 3.0974 | 309.7374 |
| 14 | 51.5 | 3.2456 | 324.5592 |
| 15 | 49 | 3.0974 | 309.7374 |
| 16 | 26 | 1.7338 | 173.3764 |
| 17 | 42 | 2.6824 | 268.2362 |
| 18 | 37 | 2.3859 | 238.5925 |
| 19 | 39 | 2.5045 | 250.4500 |
| 20 | 35 | 2.2674 | 226.7350 |

Tabla 4.8 Resultados de Cloruros

| Alícuota=10 mL No. de coco | Volumen del titulante gastado (mL) | | | promedio (mL) | Molaridad AgNO ₃ | moles de NO ₃ = moles de Cl /100 mL | g de Cl / 100 mL | mg Cl / 100 mL |
|-------------------------------|------------------------------------|-----|-----|------------------|--------------------------------|---|---------------------|-------------------|
| | a | b | c | | | | | |
| 1 | 3.9 | 4 | 3.8 | 3.9000 | 0.1050 | 0.0041 | 0.1454 | 145.3725 |
| 2 | 5.1 | 5 | 5.1 | 5.0667 | 0.1050 | 0.0053 | 0.1889 | 188.8600 |
| 3 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9000 | 0.1050 | 0.0051 | 0.1826 | 182.6475 |
| 4 | 4 | 4.1 | 4 | 4.0333 | 0.1050 | 0.0042 | 0.1503 | 150.3425 |
| 5 | 4.5 | 4.5 | 4.6 | 4.5333 | 0.1050 | 0.0048 | 0.1690 | 168.9800 |
| 6 | 3.9 | 3.9 | 4 | 3.9333 | 0.1050 | 0.0041 | 0.1466 | 146.6150 |
| 7 | 4.9 | 4.9 | 4.9 | 4.9000 | 0.1050 | 0.0051 | 0.1826 | 182.6475 |
| 8 | 4.3 | 4.2 | 4.4 | 4.3000 | 0.1050 | 0.0045 | 0.1603 | 160.2825 |
| 9 | 4.2 | 4.2 | 4.2 | 4.2000 | 0.1050 | 0.0044 | 0.1566 | 156.5550 |
| 10 | 5.9 | 6 | 5.9 | 5.9333 | 0.1050 | 0.0062 | 0.2212 | 221.1650 |
| 11 | 3.9 | 3.8 | 3.8 | 3.8333 | 0.1050 | 0.0040 | 0.1429 | 142.8875 |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 4.0000 | 0.1050 | 0.0042 | 0.1491 | 149.1000 |
| 13 | 3.8 | 3.8 | 3.8 | 3.8000 | 0.1050 | 0.0040 | 0.1416 | 141.6450 |
| 14 | 3.8 | 3.9 | 3.8 | 3.8333 | 0.1050 | 0.0040 | 0.1429 | 142.8875 |
| 15 | 3.9 | 3.9 | 4 | 3.9333 | 0.1050 | 0.0041 | 0.1466 | 146.6150 |
| 16 | 4 | 3.9 | 4 | 3.9667 | 0.1050 | 0.0042 | 0.1479 | 147.8575 |
| 17 | 4.9 | 5 | 4.9 | 4.9333 | 0.1050 | 0.0052 | 0.1839 | 183.8900 |
| 18 | 4.7 | 4.7 | 4.6 | 4.6667 | 0.1050 | 0.0049 | 0.1740 | 173.9500 |
| 19 | 4.4 | 4.4 | 4.3 | 4.3667 | 0.1050 | 0.0046 | 0.1628 | 162.7675 |
| 20 | 3.4 | 3.4 | 3.4 | 3.4000 | 0.1050 | 0.0036 | 0.1267 | 126.7350 |

Tabla 4.9 Resultados de hierro

| No. de coco | Absorbancias | | | | Concentración de hierro (mg/mL) | Concentración de hierro (mg/100mL) |
|-------------|--------------|-------|-------|----------|---------------------------------|------------------------------------|
| | a | b | c | Promedio | | |
| 1 | 0.04 | 0.031 | 0.045 | 0.0387 | 0.0137 | 2.3297 |
| 2 | 0.07 | 0.068 | 0.076 | 0.0713 | 0.0241 | 4.1051 |
| 3 | 0.024 | 0.01 | 0.054 | 0.0293 | 0.0107 | 1.8225 |
| 4 | 0.033 | 0.026 | 0.049 | 0.0360 | 0.0129 | 2.1848 |
| 5 | 0.001 | 0.014 | 0.057 | 0.0240 | 0.0090 | 1.5326 |
| 6 | * | * | * | | 0 | |
| 7 | * | * | * | | 0 | |
| 8 | * | * | * | | 0 | |
| 9 | * | * | * | | 0 | |
| 10 | 0.048 | 0.012 | 0.009 | 0.0230 | 0.0087 | 1.1130 |
| 11 | 0.047 | 0.055 | 0.056 | 0.0527 | 0.0182 | 2.3270 |
| 12 | 0.046 | 0.036 | 0.037 | 0.0397 | 0.0140 | 1.7951 |
| 13 | 0.035 | 0.044 | 0.044 | 0.0410 | 0.0145 | 1.8496 |
| 14 | 0.05 | 0.05 | 0.09 | 0.0633 | 0.0216 | 2.7635 |
| 15 | 0.077 | 0.071 | 0.074 | 0.0740 | 0.0250 | 3.2000 |
| 16 | 0.005 | 0.018 | 0.018 | 0.0137 | 0.0057 | 0.7311 |
| 17 | 0.029 | 0.034 | 0.019 | 0.0273 | 0.0101 | 1.2904 |
| 18 | 0.031 | 0.03 | 0.072 | 0.0443 | 0.0155 | 1.9860 |
| 19 | 0.018 | 0.025 | 0.024 | 0.0223 | 0.0085 | 1.0858 |
| 20 | 0.044 | 0.042 | 0.046 | 0.0440 | 0.0154 | 1.9724 |

* Cantidades indetectables

Tabla 4.10 Resultados de ácido ascórbico

| No. de coco | volumen del titulante gastado (mL) | | | Promedio | Título del 2,6 Diclorofenol-Indofenol | mg Vit C | mg vit C/100mL |
|-------------|------------------------------------|----------|----------|----------|---------------------------------------|----------|----------------|
| | a | b | c | | | | |
| 1 | 0.15 | 0.25 | 0.2 | 0.2000 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0096 | 2.4000 |
| 2 | 0.2 | 0.25 | 0.2 | 0.2167 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0104 | 2.6000 |
| 3 | 0.2 | 0.25 | 0.25 | 0.2333 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0112 | 2.8000 |
| 4 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.2500 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0120 | 3.0000 |
| 5 | 0.25 | 0.25 | 0.25 | 0.2500 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0120 | 3.0000 |
| 6 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2000 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0096 | 0.7680 |
| 7 | 0.4 | 0.45 | 0.45 | 0.4333 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0208 | 1.6640 |
| 8 | 0.5 | 0.45 | 0.45 | 0.4667 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0224 | 1.7920 |
| 9 | 0.5 | 0.45 | 0.5 | 0.4833 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0232 | 1.8560 |
| 10 | 0.55 | 0.55 | 0.5 | 0.5333 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0256 | 2.0480 |
| 11 | 0.55 | 0.55 | 0.5 | 0.5333 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0256 | 2.0480 |
| 12 | 0.75 | 0.75 | 0.8 | 0.7667 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0368 | 2.9440 |
| 13 | 0.6 | 0.65 | 0.6 | 0.6167 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0296 | 2.3680 |
| 14 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5000 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0240 | 1.9200 |
| 15 | 0.7 | 0.7 | 0.65 | 0.6833 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0328 | 2.6240 |
| 16 | 1.25 | 1.25 | 1.2 | 1.2333 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0592 | 2.3680 |
| 17 | 1.55 | 1.65 | 1.7 | 1.6333 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0784 | 3.1360 |
| 18 | 1.15 | 1.35 | 1.25 | 1.2500 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0600 | 2.4000 |
| 19 | 1.2 | 1.2 | 1.25 | 1.2167 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0584 | 2.3360 |
| 20 | 1.35 | 1.4 | 1.35 | 1.3667 | 1mL 2,6 DI=0.048 mg vit C | 0.0656 | 2.6240 |

Tabla 4.11 Síntesis de resultados obtenidos de las pruebas químicas, aplicadas a 15 cocos.

| No. de coco | Carbohidratos en mg/100 mL | Proteína en mg/100 mL | Sodio en mg/100 mL | Potasio en mg/100 mL | Cloruros en mg/100 mL | Hierro en mg/100 mL | Ac. Ascórbico en mg/100 mL |
|-------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------|
| 1 | 7782.2222 | 76.4833 | 25.6949 | 321.5948 | 145.3725 | 2.3297 | 2.4000 |
| 2 | 2432.2222 | 81.4833 | 20.8097 | 392.7397 | 188.8600 | 4.1051 | 2.6000 |
| 3 | 4921.1111 | 84.6500 | 31.4683 | 286.0224 | 182.6475 | 1.8225 | 2.8000 |
| 4 | 3826.6667 | 80.3167 | 32.8006 | 309.7374 | 150.3425 | 2.1848 | 3.0000 |
| 5 | 5804.4444 | 66.3167 | 23.0302 | 333.4523 | 168.9800 | 1.5326 | 3.0000 |
| 11 | 5321.1111 | 100.9833 | 13.6595 | 307.9587 | 142.8875 | 2.3270 | 2.0480 |
| 12 | 3587.7778 | 105.3167 | 14.6365 | 320.4091 | 149.1000 | 1.7951 | 2.9440 |
| 13 | 6121.1111 | 88.6500 | 14.0592 | 309.7374 | 141.6450 | 1.8496 | 2.3680 |
| 14 | 5115.5556 | 139.1500 | 9.4405 | 324.5592 | 142.8875 | 2.7635 | 1.9200 |
| 15 | 4954.4444 | 111.3167 | 16.9015 | 309.7374 | 146.6150 | 3.2000 | 2.6240 |
| 16 | 3554.4444 | 124.9833 | 15.9245 | 173.3764 | 147.8575 | 0.7311 | 2.3680 |
| 17 | 5248.8889 | 95.4833 | 33.2447 | 268.2362 | 183.8900 | 1.2904 | 3.1360 |
| 18 | 2926.6667 | 91.9833 | 11.9275 | 238.5925 | 173.9500 | 1.9860 | 2.4000 |
| 19 | 5032.2222 | 97.4833 | 23.0302 | 250.4500 | 162.7675 | 1.0858 | 2.3360 |
| 20 | 6082.2222 | 111.9833 | 28.3595 | 226.7350 | 126.7350 | 1.9724 | 2.6240 |
| promedio | 4847.4074 | 97.1056 | 20.9991 | 291.5559 | 156.9692 | 2.0650 | 2.5712 |
| DE | 1388.9198 | 19.2826 | 7.9476 | 52.9930 | 18.6000 | 0.8412 | 0.3564 |
| CV | 28.6528 | 19.8574 | 37.8472 | 18.1759 | 11.8495 | 40.7334 | 13.8632 |

La tabla 4.11 muestra los resultados obtenidos de las pruebas químicas, cabe destacar que cada una de estas pruebas se realizó por triplicado, únicamente las determinaciones de sodio y potasio se realizaron con una sola lectura del flamómetro.

Los resultados permitieron establecer diferencias respecto a la composición que presentaron los cocos analizados, por otra parte los promedios obtenidos fueron muy similares a los reportados en la literatura; algunas de las determinaciones (azúcares reductores, sodio y hierro), presentaron CV altos (mayores a 20%), debido a las variaciones propias de los productos naturales, tales como, condiciones climáticas durante su desarrollo, condiciones de almacenamiento, condiciones de cosecha, etc.

Para las pruebas estadísticas también se eliminaron los cocos de la semana 2, debido a la variación que presentaron.

Para saber si la variación de estos resultados se debía a la naturaleza de los frutos o al error sistemático de procedimiento y operación experimental, se llevaron a cabo los análisis de varianza correspondientes, presentados en las tablas siguientes:

Tabla 4.12 ANOVA para determinación de azúcares reductores.

| CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA DETERMINACIÓN DE AZÚCARES REDUCTORES | | | | | | | | | | |
|--|----|--------|--------|-------------|-------------|------------|---------|-------------|-------------|---------|
| Fuente de la variacion | gl | SC | CM | F calculado | Comparativo | F(tabla1%) | Dif Sig | Comparativo | F(tabla 5%) | Dif Sig |
| Muestra | 14 | 0.5057 | 0.0361 | 1.0283 | < | 2.79 | No | < | 2.05 | No |
| Prueba | 2 | 1.0535 | 0.5268 | 14.9966 | > | 5.45 | SI | > | 3.34 | SI |
| Error | 28 | 0.9835 | 0.0351 | | | | | | | |
| Total | 44 | 2.5427 | | | | | | | | |

La concentración de azúcares reductores no varío de coco a coco, sin embargo si hubo diferencias en las réplicas del mismo coco. Estos resultados pudieron ser causados por una manipulación inadecuada de la muestra y a deficiencias del procedimiento.

Tabla 4.13 ANOVA para determinación de proteínas.

| CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS | | | | | | | | | | |
|--|----|--------|--------|-------------|-------------|-------------|---------|-------------|--------------|---------|
| Fuente de la variacion | gl | SC | CM | F calculado | Comparativo | F (tabla1%) | Dif Sig | Comparativo | F (tabla 5%) | Dif Sig |
| Muestra | 14 | 0.0625 | 0.0045 | 16.0120 | > | 2.79 | Si | > | 2.05 | Si |
| Prueba | 2 | 0.0016 | 0.0008 | 2.9564 | < | 5.45 | No | < | 3.34 | No |
| Error | 28 | 0.0078 | 0.0003 | | | | | | | |
| Total | 44 | 0.0719 | | | | | | | | |

Tabla 4.14 ANOVA para determinación de cloruros

| CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA DETERMINACIÓN DE CLORUROS | | | | | | | | | | |
|---|----|---------|--------|-------------|-------------|------------|---------|-------------|-------------|---------|
| Fuente de la variacion | gl | SC | CM | F calculado | Comparativo | F(tabla1%) | Dif Sig | Comparativo | F(tabla 5%) | Dif Sig |
| Muestra | 14 | 10.4578 | 0.7470 | 250.3191 | > | 2.79 | Si | > | 2.05 | Si |
| Prueba | 2 | 0.0031 | 0.0016 | 0.5213 | < | 5.45 | No | < | 3.34 | No |
| Error | 28 | 0.0836 | 0.0030 | | | | | | | |
| Total | 44 | 10.5444 | | | | | | | | |

Tanto en las determinaciones de proteínas como de cloruros, las muestras de cocos presentan diferencias entre ellas y no presentan diferencias entre las réplicas. Con ello se deduce que el método es reproducible y confiable.

Tabla 4.15 ANOVA para la determinación de vitamina C

| CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DETERMINACIÓN DE VITAMINA C | | | | | | | | | | |
|--|----|--------|--------|-------------|-------------|------------|---------|-------------|-------------|---------|
| Fuente de la variación | gl | SC | CM | F calculado | Comparativo | F(tabla1%) | Dif Sig | Comparativo | F(tabla 5%) | Dif Sig |
| Muestra | 14 | 5.3364 | 0.3812 | 9.9058 | > | 2.79 | Si | > | 2.05 | Si |
| Prueba | 2 | 0.3560 | 0.1780 | 4.6264 | < | 5.45 | No | > | 3.34 | Si |
| Error | 28 | 1.0774 | 0.0385 | | | | | | | |
| Total | 44 | 6.7698 | | | | | | | | |

Tabla 4.16 ANOVA para la determinación de hierro.

| CUADRO DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA DETERMINACIÓN DE HIERRO | | | | | | | | | | |
|--|----|--------|--------|-------------|-------------|------------|---------|-------------|-------------|---------|
| Fuente de la variacion | gl | SC | CM | F calculado | Comparativo | F(tabla1%) | Dif Sig | Comparativo | F(tabla 5%) | Dif Sig |
| Muestra | 14 | 0.0132 | 0.0009 | 6.8358 | > | 2.79 | Si | > | 2.05 | Si |
| Prueba | 2 | 0.0019 | 0.0010 | 7.0382 | > | 5.45 | si | > | 3.34 | Si |
| Error | 28 | 0.0039 | 0.0001 | | | | | | | |
| Total | 44 | 0.0190 | | | | | | | | |

Las diferencias observadas entre las muestras y entre las réplicas justifica el coeficiente de variación tan elevado de la determinación de hierro; lo que indica que algunos nutrientes en el agua de coco se encuentran en concentraciones tan bajas, que estos métodos ya no los detectan de forma confiable, además la concentración del mineral, varió entre cada coco, este comportamiento lo presenta la determinación de ácido ascórbico y coinciden en ser los dos nutrientes que se encuentran en menor proporción en el agua de coco.

Para mantener controlada la proporción de nutrientes en el agua de coco embotellada, de tal manera que el producto siempre tengan las mismas características finales, es necesario evaluar el contenido de los nutrientes del agua de coco. Sin embargo, el realizar las determinaciones de todos ellos es poco práctico; por ello se propuso determinar la relación que existe entre los nutrientes, para que con la determinación de un nutriente se pueda estimar la concentración de otro.

A continuación, se presentan las relaciones determinadas de los nutrientes:

Tabla 4.17 Relación de la concentración de los nutrientes de los 15 cocos analizados.

| Muestra | CHO's/Prot | CHO's/ potasio | CHO's/Cl | CHO's/ Ac.Asc | Prot/ Potasio | Prot/Cl | Prot/ Ac. Asc | Potasio/Cl | Potasio/ Ac. Asc | Cl/Ac. Asc. |
|----------|------------|-------------------|----------|------------------|------------------|---------|------------------|------------|---------------------|-------------|
| 1 | 101.7506 | 24.1988 | 53.5330 | 3242.5926 | 0.2378 | 0.5261 | 31.8680 | 2.2122 | 133.9978 | 60.5719 |
| 2 | 29.8493 | 6.1930 | 12.8784 | 935.4701 | 0.2075 | 0.4314 | 31.3397 | 2.0795 | 151.0537 | 72.6385 |
| 3 | 58.1348 | 17.2053 | 26.9432 | 1757.5397 | 0.2960 | 0.4635 | 30.2321 | 1.5660 | 102.1509 | 65.2313 |
| 4 | 47.6447 | 12.3546 | 25.4530 | 1275.5556 | 0.2593 | 0.5342 | 26.7722 | 2.0602 | 103.2458 | 50.1142 |
| 5 | 87.5261 | 17.4071 | 34.3499 | 1934.8148 | 0.1989 | 0.3925 | 22.1056 | 1.9733 | 111.1508 | 56.3267 |
| 11 | 52.6930 | 17.2787 | 37.2399 | 2598.1988 | 0.3279 | 0.7067 | 49.3083 | 2.1553 | 150.3705 | 69.7693 |
| 12 | 34.0666 | 11.1975 | 24.0629 | 1218.6745 | 0.3287 | 0.7063 | 35.7733 | 2.1490 | 108.8346 | 50.6454 |
| 13 | 69.0481 | 19.7623 | 43.2145 | 2584.9287 | 0.2862 | 0.6259 | 37.4367 | 2.1867 | 130.8013 | 59.8163 |
| 14 | 36.7629 | 15.7615 | 35.8013 | 2664.3519 | 0.4287 | 0.9738 | 72.4740 | 2.2714 | 169.0413 | 74.4206 |
| 15 | 44.5076 | 15.9956 | 33.7922 | 1888.1267 | 0.3594 | 0.7592 | 42.4225 | 2.1126 | 118.0402 | 55.8746 |
| 16 | 28.4394 | 20.5013 | 24.0397 | 1501.0323 | 0.7209 | 0.8453 | 52.7801 | 1.1726 | 73.2164 | 62.4398 |
| 17 | 54.9718 | 19.5682 | 28.5436 | 1673.7528 | 0.3560 | 0.5192 | 30.4475 | 1.4587 | 85.5345 | 58.6384 |
| 18 | 31.8174 | 12.2664 | 16.8248 | 1219.4445 | 0.3855 | 0.5288 | 38.3264 | 1.3716 | 99.4135 | 72.4792 |
| 19 | 51.6214 | 20.0927 | 30.9166 | 2154.2047 | 0.3892 | 0.5989 | 41.7309 | 1.5387 | 107.2132 | 69.6779 |
| 20 | 54.3137 | 26.8252 | 47.9917 | 2317.9200 | 0.4939 | 0.8836 | 42.6766 | 1.7890 | 86.4082 | 48.2984 |
| | | | | | | | | | | |
| Promedio | 52.2098 | 17.1072 | 31.7056 | 1931.1072 | 0.3517 | 0.6330 | 39.0463 | 1.8731 | 115.3648 | 61.7961 |
| Des est. | 20.9789445 | 5.2202 | 11.0141 | 657.2551 | 0.1307 | 0.1741 | 12.4129 | 0.3586 | 26.9662 | 8.6699 |
| CV | 40.1819899 | 30.5148 | 34.7386 | 34.0351 | 37.1653 | 27.4981 | 31.7903 | 19.1423 | 23.3747 | 14.0298 |

Tabla 4.18 Relación de componentes en el agua de coco con CV menor a 30.

| Relación | Proporción | CV |
|-------------------------|------------|---------|
| Potasio/Cloruros | 1:2 | 19.1423 |
| Cloruros/ Ac. Ascórbico | 1:61 | 14.0298 |

Con estos valores se puede realizar la determinación de cloruros y aproximar la concentración de vitamina C y potasio. Sin embargo, es necesario realizar el resto de las pruebas para establecer el aporte nutricional del producto terminado.

4.3 Resultados y discusión de las formulaciones

De las 10 formulaciones realizadas se eligieron las que más se asemejaban al sabor lima-limón de Gatorade.

| Formulación | Agua de coco (mL) | Agua purificada (mL) | Concentrado de limón (mL) | Ácido cítrico (g) | Ácido ascórbico (g) |
|-------------|-------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|
| 9 | 95.0 | 0.0 | 5.0 | 0.15 | 0.05 |
| 10 | 76.0 | 19.0 | 5.0 | 0.15 | 0.05 |

Ambas formulaciones tienen la misma cantidad de aditivos y de concentrado de limón. Sin embargo, la formulación 10 fue diluida con 20% de agua purificada, para obtener mayor rendimiento, como se mencionó anteriormente. La formulación 9 conservó su

sabor a agua de coco y tuvo un sabor más salado, mientras que en la formulación 10 se eliminó el sabor a coco.

Así, el valor nutrimental de ambas formulaciones se fijó como:

Tabla 4.19 valor nutrimental (9)

Tabla 4.20 valor nutrimental (10)

| Valor Nutrimental para la Formulación 9 | | | Valor Nutrimental para la Formulación 10 | | |
|---|--------|------|--|--------|------|
| Contenido Energético | 29.41 | Kcal | Contenido Energético | 24.95 | Kcal |
| Proteínas | 0.13 | g | Proteínas | 0.11 | g |
| Grasa (lípidos) | 0.03 | g | Grasa (lípidos) | 0.03 | g |
| Carbohidratos | 7.16 | g | Carbohidratos | 6.25 | g |
| Sodio | 19.95 | g | Sodio | 15.96 | g |
| Cloruros | 149.12 | g | Cloruros | 119.30 | g |
| Hierro | 1.96 | g | Hierro | 1.57 | g |
| Potasio | 276.98 | g | Potasio | 221.58 | g |
| Ácido ascórbico | 2.49 | G | Ácido ascórbico | 2.00 | g |

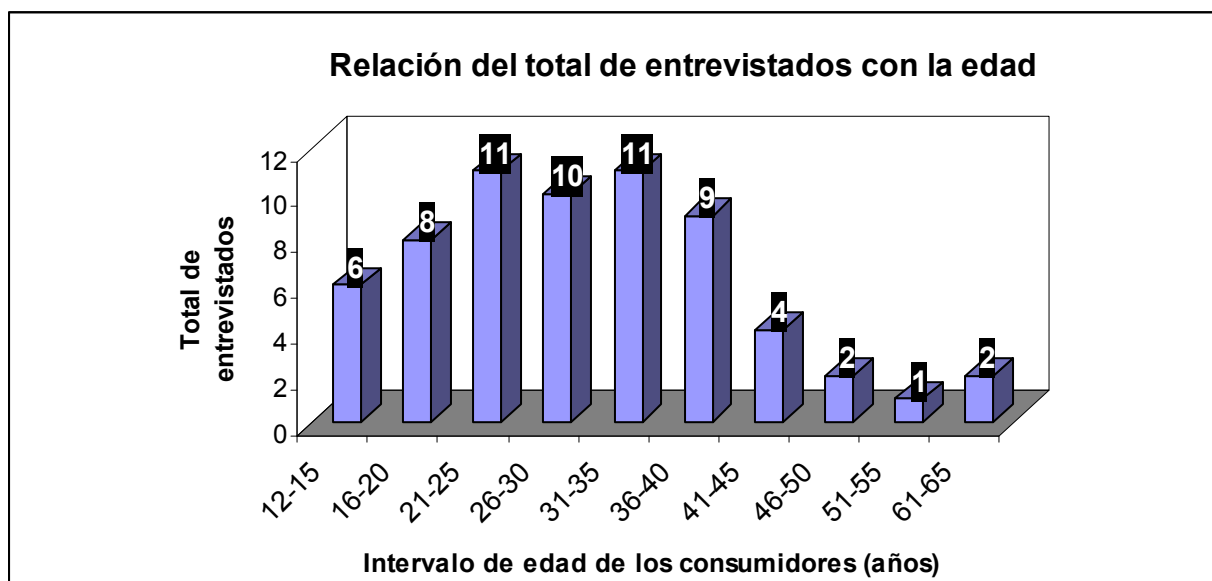
4.4 Resultados y discusión de la aplicación de las pruebas sensoriales de aceptación.

Para el tratamiento de los resultados obtenidos, se utilizó el ordenamiento por rangos, el cual nos permite comparar todas las muestras entre si y evaluar la tendencia de la preferencia de las muestras. Sin embargo, esta prueba no determina la intensidad de la diferencia entre ellas.

Tabla 4.21 Hoja de vaciado de resultados de las pruebas sensoriales

| Jueces | Muestras | | | Edad | Sexo | Jueces | Muestras | | | Edad | Sexo | Jueces | Muestras | | | Edad | Sexo |
|--------|----------|-----|-----|------|------|--------|----------|-----|-----|------|------|--------|----------|-----|-----|------|------|
| | 286 | 418 | 534 | | | | 286 | 418 | 534 | | | | 286 | 418 | 534 | | |
| 1 | 1 | 2 | 3 | 54 | M | 23 | 1 | 2 | 3 | 26 | F | 45 | 1 | 3 | 2 | 15 | F |
| 2 | 2 | 1 | 3 | 26 | F | 24 | 1 | 3 | 2 | 19 | F | 46 | 1 | 2 | 3 | 19 | F |
| 3 | 1 | 3 | 2 | 35 | F | 25 | 2 | 1 | 3 | 35 | M | 47 | 2 | 1 | 3 | 39 | M |
| 4 | 2 | 3 | 1 | 18 | M | 26 | 2 | 1 | 3 | 40 | F | 48 | 2 | 1 | 3 | 62 | M |
| 5 | 1 | 2 | 3 | 30 | F | 27 | 1 | 2 | 3 | 31 | F | 49 | 3 | 1 | 2 | 32 | M |
| 6 | 2 | 3 | 1 | 23 | F | 28 | 1 | 3 | 2 | 28 | M | 50 | 1 | 2 | 3 | 14 | F |
| 7 | 1 | 3 | 2 | 21 | F | 29 | 3 | 1 | 2 | 24 | F | 51 | 2 | 1 | 3 | 12 | F |
| 8 | 1 | 2 | 3 | 27 | F | 30 | 2 | 1 | 3 | 20 | M | 52 | 3 | 2 | 1 | 34 | F |
| 9 | 1 | 2 | 3 | 41 | F | 31 | 2 | 1 | 3 | 31 | M | 53 | 1 | 2 | 3 | 22 | M |
| 10 | 1 | 3 | 2 | 17 | M | 32 | 1 | 2 | 3 | 40 | F | 54 | 1 | 3 | 2 | 26 | M |
| 11 | 1 | 3 | 2 | 22 | M | 33 | 1 | 2 | 3 | 34 | M | 55 | 1 | 3 | 2 | 33 | F |
| 12 | 1 | 2 | 3 | 50 | F | 34 | 1 | 2 | 3 | 44 | M | 56 | 1 | 3 | 2 | 18 | M |
| 13 | 1 | 3 | 2 | 47 | F | 35 | 1 | 2 | 3 | 43 | F | 57 | 1 | 2 | 3 | 28 | M |
| 14 | 2 | 3 | 1 | 24 | F | 36 | 2 | 1 | 3 | 37 | M | 58 | 2 | 1 | 3 | 21 | M |
| 15 | 1 | 2 | 3 | 61 | M | 37 | 1 | 2 | 3 | 38 | M | 59 | 1 | 2 | 3 | 26 | F |
| 16 | 1 | 2 | 3 | 12 | F | 38 | 1 | 3 | 2 | 33 | F | 60 | 1 | 3 | 2 | 37 | M |
| 17 | 3 | 2 | 1 | 33 | M | 39 | 1 | 2 | 3 | 31 | F | 61 | 1 | 3 | 2 | 25 | F |
| 18 | 2 | 3 | 1 | 40 | M | 40 | 1 | 2 | 3 | 39 | M | 62 | 1 | 3 | 2 | 20 | M |
| 19 | 1 | 2 | 3 | 40 | F | 41 | 3 | 2 | 1 | 14 | M | 63 | 2 | 1 | 3 | 28 | M |
| 20 | 3 | 1 | 2 | 25 | M | 42 | 1 | 2 | 3 | 16 | F | 64 | 2 | 3 | 1 | 43 | M |
| 21 | 1 | 2 | 3 | 22 | F | 43 | 2 | 1 | 3 | 14 | M | | | | | | |
| 22 | 2 | 3 | 1 | 21 | M | 44 | 2 | 1 | 3 | 27 | F | | | | | | |

Gráfico 4.9 Relación del total de los entrevistados con la edad.



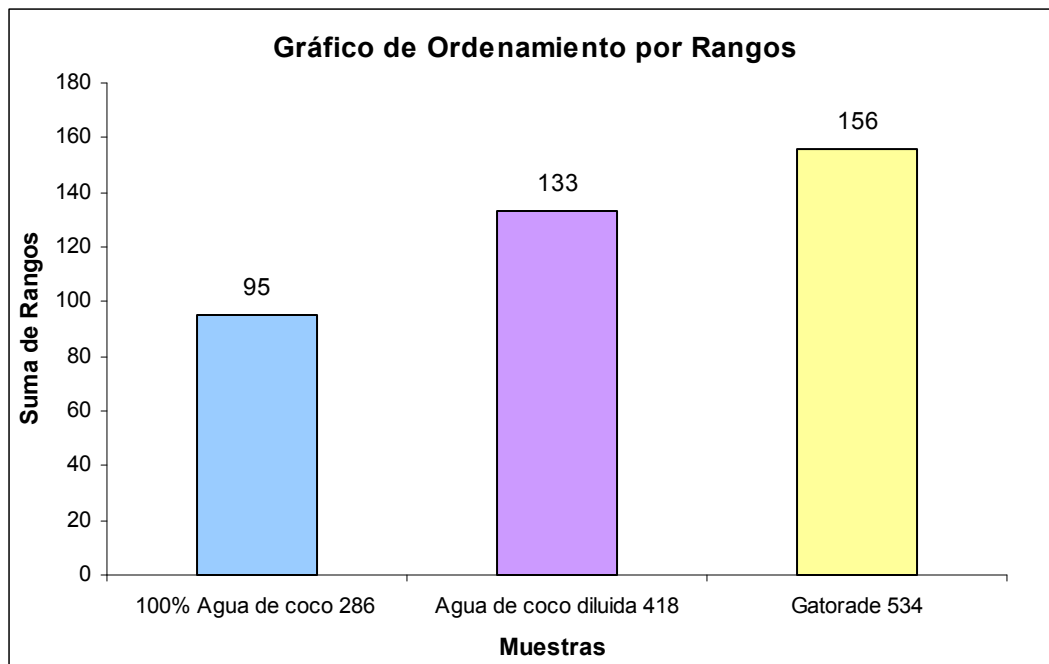
Mediante la aplicación de los cuestionarios, se advirtió la popularidad de la marca “Gatorade”, ya que era la primera referencia que el consumidor emitía al responder acerca de su preferencia sobre las bebidas hidratantes, existentes en el mercado. Por otra parte, esta preferencia se presentó en todos los intervalos de edades de los consumidores.

Tratamiento de los resultados

Tabla 4.22 Suma de rangos

| Muestra | 286 (100% agua de coco) | 418 (80% agua de coco y 20% agua simple) | 534 (Gatorade) |
|----------------|----------------------------|---|-------------------|
| Suma de Rangos | 95 | 133 | 156 |

Gráfico 4.10 Gráfico de Ordenamiento por rangos



4.4.1 Prueba de Ordenamiento por Rangos, basado en las tablas de Newell y MacFarlane.

Una vez obtenida la Suma de Rangos se realizaron las diferencias absolutas entre estas y el valor obtenido se compara con el valor de Tablas.

| | |
|--|-------------|
| Diferencia Absoluta Crítica para 5% de nivel de significancia. | 27* |
| Diferencia Absoluta Crítica para 1% de nivel de significancia. | 34** |

Tabla G.1* y G.2**. Diferencia de sumatoria ordinal absoluta crítica de “todos los tratamientos”. Comparaciones al nivel de significancia del 5% y 1% respectivamente. (Pedrero D. 1996)

Diferencias Absolutas entre Sumas de Rangos y su comparación con el valor de tablas al 1% de nivel de significancia:

$$286-418=|95-133|=38 > 34$$

$$286-534=|95-156|=61 > 34$$

$$418-534=|133-156|=23 < 34$$

Tabla 4.23 Ordenamiento por rangos

| | | | |
|----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Muestra | 286 | 418 | 534 |
| Suma de Rangos | 95 ^a | 133 ^b | 156 ^b |

Suma de rangos con distintos superíndice indican diferencia significativa.

Con respecto a la tabla 4.22 se puede concluir que no hay diferencia significativa entre las muestras 418 (80% agua de coco y 20% agua simple) y 534 (Gatorade), con un nivel de significancia menor o igual a 1%, pero si son diferentes con respecto a la muestra 286.

Por lo tanto, y bajo este método, la formulación 10 se puede considerar como competencia para “Gatorade sabor lima-limón”.

Para obtener datos más aproximados sobre las diferencias ente las muestras, se realizó una prueba basada en la Distribución de la χ^2 .

4.4.2 Prueba de Friedman

Esta prueba es el equivalente no paramétrico al análisis de varianza de dos vías sin interacción.

$$\chi^2 = \left[\frac{12}{[N(K)(K+1)]} \right] \sum (T_k)^2 - [3(N)(K+1)]$$

donde K= número de muestras

N= número de consumidores encuestados

T_k= rangos totales por muestra

y grados de libertad (gl) para $\chi^2 = (K - 1)$.

$$\chi^2 = \left[\frac{12}{[64(3)(3+1)]} \right] [(95)^2 + (133)^2 + (156)^2] - [3(64)(3+1)]$$

$$\chi^2 = 29.6563$$

Este valor de χ^2 (29.66) se compara con el valor de tablas *(5.99), en este caso los gl=2 y un nivel de significancia del 1%. Ya que el valor calculado de χ^2 es mayor que la de tablas, entonces hay diferencia significativa entre las muestras, es decir que, entre uno o más pares de muestras existe diferencia entre los rangos.

*Tabla B. Valores críticos para la Ji-cuadrada (Pedrero D., 1996)

Para determinar entre que pares hay diferencia, se calculó la diferencia de rangos más significativa (LSRD, por sus siglas en inglés least significant rank difference).

$$LSRD = t \sqrt{NK(K+1)/6}$$

donde K= número de muestras

N= número de consumidores encuestados

y t es el valor crítico con 5% de significancia y grados de libertad= ∞ .

$$LSRD = 1.96 \sqrt{64 * 3(4)/6}$$

$$LSRD = 22.1749$$

$$286-418=|95-133|=\mathbf{38} > 22.17$$

$$286-534=|95-156|=\mathbf{61} > 22.17$$

$$418-534=|133-156|=\mathbf{23} > 22.17$$

Tabla 4.24 Ordenamiento por rangos prueba de Friedman

| | | | |
|----------------|-----------------|------------------|------------------|
| Muestra | 286 | 418 | 534 |
| Suma de Rangos | 95 ^a | 133 ^b | 156 ^c |

Suma de rangos con distintos superíndice indican diferencia significativa.

Los datos obtenidos por este método, nos indican que las tres muestras son significativamente diferentes entre si y que la muestra 534 (Gatorade) presenta una mayor preferencia por el consumidor.

Los valores críticos de comparación obtenidos de las dos pruebas son diferentes. Y en el caso de la prueba de Friedman, este valor es más cerrado, por ello se encontró diferencia entre la muestra 418 y la 534.

4.5. Estimación del precio de la bebida de agua de coco embotellada, diluida en un 20% con agua purificada, en presentación de 500 mL.

Evaluación de costos

A. MATERIAS PRIMAS

1. Agua de coco:

| | | | |
|----------------------|--------|--------------|--|
| Fruto | | Rendimiento: | El costo varia, dependiendo de quien baja el fruto de la palmera, si es el productor o el consumidor |
| Edad: de 4 a 6 meses | \$2.00 | 500-700 mL | |

* Referencia: SAGARPA, 2005 (7)

2. Concentrado de limón

| | | |
|-------------------|---------|--------------------------------------|
| Botella de 750 mL | \$15.00 | Rendimiento: aprox. 15 L de producto |
|-------------------|---------|--------------------------------------|

* Referencia: Investigación de campo

3. Agua purificada

| | | |
|-----|---------|-------------------------------------|
| 1 L | \$ 0.12 | Rendimiento: aprox. 5 L de producto |
|-----|---------|-------------------------------------|

* Referencia: Investigación de campo

4. Ácido cítrico

| | | |
|-----|-------|---------------------------|
| 1 g | \$0.2 | Rendimiento: aprox. 666 L |
|-----|-------|---------------------------|

* Referencia: Catálogo de Productos Químicos, SPECTRUM, 2002.

5. Ácido ascórbico

| | | |
|-----|-------|----------------------------|
| 1 g | \$0.2 | Rendimiento: aprox. 2000 L |
|-----|-------|----------------------------|

* Referencia: Catálogo de Productos Químicos, SPECTRUM, 2002

B. ENVASE

1. Botellas de 500 mL

| | |
|-------------------------|--------|
| 1 pza. (botella c/tapa) | \$1.50 |
|-------------------------|--------|

*Referencia: Investigación de campo

Precio aproximado:

\$ 4.20

Nota: No se consideran los gastos de:

- Transporte
- Almacenamiento
- Método de conservación
- Manufactura
- Etiquetado

Capítulo 5.

Conclusiones

- ④ Se llevó a cabo el análisis de los componentes del agua de coco de mayor importancia nutrimental, identificando las causas de las variaciones obtenidas; tales como la edad del fruto, que es uno de los puntos críticos a considerar en el análisis de estos componentes. Así mismo, estas determinaciones permitirán establecer especificaciones (edad, color, tamaño, peso, temporada y lugar de siembra y cosecha) que ayuden a eliminar variaciones en el producto final.
- ④ Los resultados obtenidos del análisis químico permitieron realizar las formulaciones para las bebidas hidratantes, así mismo se tomaron en cuenta las proporciones de los componentes de todos los aditivos para elaborarlas. Además, se logró determinar el valor nutrimental de las bebidas elaboradas. Durante la elaboración de las formulaciones, se incluyó una que proporcionara un mayor rendimiento, al diluir el agua de coco con un 20% de agua purificada.
- ④ Se logró evaluar la preferencia entre las bebidas elaboradas y el producto líder. De este análisis sensorial, se obtuvo una tendencia mayor hacia el producto líder. Mediante el tratamiento de resultados, se observa que las diferencias entre una de las formulaciones y el producto líder son cercanas entre si, por lo que se considera una bebida con oportunidades de competencia en el mercado.

Respecto a la estimación del precio de la bebida, se considera redituable su producción, obteniéndose ganancias aceptables con un precio que puede competir en

el mercado de bebidas hidratantes. Por otra parte, la elaboración del producto, no requiere de tecnología muy sofisticada ni de instalaciones costosa. Sin embargo, se requiere el manejo de Buenas Prácticas de Manufactura para garantizar la calidad del producto.

La importancia de elaborar un producto del cocotero, es aprovechar al máximo el fruto. De tal manera, que los subproductos sean posicionados para su aprovechamiento, y obtener un rendimiento del 100% del fruto.

Actualmente, se comercializan distintas marcas de agua embotellada de coco en las zonas costeras de México. Sin embargo, sus características (vida de anaquel, presentación, precio) no permiten su expansión a otros estados de la República, por lo que su comercialización solo se presenta en los lugares cercanos al lugar de cultivo.

La implementación de la formulación desarrollada en esta tesis, puede ser una oportunidad de mejoramiento de las características del agua de coco embotellada. Esto se puede lograr mediante la asociación con personas involucradas en la elaboración del agua de coco.

La motivación para el incremento en el consumo de agua de coco se logrará a partir de la inclusión de productos de coco novedosos y atractivos en el mercado. Con ello, esta tesis pretende aportar un ejemplo de lo que se puede hacer al respecto.

Bibliografía

📌 Referencias bibliográficas

- I Borges H., Casanueva E., Rosado J., (2005). Recomendaciones de ingestión de nutrimentos para la población mexicana. (pp.177-188). Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires Argentina.
- II Guyton A., (1997). Tratado de fisiología médica. Novena edición, (pp. 323-337, 391-401, 875-897, 901-902). Ed. McGraw Hill. México D.F.
- III Lawless T., Heymann H. (1999). Sensory Evaluation of food. Principles and practices. (pp. 430-449). Kluwer Academic/Plenum Publishers. USA, New York.
- IV Pedrero D. (1996) Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos. Primera edición. (pp.104-107, 145-147, 237-240, 217) .Ed. Alambra Mexicana. México.
- V Shils E., Olson A., (1999). Nutrición en Salud y Enfermedad. Volumen I, Novena edición, (pp. 123-163). Ed. McGraw Hill Interamericana, México.
- VI Torre P. (2000). Bases científicas del análisis sensorial. (pp. 155-164). Alimentaria. Enero-Febrero.
- VII Wooton, S; (1990). Nutrición y Deporte, (pp. 95-105), , Editorial Acribia, S. A., Zaragoza España
- VIII Cuadernos de nutrición/Septiembre-Octubre, 1984

📌 Referencias electrónicas

- 1 CODEX STAN 240. NORMA DEL CODEX PARA LOS PRODUCTOS ACUOSOS DE COCO - Leche de Coco y Crema de Coco - (CODEX STAN 240-2003)
www.codexalimentarius.net
27/10/07 Última fecha de revisión
- 2 Coronel C. (2003) Agua de coco: Una solución alternativa en la terapia de rehidratación oral. Revista Mexicana de Pediatría. Volumen 70, número 3. Derechos reservados, Copyright © 2003: Sociedad Mexicana de Pediatría, AC.
pp. 118-122.
<http://www.medigraphic.com>
27/10/07 Última fecha de revisión
- 3 De Asmundis C. – Sarno M. – Delfino M. Titulación potenciométrica del ácido fólico en comprimidos. Laboratorio de Química Analítica Instrumental. Facultad de Ciencias Exactas y Nat. y Agrim. UNNE.
Av. Libertad 5640 (3400) Corrientes- Argentina
<http://www.unne.edu.ar>

8/03/08 Última fecha de revisión

- 4 León G. (2007) De Michoacán y Guerrero, 70 por ciento de la producción de coco a nivel nacional. Desde hace 4 años la actividad ha tenido auge en la entidad.
www.lajornadamichoacan.com.mx
12/01/08 Última fecha de revisión
- 5 EL CULTIVO DEL COCO. The coconut growing
<http://www.infoagro.com>
1/11/07 Última fecha de revisión
- 6 Flores R. (2006) Alternativas tecnológicas del cocotero de Asia-Pacífico, ventaja competitiva para el cocotero de México. Tesis de Doctorado, Universidad de Colima, México
<http://digeset.ucol.mx>
27/10/07 Última fecha de revisión
- 7 FORTALECIMIENTO DE CADENAS PRODUCTIVAS DIAGNOSTICO SISTEMA PRODUCTO PALMA DE COCO GUERRERO, AGOSTO 2005
<http://www.sagarpa.gob.mx>
27/10/07 Última fecha de revisión
- 8 Gaceta UNAM, número 3, pp.12
<http://www.unam.mx>
9/01/2008 Última fecha de revisión
- 9 Hidratación para maratonistas
<http://www.elequivalleyclub.cl>
01/11/2007 Última fecha de revisión
- 10 Torres C. (2007) Implementan Parque Industrial del Coco para Michoacán y Guerrero. Procesaría 29 millones de cocos al año; se requieren 45mdp para ponerlo en funcionamiento.
www.lajornadamichoacan.com.mx
12/01/08 Última fecha de revisión
- 11 Torres. C. (2005) La jornada Michoacán. Elaboran diagnóstico nacional para capitalizar el cocotero. Michoacán está siendo punta de lanza en la exportación del fruto en bola.
www.lajornadamichoacan.com.mx
12/01/08 Última fecha de revisión
- 12 Lizano M. Guía Técnica del Coco. Ministerio de Agricultura y ganadería. Programa Nacional de frutas de el Salvador.
<http://camagro.com>
27/10/07 Última fecha de revisión

- 13 MÉTODOS OFICIALES DE ANÁLISIS ZUMOS DE FRUTAS Y OTROS VEGETALES Y SUS DERIVADOS. Madrid innova
<http://www.observatorio-alimentario.org>
27/10/07 Última fecha de revisión
- 14 Ovalles J., León A., Vielma R., Y Medina A. (2002) Determinación del contenido de aminoácidos libres del agua de coco tierno por HPLC y Revisión electrónica sobre la nueva tecnología para el envasado del agua de coco. REVISTA DE LA FACULTAD DE FARMACIA Vol. 44. (pp. 70-77)
<http://www.saber.ula.ve>
27/10/07 Última fecha de revisión
- 15 Parrotta J. Cocos nucífera L. Palma de coco, coco, coconut pal. Palmae. Familia de las palmas
<http://www.fs.fed.us>
23/12/07 Última fecha de revisión
- 16 Torres C. (2007) Productores de coco de cuatro estados crearán marca colectiva
<http://www.lajornadamichoacan.com>
1/11/07 Última fecha de revisión
- 17 Sáenz R. (2005) Procedimientos Analíticos para aguas de riego y consumo animal. Técnicas utilizadas en el Laboratorio de Suelos y Agua. Estación Experimental Agropecuaria INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria).
<http://www.inta.gov.ar>
27/10/07 Última fecha de revisión
- 18 Síntesis agropecuario de Colima. SAGARPA 24 de Octubre del 2007.
<http://www.sagarpa.gob.mx>
12/01/08 Última fecha de revisión
- 19 <http://www.cocomix.es>
1/11/07 Última fecha de revisión
- 20 <http://cocozihua.com/acercade.html>
1/11/07 Última fecha de revisión
- 21 <http://www.dr-martins.at/home.php>
1/11/07 Última fecha de revisión
- 22 www.fao.org
19/01/08 Última fecha de revisión

Apéndice A.

GENERALIDADES DEL COCO

Crecimiento y desarrollo

Cocos nucífera L., conocida comúnmente como coco, palma de coco y coconut palm, crece a lo largo de las costas arenosas de los trópicos y en la mayoría de las regiones subtropicales.

Las áreas de distribución natural del coco se caracterizan por un clima tropical cálido y muy húmedo. Bajo condiciones favorables, las palmas de coco (variedades altas) comienzan a florecer a los 6 años de edad, cuando tienen de 2.5 a 4.5 m de alto. Los palmeras maduros producen anualmente 40 o más frutos. La inflorescencia ocurre durante todo el año y continua hasta que el árbol alcanza una altura de 25 a 30 m, cuando la producción y el tamaño de las frutas comienza a declinar, usualmente a los 60 años de edad aproximadamente.

Las frutas crecen hasta casi su tamaño máximo en 5 o 6 meses y se maduran a los 10 o 13 meses de edad. Cuando la fruta tiene solo 8 cm. de diámetro, la cavidad hueca central comienza a desarrollarse y se llena de un jugo del saco embriónico acuoso que aumenta en cantidad hasta que el endospermo se encuentra casi totalmente desarrollado. El jugo disminuye en cantidad, a medida que la fruta madura, pero no desaparece por completo sino hasta que comienza la germinación. (Parrotta J.)



Plagas y enfermedades

El cocotero es afectado por una gran cantidad de insectos, los cuales se albergan a lo largo de toda la planta, causando enfermedades de importancia en el fruto. (Lizano M.)

Tabla A1, Principales plagas y enfermedades del cocotero

| Nombre | Método de control | |
|---|---------------------|---|
| Picudo del cocotero <i>Rhynchophorus palmalium</i> | Biológico Físico | El hongo <i>Bauveria bassiana</i> ataca a la fase adulta del picudo. Trampas con feromonas |
| Ácaro <i>Eriophyes gerreronis</i> | Químico | Molestan 0.5%, Pegaso, Vertimex. En aplicación preventiva. |
| Amarillamiento letal del cocotero (ALC) | Físico | Sembrar variedades resistentes. Poda y quema de hojas dañadas, evitar propagación |
| Manchas de la hoja <i>Helminthosporium sp.</i> | Físico Químico | No aplicar exceso de nitrógeno. Daconil 75 wp (10 a 30 g por cada 10 L) y Dithane M45 (30 g por 10 L). |

- Picudo del cocotero

Principal plaga en América y las Antillas.

Las larvas dañan a palmeras jóvenes de tres a seis años, ya que perforan el tronco y llegan a alcanzar la corona, provocando que la palmera envejezca y la caída rápida de las hojas. Los tejidos afectados se fermentan, se licuan y forman un lodo que emite un olor amoniacal. (Lizano M.)



Figura A1. Picudo del cocotero

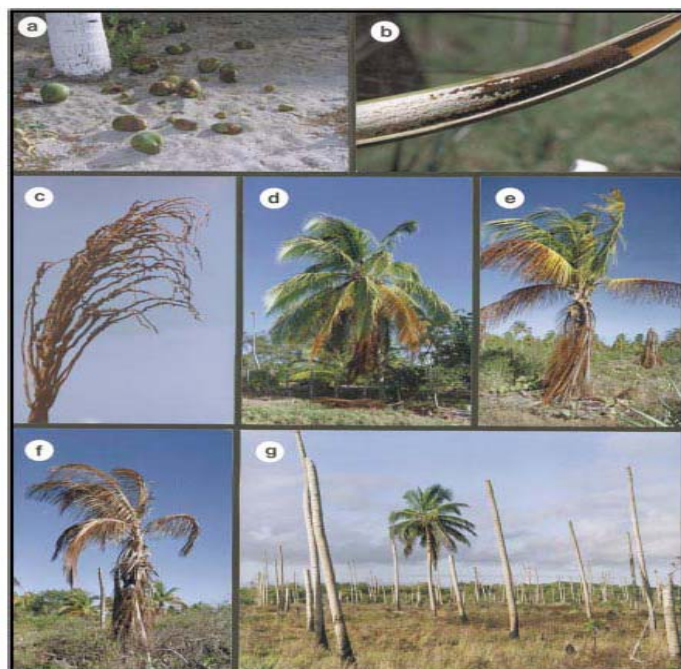
- Ácaro

El *Eriophyes gerreronis* es una especie de ácaro dañina para la palta del coco que ataca a sus flores y a sus frutos hasta ahora no se ha encontrado un remedio efectivo contra ella. (Lizano M.)

- Amarillamiento letal

Enfermedad de alta importancia en México, producido por un micoplasma que es transmitido por chicharritas de la especie *Myndus Crudus*, provocando la caída de frutos maduros y en desarrollo, la muerte de las hojas produce la defoliación de la palmera. (Lizano M.)

A continuación se muestra la secuencia de síntomas de la enfermedad amarillamiento letal del cocotero.



| | |
|---|--|
| A | Caída prematura de frutos |
| B | Flores masculinas narcóticas |
| C | Muerte total de la inflorescencia |
| D | Palmeras viejas clorótica |
| E | Muerte y caída de las palmeras maduras |
| F | Palmera muerta |
| G | Fase terminal de la enfermedad |

Figura A2. Amarillamiento Letal

- Mancha de la hoja

Se da cuando existe un exceso de humedad, sombreadamiento o exceso de malas hierbas, que favorecen el crecimiento de hongos del género *Helminthosporium*, retrasando el desarrollo de las plantas. (Lizano M.)

Cosecha



La cosecha de los cocos depende del destino que se le de al fruto.

Para consumo en fresco, se cosechan los frutos del cuarto al sexto mes después de la apertura de la inflorescencia, momento en el que presentan la mayor cantidad de agua.

Para ello, las personas suben a las palmeras con una soga y un machete y evitan que los cocos caigan al suelo desde la parte más

alta de la palmera, ya que pueden provocarse fracturas en el coco y con ello, el fruto es más susceptible a la contaminación microbiana.



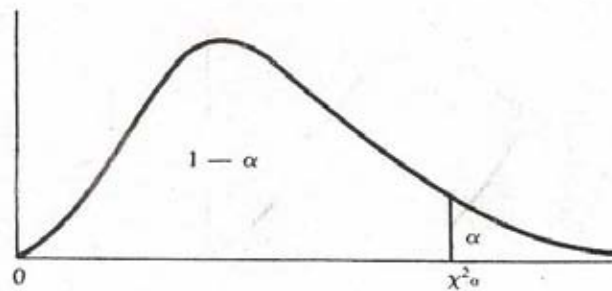
Cuando el destino del fruto es la producción de copra, se cosecha después de 12 meses, que es cuando el contenido de copra es el máximo, el agua es de mala calidad para consumo humano por su sabor

picante. (Lizano M.)

Apéndice B.

TABLAS ESTADÍSTICAS

TABLA B. Valores críticos para Ji-cuadrada*



Nivel de Significancia (α):

| | | Una Cola | | | | | | | |
|------|--|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 0.25 | 0.15 | 0.10 | 0.05 | 0.025 | 0.01 | 0.005 | 0.0005 |
| | | Dos Colas | | | | | | | |
| g.l. | | 0.50 | 0.30 | 0.20 | 0.10 | 0.05 | 0.02 | 0.01 | 0.001 |
| 1 | | 0.455 | 1.074 | 1.642 | 2.706 | 3.841 | 5.412 | 6.635 | 10.827 |
| 2 | | 1.386 | 2.408 | 3.219 | 4.605 | 5.991 | 7.824 | 9.210 | 13.815 |
| 3 | | 2.366 | 3.665 | 4.642 | 6.251 | 7.815 | 9.837 | 11.345 | 16.266 |
| 4 | | 3.357 | 4.878 | 5.989 | 7.779 | 9.488 | 11.668 | 13.277 | 18.467 |
| 5 | | 4.351 | 6.064 | 7.289 | 9.236 | 11.070 | 13.388 | 15.086 | 20.515 |
| 6 | | 5.348 | 7.231 | 8.558 | 10.645 | 12.592 | 15.033 | 16.812 | 22.457 |
| 7 | | 6.346 | 8.383 | 9.803 | 12.017 | 14.067 | 16.622 | 18.475 | 24.322 |
| 8 | | 7.344 | 9.524 | 11.030 | 13.362 | 15.507 | 18.168 | 20.090 | 26.125 |
| 9 | | 8.343 | 10.656 | 12.242 | 14.684 | 16.919 | 19.679 | 21.666 | 27.877 |
| 10 | | 9.342 | 11.781 | 13.442 | 15.987 | 18.307 | 21.161 | 23.209 | 29.588 |
| 11 | | 10.341 | 12.899 | 14.631 | 17.275 | 19.675 | 22.618 | 24.725 | 31.264 |
| 12 | | 11.340 | 14.011 | 15.812 | 18.549 | 21.026 | 24.054 | 26.217 | 32.909 |
| 13 | | 12.340 | 15.119 | 16.985 | 19.812 | 22.362 | 25.472 | 27.688 | 34.528 |
| 14 | | 13.339 | 16.222 | 18.151 | 21.064 | 23.685 | 26.873 | 29.141 | 36.123 |
| 15 | | 14.339 | 17.322 | 19.311 | 22.307 | 24.996 | 28.259 | 30.578 | 37.697 |
| 16 | | 15.338 | 18.418 | 20.465 | 23.542 | 26.296 | 29.633 | 32.000 | 39.252 |
| 17 | | 16.338 | 19.511 | 21.615 | 24.769 | 27.587 | 30.995 | 33.409 | 40.790 |
| 18 | | 17.338 | 20.601 | 22.760 | 25.989 | 28.869 | 32.346 | 34.805 | 42.312 |
| 19 | | 18.338 | 21.689 | 23.900 | 27.204 | 30.144 | 33.687 | 36.191 | 43.820 |
| 20 | | 19.337 | 22.775 | 25.038 | 28.412 | 31.410 | 35.020 | 37.566 | 45.315 |

Continúa

* Tabla generada utilizando un programa SAS escrito por R.W. Washam II, Armour Research Center, Scottsdale, Arizona.

Tabla G.1. Diferencia de sumatoria ordinal absoluta crítica de "todos los tratamientos". Comparaciones al nivel de significancia del 5%.

| Jueces | Número de muestras | | | | | | | | | | | |
|--------|--------------------|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|--|--|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 3 | 6 | 8 | 11 | 13 | 15 | 18 | 20 | 23 | 25 | 28 | | |
| 4 | 7 | 10 | 13 | 15 | 18 | 21 | 24 | 27 | 30 | 33 | | |
| 5 | 8 | 11 | 14 | 17 | 21 | 24 | 27 | 30 | 34 | 37 | | |
| 6 | 9 | 12 | 15 | 19 | 22 | 26 | 30 | 34 | 37 | 42 | | |
| 7 | 10 | 13 | 17 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 40 | 44 | | |
| 8 | 10 | 14 | 18 | 22 | 26 | 30 | 34 | 39 | 43 | 47 | | |
| 9 | 10 | 15 | 19 | 23 | 27 | 32 | 36 | 41 | 46 | 50 | | |
| 10 | 11 | 15 | 20 | 24 | 29 | 34 | 38 | 43 | 48 | 53 | | |
| 11 | 11 | 16 | 21 | 26 | 30 | 35 | 40 | 45 | 51 | 56 | | |
| 12 | 12 | 17 | 22 | 27 | 32 | 37 | 42 | 48 | 53 | 58 | | |
| 13 | 12 | 18 | 23 | 28 | 33 | 39 | 44 | 50 | 55 | 61 | | |
| 14 | 13 | 18 | 24 | 29 | 34 | 40 | 46 | 52 | 57 | 63 | | |
| 15 | 13 | 19 | 24 | 30 | 36 | 42 | 47 | 53 | 59 | 66 | | |
| 16 | 14 | 19 | 25 | 31 | 37 | 42 | 49 | 55 | 61 | 67 | | |
| 17 | 14 | 20 | 26 | 32 | 38 | 44 | 50 | 56 | 63 | 69 | | |
| 18 | 15 | 20 | 26 | 32 | 39 | 45 | 51 | 58 | 65 | 71 | | |
| 19 | 15 | 21 | 27 | 33 | 40 | 46 | 53 | 60 | 68 | 73 | | |
| 20 | 15 | 21 | 28 | 34 | 41 | 47 | 54 | 61 | 69 | 75 | | |
| 21 | 16 | 22 | 28 | 35 | 42 | 49 | 56 | 63 | 70 | 77 | | |
| 22 | 16 | 22 | 29 | 36 | 43 | 50 | 57 | 64 | 71 | 79 | | |
| 23 | 16 | 23 | 30 | 37 | 44 | 51 | 58 | 65 | 73 | 80 | | |
| 24 | 17 | 23 | 30 | 37 | 45 | 52 | 59 | 67 | 74 | 82 | | |
| 25 | 17 | 24 | 31 | 38 | 46 | 53 | 61 | 69 | 76 | 84 | | |
| 26 | 17 | 24 | 32 | 39 | 46 | 54 | 62 | 70 | 77 | 85 | | |
| 27 | 18 | 25 | 32 | 40 | 47 | 55 | 63 | 71 | 79 | 87 | | |
| 28 | 18 | 25 | 33 | 40 | 48 | 56 | 64 | 72 | 80 | 89 | | |
| 29 | 18 | 26 | 33 | 41 | 49 | 57 | 65 | 73 | 82 | 90 | | |
| 30 | 19 | 26 | 34 | 42 | 50 | 58 | 66 | 75 | 83 | 92 | | |
| 31 | 19 | 27 | 34 | 42 | 51 | 59 | 67 | 76 | 85 | 93 | | |
| 32 | 19 | 27 | 35 | 43 | 51 | 60 | 68 | 77 | 86 | 95 | | |
| 33 | 20 | 27 | 36 | 44 | 52 | 61 | 70 | 78 | 87 | 96 | | |
| 34 | 20 | 28 | 36 | 44 | 53 | 62 | 71 | 79 | 89 | 98 | | |
| 35 | 20 | 28 | 37 | 45 | 54 | 63 | 72 | 81 | 90 | 99 | | |
| 36 | 20 | 29 | 37 | 46 | 55 | 63 | 73 | 82 | 91 | 100 | | |
| 37 | 21 | 29 | 38 | 46 | 55 | 64 | 74 | 83 | 92 | 102 | | |
| 38 | 21 | 29 | 38 | 47 | 56 | 65 | 74 | 84 | 94 | 103 | | |
| 39 | 21 | 30 | 39 | 48 | 57 | 66 | 76 | 85 | 95 | 105 | | |
| 40 | 21 | 30 | 39 | 48 | 57 | 67 | 76 | 86 | 96 | 106 | | |
| 41 | 22 | 31 | 40 | 49 | 58 | 68 | 77 | 87 | 97 | 107 | | |
| 42 | 22 | 31 | 40 | 49 | 59 | 69 | 78 | 88 | 98 | 109 | | |
| 43 | 22 | 31 | 41 | 50 | 60 | 69 | 79 | 89 | 99 | 110 | | |
| 44 | 22 | 32 | 41 | 51 | 60 | 70 | 80 | 90 | 101 | 111 | | |

Continúa

238 APÉNDICE III. TABLAS ESTADÍSTICAS

Tabla G.1. Continuación

| Jueces | Número de muestras | | | | | | | | | | | |
|--------|--------------------|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 45 | 23 | 32 | 41 | 51 | 61 | 71 | 81 | 91 | 102 | 112 | | |
| 46 | 23 | 33 | 42 | 52 | 62 | 72 | 82 | 92 | 103 | 114 | | |
| 47 | 23 | 33 | 42 | 52 | 62 | 72 | 83 | 93 | 104 | 115 | | |
| 48 | 23 | 33 | 43 | 53 | 63 | 73 | 84 | 94 | 105 | 116 | | |
| 49 | 24 | 33 | 43 | 53 | 64 | 74 | 85 | 95 | 106 | 117 | | |
| 50 | 24 | 34 | 44 | 54 | 64 | 75 | 85 | 95 | 107 | 118 | | |
| 55 | 25 | 35 | 46 | 56 | 67 | 78 | 90 | 101 | 112 | 124 | | |
| 60 | 26 | 37 | 48 | 59 | 70 | 82 | 94 | 105 | 117 | 130 | | |
| 65 | 27 | 38 | 50 | 61 | 73 | 85 | 97 | 110 | 122 | 135 | | |
| 70 | 28 | 40 | 52 | 64 | 76 | 88 | 101 | 114 | 127 | 140 | | |
| 75 | 29 | 41 | 53 | 66 | 79 | 91 | 105 | 118 | 131 | 145 | | |
| 80 | 30 | 42 | 55 | 68 | 81 | 94 | 108 | 122 | 136 | 150 | | |
| 85 | 31 | 44 | 57 | 70 | 84 | 97 | 111 | 125 | 140 | 154 | | |
| 90 | 32 | 45 | 58 | 72 | 86 | 100 | 114 | 129 | 144 | 159 | | |
| 95 | 33 | 46 | 60 | 74 | 88 | 103 | 118 | 133 | 148 | 163 | | |
| 100 | 34 | 47 | 61 | 76 | 91 | 105 | 121 | 136 | 151 | 167 | | |

Fuente: Newell G.J., MacFarlane J.D., Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. *J. Food. Sci.* 52(6): 1721-1725, 1987.

TABLA G.2. Diferencia de sumatoria ordinal absoluta critica de "todos los tratamientos".
Comparaciones al nivel de significancia del 1%.

| Jueces | Numero de muestras | | | | | | | | | | | |
|--------|--------------------|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|--|--|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 3 | — | 9 | 12 | 14 | 17 | 19 | 22 | 24 | 27 | 30 | | |
| 4 | 8 | 11 | 14 | 17 | 20 | 23 | 26 | 29 | 32 | 36 | | |
| 5 | 9 | 13 | 16 | 19 | 23 | 26 | 30 | 33 | 37 | 41 | | |
| 6 | 10 | 14 | 18 | 21 | 25 | 29 | 33 | 37 | 41 | 45 | | |
| 7 | 11 | 15 | 19 | 23 | 28 | 32 | 36 | 40 | 45 | 49 | | |
| 8 | 12 | 16 | 21 | 25 | 30 | 34 | 39 | 43 | 48 | 53 | | |
| 9 | 13 | 17 | 22 | 27 | 32 | 36 | 41 | 46 | 51 | 56 | | |
| 10 | 13 | 18 | 23 | 28 | 33 | 38 | 44 | 49 | 54 | 59 | | |
| 11 | 14 | 19 | 24 | 30 | 35 | 40 | 46 | 51 | 57 | 63 | | |
| 12 | 15 | 20 | 26 | 31 | 37 | 42 | 48 | 54 | 60 | 66 | | |
| 13 | 15 | 21 | 27 | 32 | 38 | 44 | 50 | 56 | 62 | 68 | | |
| 14 | 16 | 22 | 28 | 34 | 40 | 46 | 52 | 58 | 64 | 70 | | |
| 15 | 16 | 22 | 28 | 35 | 41 | 48 | 54 | 60 | 67 | 74 | | |
| 16 | 17 | 23 | 30 | 36 | 43 | 49 | 56 | 63 | 70 | 77 | | |
| 17 | 17 | 24 | 31 | 37 | 44 | 51 | 58 | 65 | 72 | 79 | | |
| 18 | 18 | 25 | 31 | 38 | 45 | 52 | 60 | 67 | 74 | 81 | | |
| 19 | 18 | 25 | 32 | 39 | 46 | 54 | 61 | 69 | 76 | 84 | | |
| 20 | 19 | 26 | 33 | 40 | 48 | 55 | 63 | 70 | 78 | 86 | | |
| 21 | 19 | 27 | 34 | 41 | 49 | 56 | 64 | 72 | 80 | 88 | | |
| 22 | 20 | 27 | 35 | 42 | 50 | 58 | 66 | 74 | 82 | 90 | | |
| 23 | 20 | 28 | 35 | 43 | 51 | 59 | 67 | 75 | 84 | 92 | | |
| 24 | 21 | 29 | 36 | 44 | 52 | 60 | 69 | 77 | 85 | 94 | | |
| 25 | 21 | 29 | 37 | 45 | 53 | 62 | 70 | 79 | 87 | 96 | | |
| 26 | 22 | 29 | 38 | 46 | 54 | 63 | 71 | 80 | 89 | 98 | | |
| 27 | 22 | 30 | 38 | 47 | 55 | 64 | 73 | 82 | 91 | 100 | | |
| 28 | 22 | 31 | 39 | 48 | 56 | 65 | 74 | 83 | 92 | 101 | | |
| 29 | 23 | 31 | 40 | 48 | 57 | 66 | 75 | 84 | 93 | 102 | | |
| 30 | 23 | 32 | 40 | 49 | 58 | 67 | 77 | 86 | 95 | 105 | | |
| 31 | 23 | 32 | 41 | 50 | 59 | 69 | 78 | 87 | 97 | 107 | | |
| 32 | 24 | 33 | 42 | 51 | 60 | 70 | 79 | 89 | 99 | 108 | | |
| 33 | 24 | 33 | 42 | 52 | 61 | 71 | 80 | 90 | 100 | 110 | | |
| 34 | 25 | 34 | 43 | 52 | 62 | 72 | 82 | 92 | 102 | 112 | | |
| 35 | 25 | 34 | 44 | 53 | 63 | 73 | 83 | 93 | 103 | 113 | | |
| 36 | 25 | 35 | 44 | 54 | 64 | 74 | 84 | 94 | 104 | 114 | | |
| 37 | 26 | 35 | 45 | 55 | 65 | 75 | 85 | 95 | 105 | 115 | | |
| 38 | 26 | 36 | 45 | 55 | 65 | 76 | 86 | 96 | 106 | 116 | | |
| 39 | 26 | 36 | 46 | 56 | 66 | 77 | 87 | 97 | 107 | 117 | | |
| 40 | 27 | 36 | 47 | 57 | 67 | 78 | 88 | 99 | 109 | 118 | | |
| 41 | 27 | 37 | 47 | 57 | 68 | 79 | 89 | 99 | 110 | 121 | | |
| 42 | 27 | 37 | 48 | 58 | 69 | 80 | 91 | 102 | 112 | 123 | | |
| 43 | 28 | 38 | 48 | 59 | 70 | 81 | 92 | 103 | 113 | 124 | | |
| 44 | 28 | 38 | 49 | 60 | 70 | 82 | 93 | 104 | 114 | 126 | | |
| 45 | 28 | 39 | 49 | 60 | 71 | 82 | 94 | 105 | 115 | 127 | | |

Continúa

240 APÉNDICE III. TABLAS ESTADÍSTICAS

TABLA G.2. Continuación

| Jueces | Numero de muestras | | | | | | | | | | | |
|--------|--------------------|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | |
| 46 | 28 | 39 | 50 | 61 | 72 | 83 | 95 | 106 | 118 | 130 | | |
| 47 | 29 | 39 | 50 | 62 | 73 | 84 | 96 | 108 | 119 | 131 | | |
| 48 | 29 | 40 | 51 | 62 | 74 | 85 | 97 | 109 | 121 | 133 | | |
| 49 | 30 | 41 | 52 | 63 | 74 | 86 | 98 | 110 | 122 | 134 | | |
| 50 | 30 | 41 | 52 | 63 | 75 | 87 | 99 | 111 | 123 | 135 | | |
| 65 | 34 | 46 | 59 | 72 | 86 | 99 | 113 | 126 | 140 | 154 | | |
| 70 | 35 | 48 | 61 | 75 | 89 | 103 | 117 | 131 | 146 | 160 | | |
| 75 | 36 | 50 | 64 | 78 | 92 | 106 | 121 | 136 | 151 | 166 | | |
| 80 | 37 | 51 | 66 | 80 | 95 | 110 | 125 | 140 | 156 | 171 | | |
| 85 | 38 | 53 | 68 | 83 | 98 | 113 | 129 | 144 | 160 | 176 | | |
| 90 | 40 | 54 | 70 | 85 | 101 | 116 | 132 | 149 | 165 | 181 | | |
| 95 | 41 | 56 | 71 | 87 | 103 | 120 | 136 | 153 | 169 | 186 | | |
| 100 | 42 | 57 | 73 | 89 | 106 | 123 | 140 | 157 | 174 | 191 | | |

Fuente: Newell G.J., McEhane J. D., Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data. *J. Food Sci.* 52(6): 1721-1725, 1987.

Apéndice C.

NORMATIVIDAD APLICABLE

Tabla C1.

| REFERENCIA | NOMBRE | APLICACIÓN |
|--------------------------|---|---|
| NOM-127-SSA1-1994 | Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de la calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. | En la recepción del agua purificada, como materia prima |
| NOM-120-SSA1-1994 | Prácticas de higiene y sanidad para el proceso de alimentos, bebidas no alcohólicas y alcohólicas. | Durante la elaboración de la bebida, referente a la manipulación y BPM. |
| NOM-201-SSA1-2001 | Productos y servicios. Agua y hielo para consumo humano, envasados y a granel. Especificaciones sanitarias. | Durante la elaboración de la bebida. Referente a especificaciones sanitarias |
| NMX-F-118-1984 | Alimentos para humanos. Bebidas no alcohólicas, jugo de naranja envasado. | Durante la elaboración de la bebida. Referente a adición de ácido ascórbico y cítrico |