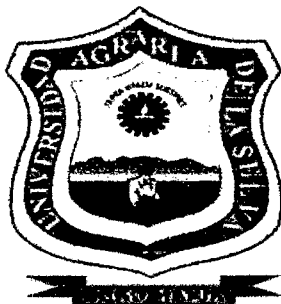


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**DEPARTAMENTO ACADEMICO DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INGENIERIA DE LOS
ALIMENTOS**



**“COMPOSICIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE
DEL AGUA DE DOS VARIEDADES DE COCO (*Cocos nucífera* L.)”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentado por:

DARLYM REATEGUI DIAZ

POMOCION 2002

Tingo María – Perú

2003



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María
FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

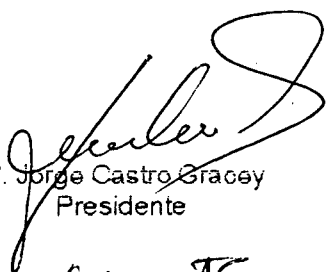
ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos en acto público el 1° de noviembre del 2003, a horas 04:00 p.m. en la Sala de Grados de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, para calificar la tesis presentado por el Bachiller en Ciencias Industrias Alimentarias: **Darlym REATEGUI DIAZ**.

**"COMPOSICIÓN FÍSICA, QUÍMICA Y ACTIVIDAD
ANTIOXIDANTE DEL AGUA DE DOS VARIEDADES DE COCO
(Cocos nucifera L.)"**

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas formuladas, lo declaran aprobado con el calificativo de **MUY BUENO**, en consecuencia el Bachiller: **Darlym REATEGUI DIAZ**, queda apto para recibir el título de **Ingeniero en Industrias Alimentarias** del Consejo Universitario, de conformidad con el Art.22° de la Ley Universitaria 23733; los artículos 43° y 45° del Estatuto y los artículos 95° y 96° del Reglamento General de la Universidad Nacional Agraria de la Selva.

Tingo María, 03 de noviembre del 2003


Ing°. Jorge Castro Gracey
Presidente




Ing°. Alfredo Carmona Ruiz
Vocal


Ing°. Alpio A. Ortega Rodríguez
Vocal

Ing°. M.Sc. Elizabeth S. Ordóñez Gómez
Asesor

DEDICATORIA

A mis padres, Rogelio y Elda por darme la vida e impartirme valores que motivaron a poner empeño en la formación de mi carrera profesional.

A mis hermanos, Rogelio, Elina, Lucy, Pedro, Elda, Italo, y Rosa, por mostrarme con sus ejemplos, el camino para alcanzar mis metas.

A Yda por su constante apoyo y sacrificio mostrado durante la formación de mi carrera profesional.

A mis adorados hijos, Karla Fernanda y Piere Anthony.

AGRADECIMIENTOS

A la Ing. M.Sc. Elizabeth Susana Ordóñez Gómez, patrocinadora del presente trabajo de investigación.

Al Ing. M.Sc. Tomas Aquino Menacho Mallqui por su apoyo incondicional en la elaboración del presente trabajo.

Al Dr. Manuel Sandoval Chacón por la orientación brindada en la redacción de las discusiones.

A los Jefes y Técnicos de los laboratorios de: Tecnología de carnes, Espectrofotometría, Nutrición animal, Análisis de Alimentos y Suelos por brindar las facilidades para el desarrollo de la presente tesis.

A mis amigos, Tomy y Susy, por los sabios consejos que me impartieron y su empeño en hacer que el presente trabajo sea culminado. Sinceramente
¡Muchas Gracias!

INDICE

RESUMEN	Pag.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	3
A. GENERALIDADES DEL COCOTERO	3
1. Descripción botánica	3
2. Taxonomía	3
3. Factores climáticos	4
4. Desarrollo del fruto	5
5. Características del fruto	6
6. Agua de coco	7
B. ANTIOXIDANTES	8
1. Definición	8
2. Radicales libres	11
3. Formación de radicales libres	12
4. Radicales libres de importancia biológica	13
5. Actividad de los antioxidantes	14
6. Principales antioxidantes	14
III. MATERIALES Y MÉTODOS	18
A. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN	18
B. MATERIA PRIMA	18
C. EQUIPOS MATERIALES Y REACTIVOS	19
1. Equipos de laboratorio	19

2. Materiales de laboratorio	19
3. Reactivos y soluciones	20
D. MÉTODOS DE ANÁLISIS	21
1. Caracterización físico química	21
2. Cuantificación de minerales	24
3. Evaluación de la actividad antioxidante	27
E. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	32
A. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA DE COCO	32
1. Sólidos solubles	32
2. Densidad	33
3. pH	34
4. Acidez	35
5. Humedad	37
6. Ceniza	38
7. Fibra	39
8. Sólidos totales	39
9. Carbohidratos	41
10. Grasa	42
11. Proteína	42
12. Azúcares totales	43
13. Azúcares reductores	45
14. Vitamina C	46

15. Polifenoles	48
B. CUANTIFICACIÓN DE MINERALES DEL AGUA DE COCO ...	49
1. Fósforo	49
2. Sodio	51
3. Potasio	52
4. Calcio	54
5. Magnesio	55
6. Manganeseo	56
C. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE	58
1. Capacidad de inhibición del radical DPPH	58
1. Capacidad de inhibición del radical ABTS	59
3. Capacidad de inhibición del radical hidroxilo	60
D. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE PROMEDIO DEL AGUA DE COCO POR VARIEDAD	62
V. CONCLUSIONES	63
VI. RECOMENDACIONES	64
VII. BIBLIOGRAFÍA	65
VIII. ANEXOS	72

INDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Radicales libres de importancia biológica	13
Cuadro 2. Parámetros para la lectura de calcio y magnesio	25
Cuadro 3. Soluciones estándar para el Na, K y Mn	26
Cuadro 4. Parámetros para las lecturas de Na, K y Mn	27
Cuadro 5. Contenido de sólidos solubles del agua de coco	32
Cuadro 6. Resultados de la determinación de la densidad del agua de coco	34
Cuadro 7. Resultado de la evaluación del pH del agua de coco	35
Cuadro 8. Resultado del análisis de acidez del agua de coco	36
Cuadro 9. Contenido de humedad del agua de coco	37
Cuadro 10. Contenido de ceniza del agua de coco	38
Cuadro 11. Contenido de fibra en el agua de coco	39
Cuadro 12. Contenido de sólidos totales en el agua de coco	40
Cuadro 13. Contenido de carbohidratos en el agua de coco	41
Cuadro 14. Resultado de la evaluación del contenido de proteína en el agua de coco	43
Cuadro 15. Resultado de la evaluación del contenido de azúcares totales en el agua de coco	44
Cuadro 16. Resultado de la determinación de azúcares reductores en el agua de coco	45
Cuadro 17. Resultado de la determinación del contenido de vitamina C en el agua de coco	47

Cuadro 18. Resultado de la determinación de polifenoles en el agua de coco	48
Cuadro 19. Resultado de la determinación del contenido de fósforo en el agua de coco	50
Cuadro 20. Resultado de la determinación del contenido de sodio en el agua de coco	51
Cuadro 21. Resultado de la determinación del contenido de potasio en el agua de coco	53
Cuadro 22. Resultado de la determinación del contenido de calcio en el agua de coco	54
Cuadro 23. Resultado de la determinación del contenido de magnesio en el agua de coco	56
Cuadro 24. Resultado de la determinación del contenido de manganeso en el agua de coco	57
Cuadro 25. Resultado de la evaluación de la capacidad de inhibición del radical DPPH del agua de coco	58
Cuadro 26. Resultado de la evaluación de la capacidad de inhibición del radical ABTS del agua de coco	59
Cuadro 27. Resultado de la evaluación de la capacidad de inhibición del radical hidroxilo del agua de coco	60
Cuadro 28. Caracterización físico química y actividad antioxidante promedio del agua de coco por variedad	62

INDICE DE ANEXOS

- A – I.** **Análisis de varianza de los sólidos solubles**
- A – II.** **Análisis de varianza de la densidad**
- A – III.** **Análisis de varianza del pH**
- A – IV.** **Análisis de varianza de la acidez**
- A – V.** **Análisis de varianza de la humedad**
- A – VI.** **Análisis de varianza de ceniza**
- A – VII.** **Análisis de varianza de fibra**
- A – VIII.** **Análisis de varianza de sólidos totales**
- A – IX.** **Análisis de varianza de carbohidratos**
- A – X.** **Análisis de varianza de proteína**
- A – XI.** **Análisis de varianza de azúcares totales**
- A – XII.** **Análisis de varianza de azúcares reductores**
- A – XIII.** **Análisis de varianza de vitamina C**
- A – XIV.** **Análisis de varianza de polifenoles totales**
- A – XV.** **Análisis de varianza para el fósforo**
- A – XVI.** **Análisis de varianza para el sodio**
- A – XVII.** **Análisis de varianza para el potasio**
- A – XVIII.** **Análisis de varianza para el calcio**
- A – XIX.** **Análisis de varianza para el magnesio**
- A – XX.** **Análisis de varianza para el manganeso**
- A – XXI.** **Análisis de varianza para el DPPH**
- A – XXII.** **Análisis de varianza para el ABTS**
- A – XXIII.** **Análisis de varianza para la desoxiribosa**

A – XXIV. Curva estándar para cuantificar azúcares

A – XXV. Curva estándar para cuantificar vitamina C

A – XXVI. Curva estándar para cuantificar polifenoles

A – XXVII. Curvas estándares para cuantificar minerales

RESUMEN

El agua de coco es el líquido que se encuentra en el interior de la nuez de coco (*Cocos nucífera* L.) y se caracteriza por poseer propiedades aperitivas, calmantes, depuradora, mineralizantes de la sangre y que durante siglos a saciado la sed de los habitantes de islas remotas, puede servir ahora de refresco para paliar la fatiga de los deportistas mas exigentes.

El presente trabajo se realizó en los laboratorios de Nutrición, Análisis de Alimentos, Tecnología e Industrias Cárnicas y Espectrofotometría de la Universidad Nacional agraria de la Selva, en el periodo de Noviembre del 2002 a Junio del 2003. Planteándose los siguientes objetivos: 1) Caracterizar el agua de coco de las variedades amarillo y verde con diferentes contenido de albumen (1-10% y 10-20%) considerándose análisis físico, químico proximal, azúcares, vitamina C, polifenoles y minerales. 2) Evaluar la actividad antioxidante del agua de coco por su capacidad de inhibir radicales 2,2-diphenil-1-picrylhidrazil (DPPH), I hidroxilo y 2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolino-6-ácido sulfónico) (ABTS^{o+}).

Los métodos utilizados para la caracterización físico química fueron los indicados por la AOAC a excepción del análisis de vitamina C. (Kirk *et al.*, 1996), polifenoles (Larry y Butler, 1997) y azúcares totales y reductores (CIP, 1975); para la evaluación de la actividad antioxidante se utilizaron los métodos recomendados por Yamaguchi *et al.*, 1997 (DPPH), Halliwell *et al.*, 1987 (Desoxirribosa) y Re *et al.* 2002 (ABTS). Cuatro tratamientos fueron

evaluados mediante un diseño estadístico completamente al azar con arreglo factorial de 2*2 y comparados mediante una prueba de Tuckey, mostrando ser mejor en composición química la variedad verde con 1-10 % de albumen, sin embargo la variedad amarilla con el mismo porcentaje de albumen resultó ser mejor en cuanto a la composición de minerales destacando entre ellos un elevado contenido de potasio (205 mg/100ml) La evaluación de la actividad antioxidante mostró ser sensible para la variedad verde con 1-10% de albumen en el orden siguiente: radical DPPH (IC_{50} =252 mg/ml), desoxirribosa (87,4% de inhibición) y el cation ABTS (32,4% de inhibición).

SUMMARY

The coconut water is the liquid that it is inside the coconut nut (*Cocos nucifera* L.) and it is characterized to possess properties appetizers, sedatives, purifying, mineralize of the blood and that during centuries to satiate the thirst of the inhabitants of remote islands, it can serve now as soda to palliate the fatigue of the most demanding sportsmen.

The present work was carries out in the Nutrition Laboratories, Food Analysis, Technology and Meat Industries and Spectrophotometric of the Universidad Nacional Agraria de la Selva, in the period of November of the 2002 to June of the 2003. Thinking about the following objectives: 1) To characterize the water of coconut of the varieties yellow and green with different albumen content (1-10% and 10-20%) being considered analysis physical, chemical proximal, sugar, vitamin C, polyphenols and minerals. 2) to evaluate the activity antioxidant of the coconut water for their capacity to inhibit radicals 2,2-diphenil-1-picrylhydrazil (DPPH) hydroxyl and 2,2-azinobis(3-etylbenzothiazoline-6-sulfonice acid) (ABTS)

The methods used for the characterization physique chemistry were the suitable for the AOAC to exception of the vitamin analysis C. (Kirk et al 1996), polyphenols (Larry and Butler, 1997) and sugar total and reducers (CIP, 1975); For the evaluation of the activity antioxidant the methods were used recommended by Yamaguchi et al, 1997 (DPPH), Haliwell et al, 1987 (Desoxyribose) and Re et al 2002 (ABTS). Four treatments were

evaluated totally at random by means of a statistical design with factorial arrangement of 2×2 and compared by means of a test of Tuckey, showing to be better in chemical composition the green variety with 1-10 albumen%, however the yellow variety with the same albumen percentage turns out to be better as for the composition of minerals standing out among them a high content of potassium (205 mg/100ml. The evaluation of the activity antioxidant showed to be sensitive for the green variety with 1-10 albumen% in the following order: radical DPPH ($IC_{50}=252$ mg/ml), desoxyribose (87,4 inhibition%) and the cation ABTS (32,4 inhibition%).

I. INTRODUCCIÓN

El Perú como otros países en vías de desarrollo, posee una sociedad que utiliza la medicina complementaria “tradicional” para aliviar problemas de salud humana. Sin embargo, a pesar que este uso es difundido en la selva, se requiere hacer mas extensivo este conocimiento y beneficio a través de trabajos de investigación que permitan determinar los diferentes componentes nutricionales y actividad antioxidativa de las plantas medicinales. El presente trabajo se llevo a cabo entre los meses de Noviembre del 2002 a Junio del 2003.

El cocotero (*cocos nucífera L.*) es reconocido mundialmente como uno de los cultivos más rentables, por poseer grandes bondades medicinales y por su aprovechamiento integral, sin embargo no se a tomado en consideración a uno de sus componentes principales, “el agua de coco” ya que en la actualidad sus características nutricionales no son conocidas. Este es un hidratante natural con sabor agradable, aroma delicado y su importancia como alimento radica en el aporte nutricional y propiedades terapéuticas que se lo atribuyen. Factores como la variedad y el grado de madurez del fruto influyen en su composición químico proximal, minerales y actividad antioxidativa. Por ello surge la necesidad de realizar el presente estudio planteándose los siguientes objetivos:

- Caracterizar el agua de coco de las variedades amarillo y verde a diferentes contenido de albumen (1-10% y 10-20%) considerándose análisis físico, químico proximal, azúcares, vitamina C, polifenoles y minerales.

- Evaluar la actividad antioxidante del agua de coco medido por su capacidad de inhibir radicales 2,2-diphenil-1-picrylhidrazil (DPPH), hidroxilo y 2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolino-6-ácido sulfónico) (ABTS^{•+})

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

A. GENERALIDADES DEL COCOTERO.

1. Descripción botánica.

Palmera monoica de tronco único, con frecuencia inclinado, de 10 - 20 m de altura y hasta 50 cm de grueso en la base, estrechándose hacia la parte superior. Posee anillos espaciados irregularmente y fisuras verticales. Hojas pinadas, de 1,5 - 4 m. de longitud, con folíolos coriáceos de 50 - 70 cm. de longitud, de color verde-amarillento. Inflorescencia que nace de las axilas de las hojas inferiores, cubierto al principio por una espata de hasta 70 cm. de longitud. Fruto cubierto de fibras, de 20-30 cm. de longitud, ovoide, con la pulpa comestible (Ministerio de Agricultura, 1999).

2. Taxonomía.

El Ministerio de Agricultura (1999); menciona que el cocotero tiene la siguiente clasificación taxonómica:

Reino	:	Vegetal
Subreino	:	Embophyla
División	:	Spermatophyla
Clase	:	Monocotiledónea
Familia	:	Palmae
Especie	:	<i>Cocos nucifera</i> L.

3. Factores climáticos.

a. Pluviosidad.

Con 1500 mm de lluvias, muy regularmente repartidas a lo largo del año, el cocotero no sufre la sequedad, pero por debajo de 130 mm al mes, la falta de agua, si no está compensada por la capa freática, se traduce en una merma del rendimiento. Pero una cantidad excesiva de lluvia puede ser igualmente perjudicial, a causa de la reducción de la insolación y del peligro de erosión por lavado de los elementos minerales del suelo (Coste, 1969).

b. Temperatura

Se considera como óptima una temperatura media de 27°C; una media mensual de 20 °C debe considerarse como un límite por debajo del cual es problemático. Frecuentes mínimas diarias, inferiores a 15°C, modifican la fisiología y la morfología del coco. En la práctica las plantaciones comerciales más elevadas no sobrepasan los 600 m de altitud (Coste, 1969).

c. La insolación.

El cocotero es un árbol de mucha luz; la duración de la insolación favoreciendo la fotosíntesis, actúa sobre la formación de la copra. Se ha demostrado que por debajo de ciento veinte horas por mes pueden considerarse como cantidades por debajo de las cuales la insolación se convierte en un factor limitante (Coste, 1969).

d. Humedad atmosférica.

El coco prefiere los climas cálidos y húmedos. Si bien no es deseable un grado de humedad constantemente muy elevado, el coco teme sin embargo una sequedad excesiva del aire que, entre otras ocasiones, provoca caídas prematuras de nueces. Hay naturalmente una relación entre la humedad atmosférica y la pluviosidad. Una baja humedad agrava los inconvenientes de la falta de lluvia (Coste, 1969).

e. Vientos.

Siendo el coco una planta alógama, juega el viento un papel importante en la diseminación del polen y en la fecundación de las flores. A pesar de poseer un sistema radical que le asegura un anclaje extremadamente potente, el coco es susceptible de ser desarraigado por vientos de muchísima violencia (Coste, 1969).

4. Desarrollo del fruto.

En la primera fase, "fase líquida", se asiste poco a poco, después de la fecundación, al ensanchamiento del saco embrionario que se convertirá en la cavidad central, hay una formación de aglomeraciones pastosas de células que se multiplican activamente. Al final de esta etapa, hacia el octavo mes, el aspecto trabecular desaparece para hacer sitio a células libres, igualmente muy activas y que flotan en la leche de coco. El albumen, al principio gelatinoso, se solidifica mediante la construcción de membranas celulósicas que salen del tegumento seminal. Este

depósito empieza en la región polar opuesta a la del punto de unión y se extiende progresivamente a toda la cavidad. El agua de coco se encuentra en la nuez joven a una presión de cinco atmósferas. Además de sustancias de crecimiento que se han revelado para los biólogos, contiene azúcares. Se ha demostrado que primero había azúcares reductores cuya concentración alcanza un máximo de 5% en el momento en el que el agua llena la totalidad. Con la maduración de la nuez la concentración de azúcar disminuye regularmente hasta el 2%. El agua de la nuez juega un papel importante en la maduración del fruto (Coste, 1969).

5. Características del fruto.

Según Blanco (1998), el fruto maduro del cocotero consiste en una cáscara dura cubierta de una capa fibrosa exterior, que contiene una almendra comestible, en el centro de la cual está el agua de coco. La nuez se abre y la porción de fruto comestible se seca hasta un contenido de humedad inferior al 6% para evitar deterioro. La carne secada se llama copra. la capa fibrosa (cáscara) no tiene valor alimenticio, el polvo de la elaboración de las cáscaras se utiliza para obtener fibras (bonote).

Soto (1995), menciona que el coco está formado por una cáscara externa amarillenta y correosa (exocarpo), una capa intermedia fibrosa (mesocarpo), otra capa más dura (endocarpo), donde se encuentra la semilla; pulpa blanca comestible que contiene en su cavidad central un líquido azucarado conocido como agua de coco.

6. Agua de coco.

a. Definición.

Balbachas (1998), indica que el agua de coco llamada también tuba, es un líquido muy alcalino, de fácil digestión, pues requiere de dos horas para ser digerida, éste nutritivo líquido, refrescante y agradable, goza de propiedades aperitivas, diuréticas, calmantes, depuradoras y mineralizantes de la sangre.

Costé (1969), manifiesta que el agua de coco es un hidratante natural que no perderá ninguna de sus características al ser empacado para exportar sin refrigeración, el agua tiene una vida en anaquel de nueve meses, siempre y cuando no se abra.

Balbachas (1998), menciona que el agua de coco, durante siglos a saciado la sed de los habitantes de islas remotas, puede servir ahora de refresco para paliar la fatiga de los deportistas más exigentes. Se a descubierto en el líquido del coco gran cantidad de azúcares, sales y vitaminas; es un reconstituyente natural perfecto.

Soto (1995), menciona que el agua de coco es el líquido que se halla en el interior de la nuez, cuanto menos maduro está más abundante será y también mas rico en nutrientes. Se considera una bebida isotónica natural, por su contenido de nutrientes: sales minerales, azúcares y vitaminas (estas propiedades se pierden cuando este líquido entra en contacto con el aire).

Mahan (1996), menciona que el agua de coco es sumamente diurética y refrescante. Se le considera útil en caso de desnutrición, tos bronquial rebelde; es de notar que el agua de coco es uno de los mejores rehidratadores, esta capacidad se la da su buen contenido de glucosa y potasio y aunque no contiene suficiente sodio, esto se subsana agregándole sal.

b. Especificaciones estándares del agua de coco.

Morton (2000), indica que la composición química y gama microbiológica que posee el agua de coco es la siguiente:

Materia seca (%)	: 5,5 – 6,5
Contenido de aceite (%)	: < 0,1
pH	: 5,2
°Bx	: $5,8 \pm 0,5$
Cuenta estándar	: Sin organismos viables
Cuenta hongos	: Sin organismos viables
Cuenta levaduras	: Sin organismos viables
<i>Salmonella</i>	: Negativo en 25 gramos
<i>E. coli</i>	: Negativo en 25 gramos

B. ANTIOXIDANTES.

1. Definición.

Los antioxidantes son elementos de una colección de procesos que retardan en vivo la oxidación de radicales libres. El término antioxidante incluye todos los procesos en los que se reduce o detiene la oxidación a radicales libres estos procesos incluyen 1) Inhibición de radicales para

prevenir su propagación 2) Hidrólisis enzimática de enlaces esteres para remover ácidos grasos peroxidados de lípidos 3) Quelamiento de los iones metálicos de transición y 4) Reducción de peróxidos por catálisis enzimáticas (Thomas, 2000).

Los antioxidantes son compuestos que prolongan la vida útil de los alimentos, protegiendo contra el deterioro causado por la oxidación. Estos inhiben la propagación de radicales libres por eso son utilizados para prevenir el deterioro de los alimentos, evitando la rancidez de las grasas y los cambios de color, se clasifican en antioxidantes naturales y antioxidantes sintéticos (Sies, 1997).

Los antioxidantes son nutrientes que se encuentran en los alimentos que usted ingiere. Se puede decir que un nutriente tiene propiedades antioxidantes cuando es capaz de neutralizar la acción oxidante de una molécula inestable es decir, de un radical libre sin perder su propia estabilidad electroquímica (Denham, 1998).

Pueden ser definidos como sustancias cuya acción consistiría en inhibir la tasa de oxidación de los nocivos radicales libres. Existen antioxidantes naturales (fisiológicos) presentes en nuestro organismo y sintéticos. Dentro de cada grupo, los antioxidantes pueden ser enzimas que aumentan la velocidad de ruptura de los radicales libres, otros que previenen la participación de iones de metales de transición en la generación de radicales libres y de esa manera protegerían, del deterioro celular, del envejecimiento prematuro. Son un grupo de

vitaminas, minerales y enzimas que protegen nuestro cuerpo de la formación de estos radicales: cuatro enzimas lo neutralizan en el organismo naturalmente y son la superóxido dismutasa, metionina reductasa, catalasa y glutathion peroxidasa. El cuerpo las produce pero, la acción de éstas, pueden ser suplementadas por una dieta rica en antioxidantes como las vitaminas A, E y C, el selenio, el zinc, entre otros nutrientes (Child, 1999).

Fennema (1993), menciona que existe literalmente cientos de compuestos tanto naturales como sintéticos, con propiedades antioxidantes, aunque para su empleo en alimentación debe cumplir ciertos requerimientos obvios, no siendo el menor de ellos el que sean seguros para la salud. Los principales antioxidantes utilizados habitualmente en los alimentos son los fenoles mono y polihidricos con varias sustituciones en el anillo. Para que su eficacia sea máxima, a menudo los antioxidantes primarios se combinan con otros antioxidantes fenólicos o con agentes secuestrantes de metales.

Antioxidante es aquel compuesto que inhibe las reacciones de oxidación sin importar el mecanismo de acción (Badui, 1984).

Los compuestos antioxidantes, defienden a las células anulando la actividad de los radicales libres y metabolitos reactivos del oxígeno producidos ya sea internamente o bien externamente a partir de la contaminación del medio ambiente o de los precursores alimenticios (Singh y Gaby, 1991).

Katz *et al.* (2000), mencionan que los antioxidantes protegen y reducen la formación de radicales libres y oxígeno reactivo por la descomposición de peróxido de hidrógeno sin la generación de radicales, está dada por la inhibición activa del oxígeno libre por atrapar e inhibir los radicales antes de que ellos lleguen a la célula de destino.

2. Radicales libres.

Los radicales libres son átomos o moléculas que contienen uno o mas electrones desapareados; son químicamente inestables, altamente reactivos y pueden causar severas lesiones a los tejidos vivos. El daño que los radicales libres pueden causar a los sistemas biológicos deriva de su habilidad para generar perturbadoras reacciones químicas en cadena, en su intento por recobrar la estabilidad de los electrones (Reilly y Bulkley, 1990).

Las sustancias reactivas como (O_2^- , H_2O_2 , OH^- , NO^-), juegan un papel importante en el rol de los procesos vitales en el organismo. El ataque de los ácidos grasos poli insaturados a las células de las membranas, causan la oxidación y finalmente la muerte celular, además causan enfermedades como cáncer y artereosclerosis (Ames *et al.*, 1993).

El estrés oxidativo, que es un estado de desbalance entre radicales libres y antioxidantes, se ha demostrado que está asociado a 1) enfermedades inflamatorias: artritis, vasculitis 2) Enfermedades isquémicas: enfermedades del corazón, isquemia intestinal. 3) Síndrome de inmunodeficiencia adquirida 4) Úlceras gástricas 5) Enfermedades

de alzheimer 6) enfermedades de Parkinson y muchas otras (Mc Cord, 2000)

Anderson y Phillips (2001), mencionan que cualquier molécula o átomo que contiene uno o más electrones desapareados es un radical libre; por lo tanto, los radicales libres intentaran arrancar un electrón de otra molécula y en este proceso rompen otras parejas de electrones para conseguir su propio apareamiento creando así moléculas inestables generándose una reacción en cadena.

Elejalde (2001), indica que los radicales libres son extraordinariamente reactivos, inestables y tienen una vida media muchas veces inferior a una milésima de segundo. Estas especies reactivas son implicadas, en muchas enfermedades incluyendo aterosclerosis desordenes del tracto respiratorio, enfermedades neurodegenerativas, inflamaciones y cancer (Anderson y Phillips, 2001; Elejalde, 2001).

3. Formación de radicales libres.

Los sistemas biológicos producen radicales libres mediante diversas reacciones, procesos oxidativas normales dentro de las células. Fuentes exógenos incluyen a los efectos de la radiación ionizante sobre las moléculas orgánicas y a la degradación térmica de la materia orgánica (como la combustión del tabaco). La energía proveniente de estas fuentes puede romper uniones químicas para formar radicales. Los radicales también pueden producirse por reacciones redox (reducción -

oxidación) que incluyen la transferencia de un electrón catalizado por medio de varios iones metálicos o por enzimas (Diplock, 1991).

4. Radicales libres de importancia biológica.

Una gran variedad de procesos metabólicos derivan de la producción de radicales libres y compuestos reactivos de oxígeno, (Reilly y Bulkley, 1990). En el cuadro 1 se muestran los radicales libres de importancia biológica.

Cuadro 1. Radicales libres de importancia biológica

Fórmula	Radical
$O_2^{\bullet}$	Anión radical superóxido
$OH^{\bullet}$	Radical hidroxilo
$ROO^{\bullet}$	Radical peroxilo
1O_2	Oxígeno singlete*
H_2O_2	Peróxido de hidrógeno*

Fuente: Reilly y Bulkley, 1990.

(*) Considerados radicales libres por su alta reactividad química.

Los radicales libres de oxígeno y otras especies oxigenadas reactivas contribuyen con la generación de una serie de enfermedades, especialmente enfermedades crónicas asociadas con el envejecimiento. Algunas condiciones clínicas incluyen : cáncer, arterosclerosis, enfermedades del corazón, daño arterial, artritis, enfermedad de Parkinson, enfermedad de alzheimer entre otros (Schmidl y Labuza, 2000)

5. Actividad de los antioxidantes.

La actividad neutralizante que ejercen los antioxidantes sobre los radicales libres depende de su capacidad de absorber la energía de los radicales libres sin desencadenar efectos nocivos para los tejidos circundantes. Los seres humanos al igual que los organismos superiores poseen una serie de mecanismos de defensa que permiten neutralizar la energía de los radicales libres. Los procesos normales de defensa de los antioxidantes , se vuelve importante en aquellos individuos con mayor riesgo de contraer enfermedades inducidas por radicales (Singh y Gaby, 1991).

6. Principales antioxidantes.

a. Vitamina E.

La vitamina E representa la primera línea de defensa contra la peroxidación de los ácidos grasos poliinsaturados contenidos en los fosfolípidos de la membrana celular y subcelular (Murray, 2001)

Prescindiendo de su fácil oxidación, en otros aspectos los tocoferoles son muy estables cuando los alimentos se tratan por el calor a temperaturas elevadas o cuando los aceites se tratan por álcalis para su neutralización, lo mismo que durante su hidrogenación catalítica; sin embargo son destruidos por los rayos ultravioleta (Braverman, 1980)

Los tocoferoles actúan como antioxidantes rompiendo la reacción en cadena de los radicales libres, como resultado de su capacidad para

transferir un hidrógeno fenólico a un radical libre peroxilo procedente de un ácido graso poliinsaturado peroxidado . Los radicales libres fenoxi generados pueden reaccionar con la vitamina C para formar de nuevo tocoferol o reaccionar con otro radical libre peroxilo, de manera que el anillo cromano y la cadena lateral se oxidan formando un producto no radical libre (Murray, 2001).

Debido a su estructura química actúa como antioxidante celular y reduce los niveles de peróxido provenientes de la oxidación de los ácidos grasos insaturados linoleico y linolénico, protege los eritrocitos de la hemólisis y mantiene la actividad testicular (Belitz y Grosch, 1998)

b. Beta caroteno.

Es la provitamina más potente que rinde dos equivalentes de vitamina A (Fennema, 1993). Existen evidencias que sugieren que el beta caroteno activa la función inmunológica, independientemente de cualquier actividad vitamínica, posiblemente en base a su capacidad para neutralizar a los radicales libres y en especial al oxígeno singlete (Bendich, 1991).

El beta caroteno se encuentra principalmente en los vegetales, el cual consiste en dos moléculas de retinal unidas por la terminal aldehído de sus cadenas de carbono. No obstante debido a que el beta caroteno no es metabolizado de manera eficaz a vitamina A,

posee sólo una sexta parte de eficiencia como fuente de vitamina A (Murray, 2001)

c. Vitamina C.

El ácido ascórbico puede actuar como un antioxidante hidrosoluble general, por ejemplo para reducir el tocoferol oxidado en las membranas y puede inhibir la formación de nitrosaminas durante la digestión. Así como también mantiene a muchos metales cofactores en estado reducido (Murray, 2001)

La vitamina C es uno de lo mas poderosos reductores conocidos en los tejidos humanos. Es el principal antioxidante hidrosoluble, ejerce sus efectos benéficos fundamentalmente en los compartimientos acuosos de las células (Diplock, 1991)

d. Polifenoles.

Estos fitonutrientes incluyen un numeroso grupo de compuestos que han sido sujeto de una extensiva investigación como agentes preventivos de enfermedades. Los fenoles protegen a las plantas contra los daños oxidativos y llevan a cabo la misma función en el organismo humano. Las coloraciones azul, azul-rojo y violeta característicos de ciertas variedades de cerezas y uvas y el color púrpura de la berenjena se deben al contenido fenólico. La característica principal de los compuestos fenólicos es su habilidad para bloquear la acción de enzimas específicas que causan

inflamación. Los fenoles son también antioxidantes y como tales atrapan radicales libres previniendo que estos se unan y dañen las moléculas del ácido desoxiribonucleico (DNA), también previenen la peroxidación de lípidos, los cuales siendo radicales libres pueden causar daños a las estructuras de las membranas de las células normales, este daño interfiere con el transporte de moléculas a través de estas membranas afectando el crecimiento y proliferación celular. El grupo de los fenoles incluye a los flavonoides y sus subgrupos las antocianidinas, las catequinas, los ácidos galicos y las isoflavonas (Vasconcellos, 2000).

III. MATERIALES Y METODOS

A. LUGAR Y FECHA DE EJECUCIÓN.

El presente trabajo se realizó en los laboratorios de Nutrición Animal, Análisis de Alimentos, Química, Suelos, Tecnología e Industrias Cárnicas y Espectrofotometría, de la Universidad Nacional Agraria de Selva, ubicada en la ciudad de Tingo María, distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco. Región Andrés Avelino Cáceres, situada a 660 msnm con una humedad relativa promedio anual de 84% y temperatura promedio anual de 24 °C

El estudio se llevó a cabo en el periodo comprendido entre los meses de Noviembre del 2002 a Junio del 2003.

B. MATERIA PRIMA.

La materia prima (agua de coco) fue extraída de frutos provenientes de diversas zonas de la provincia de Leoncio Prado, éstos primeramente fueron pesados y luego pelados para después extraer el agua de coco, el cual se filtró y recepcionó en envases limpios con cierre hermético, las muestras fueron seleccionadas en dos categorías de acuerdo a su contenido de albumen (1-10 % y 10-20%).

C. EQUIPOS, MATERIALES Y REACTIVOS.

1. Equipos de laboratorio.

- Balanza analítica digital, sensibilidad 0.0001 g. U.S.A. Marca Sartorius.
- Equipo digestor de proteína
- Equipo de titulación volumétrica
- Espectrofotómetro de absorción atómica. Modelo video 12 U.S.A.
- Espectrofotómetro uv/vis. Modelo Génesis 8 U.S.A.
- Espectrofotómetro uv/vis Modelo Shimatzu Japan
- Espectrofotómetro visible modelo Spectronic 20.
- Horno Mufla marca Esztewrgon, temperatura regulable de 0 a 1200 °C.
- Potenciómetro marca Metler Toledo
- Refractómetro de mano, marca Atago modelo HSR-500 Japan, rango de 0-98°Bx
- Estufa tipo LP 201/AL con temperatura máxima de 150 °C

2. Materiales de laboratorio.

- Campana de desecación
- Cisoles de porcelana, tubos de ensayo y espátulas
- Buretas de 10 ml.
- Fiolas de 25, 50, 100, 500 y 1000 ml.
- Pipetas de 2, 5 y 10 ml.
- Micropipetas regulables de 20 – 200 µl y de 200 –1000 µl.

- Probetas de 10, 100 y 500 ml.
- Vasos de precipitado de 50, 100, 250, 500 y 1000 ml.
- Butirómetros con escala de 0-6%
- Picnómetros marca Fortuna de 5 ml, Germany

3. Reactivos y soluciones.

- Oxido de lantano 0,1 %
- Solución patrón de minerales (Ca, Mg, Na, K, Cu, Fe, Zn y Mn)
- Ácido clorhídrico
- Hidróxido de sodio
- Etanol al 95%
- Indicador mixto: anaranjado de metilo y azul de metileno
- Fenolftaleína al 1%
- Mezcla catalítica: sulfato de cobre y sulfato de potasio
- Bicarbonato de sodio
- Metavanadato de amonio
- 2-Desoxiribosa
- 1,1 diphenyl-2-picryl hidrazil (DPPH)
- 2,2-azinobis(3-etilbenzotiazolino-6-ácido sulfónico) (ABTS⁺)
- Ferrocianuro de potasio
- Cloruro férrico 0,1 mM
- Ácido etilendiaminotetraacético (EDTA)
- Ácido ascórbico
- Ácido tricloro acético (TCA)

- Peróxido de hidrógeno
- Ácido tiobarbitúrico (TBA)

D. MÉTODOS DE ANÁLISIS.

1. Caracterización físico químico.

a. Sólidos solubles.

El contenido de sólidos solubles se determinó por el método N° 945.80 recomendado por la AOAC 1997. La concentración de sólidos solubles se expresó en grados brix (°Bx).

b. Densidad.

El método seguido fue el N° 955.37 recomendado por AOAC (1964). Consiste en comparar el peso de la muestra con el de un patrón (agua) a volúmenes constantes; para ello se utilizó picnómetros de 5ml de capacidad.

c. pH.

Se realizó de acuerdo al método N° 973.193 recomendado por la AOAC (1964); se utilizó un potenciómetro digital calibrado con buffers de pH 4,25; 7,01 y 9,45.

d. Acidez.

El método utilizado fue el de titulación recomendado por la AOAC (1995). Consiste en tomar 10 ml de muestra en un vaso precipitado en el cual se agrega 2-3 gotas de solución indicadora de fenolftaleína

y se titula con NaOH 0,1 N hasta notar el cambio de color a rosado se anotó el gasto y se expresó la acidez en ml sol N/100ml.

e. Humedad y sólidos totales.

Se determinó en una estufa a presión atmosférica a 105 °C hasta obtener un peso constante, método N° 23.003 recomendado por la AOAC. (1997).

f. Ceniza.

Se utilizó el método N° 942.50 de calcinación directa recomendado por la AOAC (1997), se fundamenta en la oxidación de la materia orgánica a ceniza sometiéndola a una ignición a temperatura de 550 a 600 °C.

g. Fibra.

Se determinó por el método N° 930.20 recomendado por la AOAC (1997) que consiste en la separación de muestra insoluble por hidrólisis ácida y alcalina.

h. Carbohidratos.

Se determinó por diferencia de los demás componentes del análisis químico proximal (Hart y Fisher, 1991).

i. Grasa.

Se determinó por el método N° 989,05 de Gerber, cuya extracción se realiza con ácido sulfúrico y alcohol amílico dentro de un butirómetro recomendado por la AOAC (1997).

j. Proteína.

Se utilizó el método N° 991.29 recomendado por la AOAC (1997), que consiste en la determinación del nitrógeno total el cual es multiplicado por el factor 6,25 para determinar el porcentaje de proteína

k. Azúcares totales y reductores.

Estas determinaciones se realizaron por colorimetría recomendado por el C.I.P. (1975) citado por Aguila, (1986) en la que el compuesto cromóforo utilizado fue el reactivo de Ross compuesto por 7,145 g de 2,4 dinitrofenol disuelto a ebullición en 230 ml de hidróxido de sodio al 5% la cual se mezcla con una solución de 100g sal de Rochelle (tartrato de sodio y potasio) en 500 ml de agua destilada, la mezcla es llevada a ebullición y enrasada a 1000 ml con agua destilada. La curva patrón fue creada utilizando glucosa y las lecturas de absorbancia fueron efectuadas a 620 nm.

I. Vitamina C.

La vitamina C se cuantificó utilizando el método colorimétrico recomendado por Kirk *et al.* (1996). Para lo cual se utilizó como componente cromóforo el 2-6 Dinitrofenol indofenol, la coloración fue medida en el espectrofotómetro a 518nm. Para crear la curva patrón se utilizó ácido ascórbico.

m. Polifenoles.

Para la cuantificación de polifenoles se utilizó el método de azul de prussian recomendado por Larry y Butler (1997), que consiste en hacer reaccionar 60 μL de solución 0,008 M de FeCl_3 en 1N de HCl con 60 μL de solución 1 mM de $\text{K}_4\text{Fe}(\text{CN})_6$ y 1000 μL de muestra, después de 10 minutos de reacción se midió la absorbancia a 720 nm. La curva patrón se efectuó utilizando ácido gálico en lugar de muestra.

2. Cuantificación de minerales.

a. Fósforo.

El método utilizado para la determinación de fósforo fue el 47.420 descrito por la AOAC (1995). Este método colorimétrico se basa en la reacción de Misió en la que la solución que contiene el ortofosfato se trata con un reactivo de ácido molibdico y ácido vanádico para formar un complejo estable de color amarillo-naranja de ácido vanadomolibdofosfórico. La absorbancia fue medida a 460 nm .

b. Calcio y magnesio.

Se utilizó el método espectrofotométrico por absorción atómica N° 975.03 recomendado por la AOAC (1997).

Preparación de la curva patrón

Para la curva estándar de calcio y magnesio, se utilizaron soluciones stock de 1000 ppm; a partir de esta se prepararon soluciones de 0,1 ; 0,2 y 0,3 ppm para el calcio y de 0,1 , 0,2 y 0,4 para el magnesio; todas las soluciones fueron preparadas con óxido de lantano al 0,1 %.

Los parámetros a considerar en el equipo para las lecturas se muestran en el cuadro 2.

Cuadro 2. Parámetros para la lectura de calcio y magnesio

Parámetros	Calcio	Magnesio
Longitud de onda	422,8 nm	285,2 nm
Fuente de luz	cátodo Ca	cátodo Mg
Energía	7 MA	3 MA
Sensibilidad	0,05 µg/ml	0,003 µg/ml
Llama	Aire-acetileno	Aire-acetileno
Interferencia	PO ₄ ³⁻	Aluminio

Fuente: Catálogo del equipo.

Lectura de muestras.

Las muestras se prepararon a partir de la solución madre; y fueron diluidos con óxido de lantano al 0,1%.

c. Sodio, potasio y manganeso.

El método seguido para la determinación de estos elementos fue por espectrofotometría de absorción atómica N° 975.03 recomendada por la AOAC (1997).

Preparación de la curva patrón.

Para la curva patrón de cada elemento se utilizaron soluciones stock de 1000 ppm, a partir de estas se prepararon las concentraciones necesarias en volúmenes de 100 ml. Siendo estas concentraciones tales como se indica en el cuadro 3.

Cuadro 3. Soluciones estándar para el Na, K y Mn.

Estándar	Na (ppm)	K (ppm)	Mn (ppm)
S ₀	0,0	0,0	0,0
S ₁	0,2	0,5	0,5
S ₂	0,5	1,0	1,0
S ₃	1,0	2,0	3,0

Fuente: Catálogo del equipo.

Las lecturas de absorbancia fueron ploteadas concentración vs absorbancia obteniéndose así las curvas patrones para cada uno de los minerales.

Los parámetros considerados en el equipo para las lecturas de estos elementos se muestran en el cuadro 4.

Lectura de muestras.

Las muestras para el análisis de Na, K y Mn fueron preparados de manera similar como para el calcio y magnesio, siendo la única diferencia que para estos las diluciones se preparó con agua destilada desionizada.

Cuadro 4. Parámetros para las lecturas de Na, K y Mn.

Parámetros	Na	K	Mn
Longitud de onda (nm)	589,0	766,5	279,5
Fuente de luz (cátodo)	Na	K	Mn
Energía (MA)	8	7	5
Sensibilidad (µg/ml)	0,001	0,01	0,02
Llama	A – Ac	A – Ac	A – Ac

Fuente catálogo del equipo
A-Ac : Aire Acetileno

3. Evaluación de la actividad antioxidante

a. Capacidad de inhibir radical DPPH.

El método utilizado fue el DPPH (1,1-diphenyl-2-picrilhydrazyl) reportado por Yamaguchi *et al.* (1997). El método consistió en el secuestro del radical DPPH in vitro, haciendo reaccionar 500 µL de solución de DPPH con un volumen igual de agua de coco a concentraciones de 100, 200, 300, 400, 500 y 600 mg/ml. La concentración final fue 50 µM para el DPPH registrando la

absorbancia después de 5 min. de reacción a 517 nm. Un blanco fue corrido con agua en lugar de la muestra.

La actividad antioxidante fue expresada en IC_{50} ; para ello se plotó concentración versus porcentaje de inhibición (ecuación 1) con las cuales se obtuvo una curva de ajuste del tipo exponencial sobre la cual se determinó el valor del IC_{50} .

$$\% \text{ de Inhibición} = \left[1 - \frac{\text{Abs. de la muestra}}{\text{Abs. del control}} \right] \times 100 \quad (1)$$

b. Capacidad de inhibir radical ABTS^{•+}

Para evaluar la capacidad de inhibición del radical ABTS se utilizó el método citado por (Re *et al.*, 1999). Se tomaron 10 μL de muestra y se hizo reaccionar con 990 μL de solución ABTS 2.25 μM luego de 5 minutos de reacción se midió la absorbancia a 734 nm, un blanco fue corrido con agua en lugar de la muestra. La capacidad de inhibición se expresó en porcentaje para lo cual se utilizó la fórmula descrita en la ecuación (1).

c. Capacidad de inhibir radical hidroxilo

La capacidad de inhibición del radical hidroxilo fue determinada de acuerdo a lo descrito por Halliwell *et al.* (1987) Este método consiste en sintetizar radicales hidroxilos mediante la reacción de Fenton, las cuales en presencia de ácido ascórbico atacan el azúcar desoxiribosa para formar productos que al reaccionar con el ácido tío barbitúrico producen un cromógeno rosado. La reacción contuvo 200

μL de muestra, 100 μL de FeCl_3 100 μM , 100 μL de EDTA 100 μM , 100 μL de H_2O_2 1mM, 100 μL de ácido ascórbico 100 μM y 200 μL de solución 2-desoxy-D-ribosa 2 mM, la mezcla fue incubada a 37 °C por una hora luego se adicionó 500 μL de solución 1% (w/v) de ácido tiobarbitúrico (TBA) en 50 mM de NaOH y 500 μL de 2,8% (w/v) de solución acuosa de ácido tricloroacético (TCA) luego se agitó ligeramente y se llevó a ebullición por un tiempo de 20 minutos al final del cual se dejó enfriar por 10 minutos. La absorbancia fue medida a 540 nm.

E. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

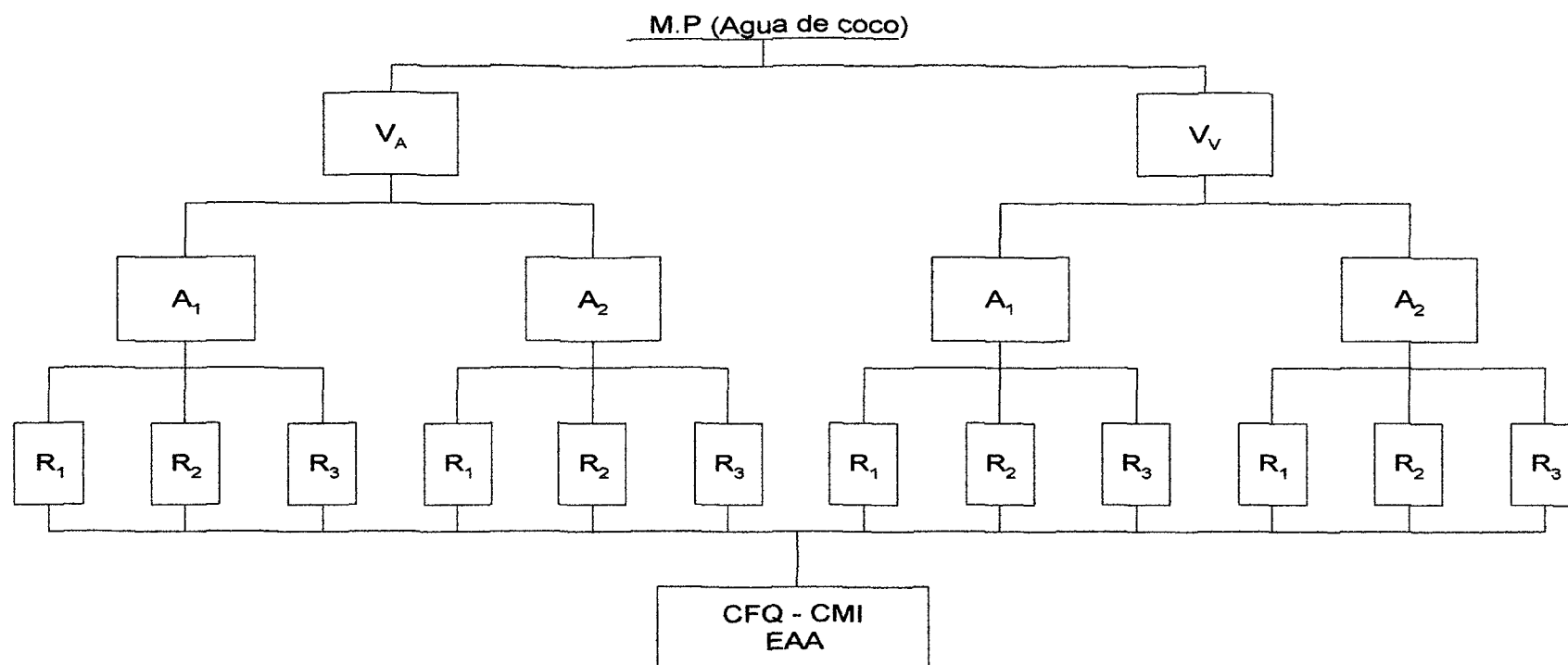
1. Caracterización físico química

Para la caracterización físico química se planteó el diagrama experimental mostrado en la Figura 1, el agua de coco analizado provino de dos variedades, seis muestras fueron recolectados por cada variedad, tres con 1-10% de albumen y tres con 10-20% de albumen.

Los resultados de la caracterización físico química fueron evaluados mediante un diseño completo al azar con arreglo factorial 2*2 para los niveles donde existió significancia se evaluó mediante la prueba de Tuckey ($P < 0,05$)

2. Cuantificación de minerales y evaluación de la actividad antioxidante

Para la cuantificación de minerales y evaluación de la actividad antioxidante se trabajó siguiendo el diagrama experimental mostrado en la figura 1. El diseño estadístico utilizado fue el mismo que para la caracterización físico química.



Leyenda.

M. P. : Materia prima (agua de coco)

V_A, V_V : Variedad (amarillo, verde)

A₁, A₂ : Porcentaje de albumen (1-10% y 10-20%)

r₁, r₂, r₃ : Repeticiones

CFQ : Caracterización físico química

CMI : Cuantificación de minerales

EAA : Evaluación de la actividad antioxidante

FIGURA 1: Diseño Experimental para la evaluación físico, química, minerales y actividad antioxidante

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

A. CARACTERIZACIÓN FÍSICO QUÍMICA DEL AGUA DE COCO.

1. Sólidos solubles.

Los valores de sólidos solubles encontrados para el agua de coco, se muestran en el cuadro 5, asimismo el análisis estadístico reporta diferencias significativa ($p < 0,05$) como se aprecia en el Anexo - I.

Cuadro 5. Contenido de sólidos solubles del agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	SOLIDOS SOLUBLES (°Bx)
Amarillo	1-10	$5,1 \pm 0,06^b$
	10-20	$4,1 \pm 0,10^c$
Verde	1-10	$6,1 \pm 0,06^a$
	10-20	$3,5 \pm 0,21^d$

Los valores representan (promedios(DS). Los datos provienen del experimento ($n=3$). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p < 0.05$)

En el cuadro 5 se puede apreciar que el contenido de sólidos solubles en el agua de coco varia en función a la variedad y porcentaje de albumen, esto posiblemente se deba a que existe metabolitos genéticamente distintos aún entre plantas de la misma especie (Fennema, 1993).

El contenido de sólidos solubles en el agua de coco de la variedad verde con un porcentaje de albumen de 1-10% supera a los demás tratamientos, este comportamiento posiblemente se deba a la mayor

producción de azúcares, como producto de su actividad fotosintética (Braverman, 1980).

El contenido de sólidos solubles por efecto del porcentaje de albumen, disminuye notablemente entre muestras con 1-10% (5,6 °Bx) y 10–20% (3,8°Bx) de albumen, esto posiblemente se deba a que el fruto durante el proceso de maduración, metaboliza ciertos nutrientes contenidos en el agua de coco para formar el albumen, el cual es utilizado por el fruto como alimento durante el proceso de germinación, logrando de esta manera que el fruto germine aún en condiciones climáticas adversas (Coste, 1969).

Tavares et. al. (1997) reporta valores de sólidos solubles de 5,7 °Bx hasta 3,1 °Bx en cocos de seis y doce meses de maduración respectivamente, evidenciando un comportamiento similar al del presente estudio en la cual el efecto del proceso de maduración ejerció una disminución del contenido de sólidos solubles.

2. Densidad.

El valor de la densidad, es muy útil en el procesamiento de alimentos ya que puede ser utilizado como un indicador del contenido de materia sólida (Lewis, 1993)

En el cuadro 6, se presentan los valores de densidades del agua de coco así mismo el análisis de varianza (Anexo-II) mostró diferencias estadísticas ($p < 0,05$). Además se puede apreciar que la variedad verde

con un porcentaje de albumen entre 1-10 % evidenció un valor de densidad superior en comparación a los demás tratamientos, este efecto probablemente se deba al mayor contenido de sólidos totales presentes en dicho tratamiento (Braverman, 1980)

Cuadro 6. Resultados de la determinación de la densidad del agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	DENSIDAD a 25°C (g/cm³)
Amarillo	1-10	1,021(0,002b
	10-20	1,014(0,001c
Verde	1-10	1,025(0,001a
	10-20	1,013±0,000 ^c

Los valores representan (promedios(DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0.05)

El efecto del porcentaje de albumen sobre los valores de densidad experimentan un descenso durante el proceso de maduración de (1,023 a 1,013 g/cm³) para cocos con 1-10% y 10-20% de albumen respectivamente, esto puede atribuirse a la disminución del contenido de sólidos totales en el agua de coco, como consecuencia de la contribución de éste en la formación del albumen (Coste, 1969)

3. pH.

Los valores de pH se presentan en el cuadro 7, reportando un incremento del pH como una función directa del porcentaje de albumen asimismo el análisis de varianza (Anexo-III) presenta diferencias estadísticas (p<0,05).

Estos valores indican diferencias entre el pH en función del porcentaje de albumen dentro de una misma variedad siendo iguales entre variedades a un mismo porcentaje de albumen esta relación coincide con los datos reportados por Penha (1997) quien obtuvo valores de pH estadísticamente iguales entre la variedad amarilla (5,13) y verde (5,11).

Cuadro 7. Resultado de la evaluación del pH del agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	pH a 25°C
Amarillo	1-10	5,1(0,01b)
	10-20	5,4(0,03a)
Verde	1-10	5,0(0,07b)
	10-20	5,5(0,04a)

Los valores representan (promedios(DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p<0.05$)

Los resultados de pH por efecto del porcentaje de albumen evidencia diferencias estadísticas ($p<0,05$) mostrando ser superior el pH en el agua de cocos con 1-10% de albumen (5,0) con respecto al de cocos con 10-20% de albumen (5,5) La diferencia estadística encontrada para los valores de pH por porcentaje de albumen se puede atribuir al descenso de los niveles de ácidos orgánicos como efecto del proceso de maduración del fruto (Azcon-Bieto y Talon, 1996)

4. Acidez.

Los resultados obtenidos (cuadro 8) y el análisis de varianza realizado (Anexo-IV) presentaron diferencias estadísticas ($p<0,05$), entre tratamientos, difiriendo de lo reportado por Penha (1997) quien encontró

valores de 13,08 y 13,07 ml sol. N/100 ml para las variedades amarilla y verde respectivamente, los cuales son superiores al encontrado en el presente estudio, es posible que esto se deba a la influencia de factores climáticos, estado de madurez y fertilización de suelos (Coste, 1969 y Badui, 1984).

Cuadro 8. Resultado del análisis de acidez del agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	ACIDEZ (ml sol. N/100ml)
Amarillo	1-10	11,3±0,02 ^a
	10-20	7,3±0,01 ^c
Verde	1-10	9,6±0,02 ^b
	10-20	5,8±0,05 ^d

Los valores representan (promedios±DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0.05)

Los resultados indican que existe diferencias estadísticas por efecto del porcentaje de albumen sobre el contenido de acidez mostrando valores superiores (10,5 ml sol.N/100ml) para cocos con 1-10% de albumen en comparación con el agua de cocos con 10-20% de albumen (6,6 ml sol.N/100ml) el cual puede encontrarse relacionado con los cambios bioquímicos que suceden durante el proceso de maduración de los frutos (Azcon-Bieto y Talon, 1996).

Tavares *et al.* (1997) reporta valores de acidez en el agua de coco de la variedad verde en diferentes estados de maduración de 4,0 a 15,0 ml sol N/100 ml encontrándose nuestros resultados dentro del rango indicado por el mencionado autor.

5. Humedad.

El análisis de varianza (Anexo-V) entre variedades y porcentaje de albumen encontró diferencias estadísticas significativas ($p < 0,05$.) los resultados promedios se representan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Contenido de humedad del agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	HUMEDAD (%)
Amarillo	1-10	94,0 $\pm$ 0,4 ^b
	10-20	95,3 $\pm$ 0,2 ^a
Verde	1-10	93,3 $\pm$ 0,3 ^c
	10-20	95,1 $\pm$ 0,1 ^a

Los valores representan (promedios $\pm$ DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p < 0.05$)

Morton, (2000) reporta el contenido de humedad para el agua de coco de 95,89% comparado con los valores mostrados en el cuadro (93,3% min. y 95,3% max.) se logra notar que existen diferencias numéricas, éstas variaciones se atribuye al lugar de colección de muestras, donde las interacciones clima, suelo y planta son diferentes (Tyler, 1994)

Al evaluar el efecto del porcentaje de albumen entre tratamientos nos reportó que el contenido de humedad entre tratamientos con 1- 10% de albumen es menor (93,64%) en comparación al promedio obtenido para un porcentaje de albumen de 10-20% (95,18%) estas marcadas diferencias posiblemente se deba a que el contenido de humedad en los frutos se incrementa durante el proceso de maduración como producto de las reacciones bioquímicas que en ella se suceden (Fennema, 1993).

7. Ceniza

Los resultados del contenido de cenizas (cuadro 10) y el cálculo del análisis de varianza (Anexo-VI) muestran que no existe diferencias significativas en la interacción a un nivel de 5% en la prueba de tuckey

Cuadro 10. Contenido de ceniza del agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	CENIZA (%)
Amarillo	1-10	0,45±0,1
	10-20	0,61±0,1
Verde	1-10	0,44±0,1
	10-20	0,45±0,0

Los valores representan (promedios±DS). Los datos provienen del experimento (n=3)..

Penha (1997) reporta valores promedio de 0,43 y 0,41 % en cenizas para el agua de cocos tiernos el cual es un valor cercano, al obtenido para cocos con 1-10% de albumen (0,45%).

Este contenido de cenizas no tiene necesariamente la misma composición que la materia inorgánica del alimento original, debido a que existen pérdidas por volatilización. Siendo mas bien éste considerado como una medida general de calidad o grado, y a menudo es un criterio útil en la identificación de la autenticidad de un alimento tal como menciona Kirk *et al.* (1996).

7. Fibra.

Los resultados del contenido de fibra en el agua de coco por variedad y porcentaje de albumen se presentan en el cuadro 11.

Badui (1984), menciona que la fibra es un filamento que forma parte de un tejido animal o vegetal como, celulosa hemicelulosa o pectinas; es posible que los resultados obtenidos del contenido de fibra sean de algunas partículas fibrosas provenientes de la cáscara del coco que se mezclaron con el agua debido a que durante la maduración los componentes que se forman primero son la cáscara y el agua haciendo que ésta última se mantenga en contacto con la cáscara hasta que se de la formación del endocarpio el cual originará una disminución en el contenido de fibra en el agua de coco tal como se aprecia en nuestros resultados.

Cuadro 11. Contenido de fibra en el agua de coco.

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	FIBRA (%)
Amarillo	1-10	0,16±0,05 ^b
	10-20	0,09±0,02 ^b
Verde	1-10	0,43±0,03 ^a
	10-20	0,14±0,03 ^b

Los valores representan (promedios±DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0,05)

8. Sólidos totales

Al evaluar los resultados y realizar el análisis de varianza (cuadro 12 y Anexo-VIII) se encontró que existe diferencias estadísticas (p<0,05).

Cuadro 12. Contenido de sólidos totales en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	SOLIDOS TOTALES (%)
Amarillo	1-10	6,0±0,42 ^b
	10-20	4,7±0,16 ^c
Verde	1-10	6,7±0,31 ^a
	10-20	4,9±0,1 ^c

Los valores representan (promedios(DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0.05)

Penha (1997) reporta valores de sólidos totales de 4,28 y 4,66% en el agua de cocos tiernos amarillo y verde respectivamente estos valores difieren de los encontrados, probablemente se deba a la influencia de factores climáticos tal como indica Coste (1969), quien menciona que los frutos sintetizan compuestos que los hace soportar condiciones ambientales poco favorables la cual podría conllevar a un incremento de sólidos en su composición.

Al evaluar el contenido de sólidos totales del agua de coco por porcentaje de albumen se obtuvo valores superiores en albúmenes de 1-10% (6,4%) en comparación a los de 10-20% de albumen (4,82%) esto se puede explicar por la presencia de aglomeraciones pastosas de células al inicio de la maduración las que se encuentran en suspensión en el agua de coco, el cual hacia el octavo mes va desapareciendo para dar lugar al desarrollo de las células libres que formaran parte del albumen (Coste, 1969).

9. Carbohidratos.

El contenido de carbohidratos se presenta en el cuadro 13, mediante el análisis estadístico (Anexo-IX) se encontró diferencias entre tratamientos ($p < 0,05$).

Cuadro 13. Contenido de carbohidratos en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	CARBOHIDRATOS (%)
Amarillo	1-10	5,2(0,38a
	10-20	3,8(0,12b
Verdee	1-10	5,7(0,38a
	10-20	4,2(0,14b

Los valores representan (promedios $\pm$ DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p < 0,05$)

Los resultados encontrados son similares a los valores encontrados por Morton (2000), quien reporta 4,9% de carbohidratos para el agua de coco, igualmente Penha (1997), reporta de 4,5 y 5% de carbohidratos para el coco de la variedad amarillo y verde respectivamente.

Al evaluar el efecto del porcentaje de albumen sobre el contenido de carbohidratos se determinó diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los promedios (5,4 y 3,9%) para albúmenes de 1-10% y 10-20% respectivamente, este comportamiento se puede aducir al estado de desarrollo del fruto, ya que de ella depende el contenido de carbohidratos tal como menciona Azcon-Bieto y Talón (1996), la disminución del contenido de carbohidratos es posible debido a que estos intervienen en la formación de las paredes celulares de la semilla

así como fuente de energía para el proceso de respiración (Valencia, 1995)

10. Grasa.

El contenido graso en el agua de coco tanto en las variedades amarillo y verde con albumen de 1-10% y 10-20% no fueron detectadas coincidiendo con lo reportado por Penha (1997)

La ausencia de este compuesto se estima que se deba a que ésta es sintetizada por otra ruta metabólica ya que al final es detectada en el albumen tal como menciona Azcon-Bieto y Talon (1996)

11. Proteína

El contenido de proteína en los frutos es esencial para formar el tonoplasto alrededor de la vacuola central en la germinación. Los frutos son considerados como fuentes deficientes de proteínas (0,2-1,3%) (Salisbury, 1992 y Fennema, 1993)

El contenido de proteína en el agua de coco se mantiene casi constante, en los tratamientos (cuadro 14) alcanzando valores de 0,19 y 0,20 %, estos valores son menores a los reportados por Penha (1997) de 0,31 y 0,33% para la variedad amarilla y verde respectivamente, ello posiblemente se deba a la deficiencia de nitrógeno en los suelos como consecuencia de la ausencia de plantas fijadoras y técnicas de fertilización de los suelos, tal como menciona Coste (1969).

Cuadro 14. Resultado de la evaluación del contenido de proteína en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	PROTEINA (%)
Amarillo	1-10	0,20±0,02
	10-20	0,20±0,03
Verde	1-10	0,20±0,02
	10-20	0,19±0,03

Los valores representan (promedios±DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0,05)

12. Azúcares totales

Los resultados del contenido de azúcares totales en el agua de coco (cuadro 15) y el análisis de varianza (Anexo-XI) indica que existe diferencias estadísticas (p<0,05) entre tratamientos.

En el cuadro 15 se aprecia que los promedios de azúcares totales superiores se encuentran en albúmenes de 1-10% para ambas variedades; estos resultados coinciden con Coste (1969) quien revela que el contenido de azúcares totales alcanza concentraciones máximas en el momento en que el agua llena la totalidad de la nuez; asimismo Penha (1997), menciona que los principales azúcares encontrados en el agua de coco son glucosa, levulosa, fructosa y sacarosa.

Cuadro 15. Resultado de la evaluación del contenido de azúcares totales en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	AZUCARES TOTALES (mg/100ml)
Amarillo	1-10	3,6±0,30 ^{ab}
	10-20	2,2±0,24 ^c
Verde	1-10	4,2±0,17 ^a
	10-20	3,4±0,15 ^b

Los valores representan (promedios±DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0,05)

Al evaluar el efecto de la variedad sobre el contenido de sólidos totales éste evidenció ser superior en la variedad verde 3,8 mg/100ml en comparación a la variedad amarilla 2,9 mg/100ml Braverman (1980) sostiene que los vegetales verdes convierten la energía luminosa en energía química, asimilando sustancias inorgánicas simples agua y CO₂ de energía potencial muy baja a las que transforman en hidratos de carbono con una gran energía potencial.

Los promedios obtenidos por efecto del porcentaje de albumen muestran de igual modo ser superior en el agua de coco con porcentaje de albumen de 1-10% (3,9 mg/100ml) y 2,8 mg/100ml en agua de coco con 10-20% de albumen; estos valores figuran dentro del rango determinado por Tavares *et al.* (1997) quien reporta un contenido de azúcares totales en el agua de cocos jóvenes de 2,5 - 4,6 mg/100ml.

Igualmente para el contenido de azúcares totales en el agua de coco con albumen de 10-20%, Coste (1969) reporta que durante la

maduración el contenido de azúcar disminuye hasta el 2% el cual pudo ser evidenciado en el presente estudio.

13. Azúcares reductores

Los resultados se muestran en el cuadro 16, realizado el análisis de varianza se encontró que existe diferencias estadísticas significativas entre tratamientos (Anexo -XII).

Cuadro 16. Resultado de la determinación de azúcares reductores en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	AZUC. REDUCTORES (mg/100ml)
Amarillo	1-10	2,8±0,14 ^b
	10-20	1,5±0,14 ^c
Verde	1-10	3,5±0,38 ^a
	10-20	2,7±0,17 ^b

Los valores representan (promedios(DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0,05)

Los valores superiores fueron detectados en el agua de coco correspondiente a la variedad verde con un porcentaje de albumen de 1-10% y el valor mínimo corresponde a la variedad amarilla con un porcentaje de albumen de 10-20%; estos azúcares reductores detectados en las muestras posiblemente correspondan a glucosa, fructosa y levulosa tal como indica Tavares et al. (1997) y Coste (1969). Los mencionados azúcares poseen en su estructura grupos aldehidos o cetónicos libres los cuales reaccionan como agentes reductores débiles (Kirk et al., 1996).

Al evaluar el efecto de la variedad sobre el contenido de azúcares reductores, la variedad verde con 3,1 mg/100ml mostró una ligera superioridad en el contenido de estos azúcares con respecto a la variedad amarilla 2,2 mg/100ml. Sin embargo, los valores encontrados se hallan dentro de los rangos citados por Tavares et al. (1997) de 0,5-5,9 mg/100ml de azúcares reductores en cocos verdes.

El porcentaje de albumen también ejerció efecto sobre el contenido de azúcares reductores siendo los cocos con 1-10% de albumen (3,2 mg/100ml) quienes presentaron promedios superiores a los de 10-20% de albumen (2,1 mg/100ml), este comportamiento se encuentra relacionado con el estado de madurez coincidiendo con Tavares et al.. (1997) quien evaluó el contenido de azúcares reductores del agua de coco en diferentes estados de maduración obteniendo valores crecientes hasta el noveno mes a partir del cual se nota una descenso del contenido de azúcares obteniendo valores de 1,3 mg/100ml en el doceavo mes de maduración.

14. Vitamina C.

La vitamina C juega un papel vital en la síntesis del colágeno y en la protección contra las lesiones producidas por los radicales libres (Wong, 1995). En el cuadro 17 se observa los datos del contenido de vitamina C en el agua de coco, estos indican que el porcentaje de albumen no ejerció efecto sobre el contenido de vitamina C en la variedad verde. Sin

embargo, se observó un comportamiento diferente sobre la variedad amarilla en la cual el análisis estadístico indicó diferencias ($p<0,05$).

El contenido de vitamina C en el agua de coco por variedad evidenció diferencias estadísticas ($p<0,05$) mostrando la variedad verde poseer un 38% más de vitamina C ($0,42(0,08 \text{ mg}/100 \text{ ml})$) respecto a la variedad amarilla ($0,26(0,1 \text{ mg}/100\text{ml})$)

Cuadro 17. Resultado de la determinación del contenido de vitamina C en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	VITAMINA C (mg/100ml)
Amarillo	1-10	0,33(0,04b
	10-20	0,18(0,01c
Verde	1-10	0,46 $\pm$ 0,03 ^a
	10-20	0,38 $\pm$ 0,04 ^{ab}

Los valores representan (promedios(DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p<0,05$)

Esta variación es posible que se deba a influencias genéticas (Badui, 1994). Penha (1997), reporta no haber detectado vitamina C en el agua coco; así mismo Tavares et al. (1997) reporta valores de 1,8 - 4,8 mg/100ml de vitamina C en cocos de 8 - 12 meses de edad; estas diferencias posiblemente se deba a factores como el clima, temperatura, insolación, fertilidad de suelos, etc. (Coste, 1969).

Al evaluar los resultados por porcentajes de albumen se evidenció que el estado de maduración del fruto ejerce efecto sobre el contenido de

vitamina C. Los cocos jóvenes (1-10% de albumen) fueron los que presentaron un mayor contenido (0,4(0,08 mg/100ml) indicando ser superior en un 30% a lo obtenido para cocos maduros (0,28(0,11 mg/100ml). En otras especies, tales como el tomate verde se reporta que el contenido de vitamina C disminuye durante el proceso de maduración (Azcon-Bieto y Talon, 1996), este fenómeno puede ser similar a lo que ocurre con la maduración del coco.

15. Polifenoles.

El contenido de polifenoles del agua de coco se muestra en el cuadro 18. Los resultados indican diferencias estadísticas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, los cuales se encuentran dentro del rango reportado en frutos (1,4 mg a 1,4 g/100g) por Azcon-Bieto y Talon (1996).

Cuadro 18. Resultado de la determinación de polifenoles en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	POLIFENOLES (mg AGE/100ml)
Amarillo	1-10	56,0(3,3b
	10-20	27,4 $\pm$ 4,1 ^d
Verde	1-10	69,5 $\pm$ 3,1 ^a
	10-20	39,6 $\pm$ 4,9 ^c

Los valores representan (promedios $\pm$ DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p < 0,05$)

Cuando se evaluó el contenido de polifenoles por efecto de la variedad, no se encontró diferencia estadística. Los valores obtenidos fueron

41,7±16,0 y 54,5±16,8 mg AGE/100ml para la variedad amarilla y verde respectivamente.

El contenido de polifenoles como respuesta al albumen indica que el agua de cocos con 1-10% de albumen (62,8±7,9 mg AGE/100ml), fue superior en comparación a los cocos con 10-20% de albumen (33,5(7,8 mg AGE/100ml). El contenido de compuestos fenólicos y vitamina C en el agua de coco puede contribuir a su valor biológico. Se ha reportado, que los compuestos polifenolicos protegen la oxidación de los lípidos de baja densidad en vivo con consecuencias significativas por ejemplo, sobre la artereosclerosis (Rozier, 2000). Los compuestos fenólicos y la vitamina C tienen la capacidad de reaccionar con los radicales libres, esto es explicado por su habilidad para donar electrones y es ésta capacidad antioxidante la que contribuye a explicar el beneficio de su consumo (Martinez et al., 2000).

B. CUANTIFICACIÓN DE MINERALES EN EL AGUA DE COCO

1. Fósforo

El análisis de varianza no encontró diferencias estadísticas significativas para el contenido de fósforo en el agua de coco entre tratamientos (Anexo -XV)

El contenido de fósforo (cuadro 19) no presenta diferencias estadísticas ya que las diferencias numéricas existentes son pequeñas. Este elemento juega un papel central en el metabolismo por lo que se

requiere un consumo diario del orden de 782 mg como indica Fennema (1993), el cual no se lograría cubrir ni con un consumo excesivo de este alimento

Cuadro 19. Resultado de la determinación del contenido de fósforo en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	FOSFORO (mg/100ml)
Amarillo	1-10	7,9(0,56
	10-20	8,3(1,07
Verdee	1-10	8,1(0,51
	10-20	8,3(0,31

Los valores representan (promedios $\pm$ DS). Los datos provienen del experimento (n=3).

La absorción del fósforo por las plantas se ve limitada por factores como el pH del suelo, presencia de fierro y aluminio, disponibilidad de calcio y presencia de microorganismos tal como menciona Devlin (1980) estos factores podrían ser las causales a las diferencias encontradas con los valores reportados por Tavares *et al.* (1997) y Penha (1997) quienes reportan promedios de 2-22 mg/100ml.

Belitz y Grosch (1998) menciona que el cociente óptimo Ca/P en un alimento debe ser 1 por lo que se podría presumir que el agua de coco de la variedad amarilla con 1-10% de albumen se ajusta muy bien a la mencionada relación.

2. Sodio

El análisis de varianza (Anexo-XVI) indica que existe diferencias estadísticas en el contenido de sodio. Los valores promedios del contenido de este elemento mostrados en el cuadro 20, muestra su valor máximo en la variedad amarilla con 1-10% de albumen y un valor mínimo en la variedad verde con 10-20% de albumen, con estos valores el agua de coco no logran ejercer un aporte suficiente para satisfacer las necesidades diarias de 600 mg (Belitz y Grosch, 1998).

Cuadro 20. Resultado de la determinación del contenido de sodio en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	SODIO (mg/100ml)
Amarillo	1-10	7,1±0,12 ^a
	10-20	6,1±0,40 ^b
Verde	1-10	7,1±0,40 ^a
	10-20	5,4±0,20 ^b

Los valores representan (promedios±DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0,05)

Los promedios obtenidos se encuentran dentro de los rangos normales encontrados en frutos, por lo que su consumo podría ser complementario a la de otros productos y así lograr cubrir las necesidades requeridas ya que la importancia de este mineral radica en la regulación de la presión osmótica de los líquidos extracelulares como menciona Badui, (1984).

Al evaluar el efecto del porcentaje de albumen se encontró diferencias estadísticas en el contenido de sodio, siendo este superior en muestras con 1-10% de albumen con un promedio de 7,45 mg/100ml en comparación al promedio de 5,73 mg/100ml para las muestras con 10-20% de albumen; estos valores difieren de los reportados por Tavares, *et al.* (1997) que indica valores de 4,7 mg/100ml en cocos del séptimo mes de maduración e incrementándose este a 50 mg/100ml al alcanzar el doceavo mes de maduración

3. Potasio.

Al evaluar los resultados (cuadro 21) La variedad amarilla con 1-10% de albumen presentó el promedio mas elevado alcanzado 205 mg/100ml esto nos permite catalogar al agua de coco como una buena fuente de aporte de potasio lo cual es de vital importancia debido a su función reguladora de la presión osmótica celular, excitabilidad de la célula y activación de una serie de enzimas (glicólisis, cadena respiratoria) como menciona Belitz y Grosch (1998)

El elevado contenido de potasio encontrado en el agua de coco posiblemente se deba a la presencia de illita en los suelos que es un mineral que forma parte de la arcilla y que facilita la absorción del potasio a través de las plantas tal como menciona Azcon-Bieto y Talon (1996).

Cuadro 21. Resultado de la determinación del contenido de potasio en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	POTASIO (mg/100ml)
Amarillo	1-10	205±7,0 ^a
	10-20	160±10,5 ^b
Verde	1-10	163±5,7 ^b
	10-20	129±5,5 ^c

Los valores representan (promedios(DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0,05)

La variedad ejerció efecto sobre el contenido de potasio presentando diferencias estadísticas (Anexo-XVII) en la cual la variedad amarilla muestra marcada superioridad con un promedio de 182,5 mg/100ml con respecto a la variedad verde que alcanza un promedio de 146 mg/100ml estos valores difieren de los reportados por Penha (1997) quien indica valores de 156,86 y 199,75 mg/100ml para la variedad amarilla y verde respectivamente, estas diferencias encontradas posiblemente se deban a que el mencionado autor evaluó el contenido de potasio en muestras jóvenes.

Con respecto al efecto del porcentaje de albumen sobre el contenido de potasio se encontró diferencias estadísticas siendo las muestras con albúmenes 1-10% (184 mg/100ml) los que reportaron como era de esperarse los valores superiores a los de 10-20% de albumen (144 mg/100ml) coincidiendo con lo reportado por Tavares et al. (1997).

4. Calcio.

El análisis estadístico (Anexo-XVIII) reporta diferencias estadísticas entre los tratamientos siendo la variedad amarillo con 1-10% de albumen el que presentó superioridad en el contenido de calcio, hallándose el contenido mínimo en la variedad verde con 10-20% de albumen. La variedad amarilla con 10-20% de albumen y la variedad verde con 1-10% de albumen son estadísticamente iguales (cuadro 22) estos valores nos indican que el agua de coco no podría ser considerado como una fuente rica en contenido de este mineral, debido a que el requerimiento diario recomendado es de 0,8 – 1 g tal como indican Belitz y Grosch, (1998).

Cuadro 22. Resultado de la determinación del contenido de calcio en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	CALCIO (mg/100ml)
Amarillo	1-10	7,1(1,9a
	10-20	4,6(0,7ab
Verdee	1-10	4,5(0,8 ^{ab}
	10-20	3,6±0,2 ^b

Los valores representan (promedios±DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0,05)

Devlin (1980) reporta que el calcio es el catión más importante existente en los suelos fértiles, sin embargo la presencia de compuestos como la anortita y otros pueden hacer que el calcio se encuentre de una manera

intercambiable lo que podría impedir su absorción por parte del vegetal logrando así que el contenido en ellas sea mínimo.

El análisis de varianza indica que existe efecto en el contenido de calcio por la acción de la variedad encontrándose diferencias estadísticas entre los promedios 5,8 y 4,1 mg/100ml para las variedades amarillo y verde respectivamente. Los valores están por debajo de los reportados por Penha (1997) (17,10 y 18,15 mg/100ml) para la variedad amarilla y verde respectivamente, ello posiblemente se deba a la falta de aplicación de técnicas de cultivo tal como menciona Rojas (1985) citado por Pizarro (2001).

Cuando se evaluó el efecto del porcentaje de albumen sobre el contenido de calcio las muestras con 1-10% de porcentaje de albumen mostró un contenido de calcio superior (5,8 mg/100ml) en comparación a las de 10-20% de albumen (4,1 mg/100ml) estos valores difieren de los reportados por Tavares *et al.* (1997) que son mucho mas elevados; sin embargo, se evidenció un comportamiento similar en la que el contenido del mineral disminuye con respecto a la edad del fruto.

5. Magnesio.

El análisis de varianza (Anexo-XIX) indica que al comparar los promedios del contenido de magnesio (cuadro 23) no existe diferencias significativas entre los tratamientos.

Los valores obtenidos para el contenido de magnesio indican concentraciones sumamente inferiores a los encontrados para el calcio ello concuerda con lo mencionado por Devlin (1980) quien indica que el magnesio a pesar de ser un catión intercambiable al igual que el calcio, este es menos abundante, por ello que una menor parte de este se halla absorbida en las micelas de arcilla.

Fennema (1993) indica que para cubrir las necesidades diarias de una persona adulta se requiere de 350 mg por lo que el agua de coco no podría ser considerado como una fuente de magnesio importante.

Cuadro 23. Resultado de la determinación del contenido de magnesio en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	MAGNESIO (mg/100ml)
Amarillo	1-10	1,4±0,1
	10-20	1,3±0,2
Verde	1-10	1,1±0,1
	10-20	1,1±0,2

Los valores representan (promedios±DS). Los datos provienen del experimento (n=3)..

6. Manganeso.

Los resultados del contenido de manganeso en el agua de coco se presentan en el cuadro 24. El análisis de varianza (Anexo-XX) indica que existe diferencia estadística ($p < 0,05$) El manganeso es un componente al igual que otros iones metálicos útiles en el proceso metabólico por su función como activador de diversas enzimas por lo que su presencia en

bajo contenido en el agua de coco no lograría satisfacer estas necesidades; Belitz y Grosch (1998) recomienda un consumo mínimo de 2-48 mg/día; sin embargo esta insuficiencia podría ser mejorada si consumimos en mayor volumen teniendo en consideración que en condiciones normales, el hombre necesita alrededor de 3 litros diarios de agua para mantener su equilibrio hídrico tal como menciona López *et al.* (1995).

Cuadro 24. Resultado de la determinación del contenido de manganeso en el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	MANGANESO (mg/100ml)
Amarillo	1-10	0,38±0,03 ^b
	10-20	0,05±0,01 ^c
Verde	1-10	0,49±0,02 ^a
	10-20	0,06±0,00 ^c

Los valores representan (promedios±DS). Los datos provienen del experimento (n=3). Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos (p<0,05)

Al evaluar el efecto de la variedad y el porcentaje de albumen el primero no mostró diferencias ocurriendo lo contrario con el porcentaje de albumen en el cual se encontró diferencias entre sus promedios (0,43 y 0,06 mg/100ml) para el caso de 1-10% y 10-20% de albumen respectivamente; resaltando una vez mas el efecto del grado de maduración del fruto.

C. EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DEL AGUA DE COCO

a. Capacidad de inhibición del radical DPPH.

En este estudio la capacidad del agua de coco de secuestrar el radical DPPH se expresó por el IC₅₀ (concentración de muestra que inhibe el 50% del radical DPPH). La capacidad de inhibir DPPH medidos por IC₅₀ se observa en el cuadro 25. Los resultados indican que la variedad verde con un contenido de 1-10% de albumen (252±3,6 mg/ml) fue mas eficiente ($p<0,05$) que los demás tratamientos. Esto es posible que se deba a su mayor contenido de compuestos antioxidantes. Estos compuestos son comúnmente encontrados en hojas, frutos, tejidos florecientes y partes leñosas como los tallos y las cortezas (Larson, 1998).

Cuadro 25. Resultado de la evaluación de la capacidad de inhibición del radical DPPH del agua de coco.

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	IC ₅₀ (mg/100ml)
Amarillo	1-10	351±6,1 ^c
	10-20	490±3,8 ^a
Verde	1-10	252±3,6 ^d
	10-20	385±1,1 ^b

Los valores representan (promedios±DS). Los datos provienen del experimento (n=3) Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p<0,05$).

b. Capacidad de inhibición del radical ABTS^{°+}

Los resultados de la evaluación de la capacidad secuestrante del radical ABTS^{°+} se observa en el cuadro 26. Los mismos que indican que el porcentaje de albumen ejerció efecto sobre la capacidad de inhibir radicales ABTS^{°+} en la variedad amarilla y no presentó diferencias estadísticas en la variedad verde. Al evaluar la capacidad de inhibición del ABTS^{°+} en el agua de coco por variedad éste no presentó diferencias estadísticas mostrando valores de $26,2 \pm 5,5$ y $31,2(3,6\%$ para la variedad amarilla y verde respectivamente.

La capacidad de inhibición debido al porcentaje de albumen presentó diferencias estadísticas ($p < 0,05$) siendo superior para porcentajes de albumen de 1-10% ($32,6(2,5\%)$) que a 10-20% ($24,8(3,8\%)$). Esta diferencia es posible se deba al efecto del proceso de maduración sobre el contenido de los compuestos antioxidantes (Badui, 1994).

Cuadro 26. Resultados de la evaluación de la capacidad de inhibición del radical ABTS^{°+} por el agua de coco.

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	INHIBICIÓN (%)
Amarillo	1-10	31,0(2,1b
	10-20	21,5(1,9c
Verdee	1-10	34,2(1,8a
	10-20	28,1(0,7ab

Los valores representan (promedios(DS). Los datos provienen del experimento (n=3) Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p < 0,05$).

c. Capacidad de inhibición del radical hidroxilo (desoxirribosa)

Los resultados de la evaluación de la capacidad de inhibir radicales hidroxilo se observa en el cuadro 27. Los resultados indican que la variedad verde con 1-10% de albumen proveyó una capacidad de inhibición mas eficiente ($p<0,05$) que los demás tratamientos en estudio. Esta capacidad es posible se deba a la acción de la vitamina C por su habilidad de reaccionar con los radicales superóxido, hidroxilo y perhidroxilo (Beyer, 1994).

Cuadro 27. Resultado de la evaluación de la capacidad de inhibición del radical hidroxilo por el agua de coco

VARIEDAD	ALBUMEN (%)	INHIBICIÓN (%)
Amarillo	1-10	76,7(1,3b)
	10-20	75,2(1,3b)
Verdee	1-10	87,4(2,0a)
	10-20	76,4(3,4b)

Los valores representan (promedios(DS). Los datos provienen del experimento (n=3) Valores en una misma columna con superíndices diferentes son significativos ($p<0,05$).

Los valores obtenidos para inhibir los radicales hidroxilo difieren de los obtenidos para inhibir DPPH y ABTS^{o+}. Esta diferencia puede ser explicado por los mecanismos químicos que envuelven éstas pruebas y las propiedades químicas diferentes de los radicales (Yu *et al.*, 2002)

La mayor capacidad de secuestro de radicales se evidenció sobre los radicales DPPH, seguido por el radical hidroxilo y finalmente el ABTS^{o+} Este comportamiento posiblemente se deba a que el método DPPH es

más sensible, y es afectado fuertemente por la estructura de los componentes fenólicos (Halliwell, 1984).

Wang y Jiao (2000), reportaron un comportamiento similar cuando investigaron la capacidad secuestrante de los frutos de zarzamora, mirtillo, arándano agrio, frambuesa y fresa, usando radicales hidroxilo, radicales superóxido y otras especies reactivas del oxígeno.

D. Caracterización físico química y actividad antioxidante promedio del agua de coco por variedad

Cuadro. 28. Valores promedio obtenidos en la caracterización físico química y actividad antioxidante del agua de coco

COMPONENTES	Variedad Amarillo *	Variedad Verde *	Promedio**
Sólidos solubles (°Bx)	4,6	4,8	4,7
Densidad 25°C (g/cm ³)	1,017	1,019	1,018
pH (25°C)	5,25	5,25	5,25
Acidez (ml sol. N/100ml)	9,3	7,7	8,5
Humedad (%)	94,6	94,2	94,4
Ceniza (%)	0,53	0,44	0,48
Fibra (%)	0,12	0,28	0,20
Sólidos totales (%)	5,3	5,8	5,5
Carbohidratos (%)	4,5	4,9	4,7
Proteína (%)	0,2	0,19	0,19
Azúcar total (mg/100ml)	2,9	3,8	3,3
Azúcar reductor (mg/100ml)	2,1	3,1	2,6
Vitamina C (mg/100ml)	0,2	0,4	0,3
Polifenoles (mg AGE/100ml)	41,7	54,5	48,1
Fósforo (mg/100ml)	8,1	8,2	8,15
Sodio (mg/100ml)	6,6	6,2	6,4
Potasio (mg/100ml)	182,5	146,0	164,2
Calcio (mg/100ml)	5,8	4,0	4,9
Magnesio (mg/100ml)	1,3	1,1	1,2
Manganeso (mg/100ml)	0,21	0,27	0,24
DPPH (IC ₅₀ mg/ml)	420,5	318,5	369,5
ABTS (% inhibición)	26,2	31,1	28,7
Hidroxilo (% inhibición)	75,9	81,9	78,9

(*) Los valores representan promedios y provienen del experimento (n=6)

(**) Los valores representan promedios y provienen del experimento (n=12)

V. CONCLUSIONES

- En los análisis físicos realizados la variedad verde con 1-10 % de albumen mostró ser mejor obteniendo valores de sólidos solubles (6,1 °Bx), densidad (1,025 g/cm³), acidez (9,6 ml sol.N/100ml), y un pH de 5.
- La composición químico proximal entre los tratamientos fue variado siendo el contenido de humedad superior en los tratamientos con 10-20% de albumen (95,3% y 95,1%) para la variedad amarilla y verde respectivamente. La variedad amarilla con 10-20% de albumen fue superior en el contenido de cenizas (0,61%). El contenido de fibra mostró ser superior en la variedad verde con 1-10% de albumen 0,43%. Los carbohidratos fueron los mas representativos en la composición químico proximal mostrando valores de 5,2%, 3,8%, 5,7% y 4,2% para las variedades amarillo y verde con 1-10% y 10-20% de albumen respectivamente.
- El contenido de azúcares totales, azúcares reductores, vitamina C y polifenoles fue superior en la variedad verde con 1-10% de albumen con valores de 4,2; 3,5; 0,46 mg/100ml y 69,5 mg AGE/10ml respectivamente
- El contenido de magnesio, calcio y potasio fue superior en la variedad amarilla con 1-10% de albumen (1,4; 7,1 y 205 mg/100ml), obteniéndose valores iguales para el sodio (7,1 mg/100ml) en las dos variedades a este mismo contenido de albumen.
- El agua de coco procedente de la variedad verde con 1-10% de albumen fue el mas sensible contra los radicales libres en el siguiente orden DPPH, (IC₅₀ =252 mg/ml), hidroxilo (Inhibición =87,4%) y ABTS (Inhibición =34,2%).

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios sobre industrialización del agua de coco.
- Incentivar a los agricultores de la zona, la siembra de plantaciones de cocoteros.
- Incentivar a la población el consumo de agua de coco como una bebida rehidratante.
- Realizar estudios *in vivo* de las propiedades antioxidantes del agua de coco.
- Realizar estudios sobre el aprovechamiento de la cáscara de coco.
- Es recomendable consumir el agua de coco de la variedad verde con 1-10% de albumen por poseer esta una mayor actividad antioxidativa.
- Evaluar parámetros para la elaboración de una bebida electrolítica a partir del agua de coco.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- AGUILA, C. 1986 Estudio de conservación de yuca fresca por parafinado. Tesis Ing. Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María - Perú 128 p.
- AMES, B. M. SHIGUENA, M. K. HAGEN, T. M. 1993. Oxidants, antioxidants and the degenerative diseases of aging. *Patl. Acad. Sci. USA.* 90 p
- ANDERSON, D. PHILLIPS, B. 2001 Comparative in vitro and in vivo effects of antioxidants food. *Chem.. toxicol* 37: 1015 – 1025
- AOAC 1964 Official methods of análisis of AOAC (Association of Official Analytical Chemists) international; agricultural chemicals, foods, contaminants and drugs. ISED Gaithersburg Md. USA AOAC international. 1141 p.
- AOAC 1997 official methods of análisis of AOAC (Association of Official Analytical Chemists) international; agricultural chemicals, foods, contaminants and drugs. V1 y V2 Arlington: A.O.A.C. Inc., 2658 p
- AZCON-BIETO, J., TALON, M. 1996 ED. McGraw-Hill Interamericana de España Madrid 581 p.
- BADUI, S. 1984 Química de los alimentos Ed. Alambra S.A.. México 430 p
- BADUI, S. 1994 Química de los alimentos 3ª ed. Ed. Alambra mexicana S.A.. México 648 p
- BALBACHAS, A. 1998 Las frutas Ed. La verdad. Perú p. 158 – 165.
- BELITZ, H., GROSCH, W. 1998 Química de los alimentos Ed. Acribia S.A.. Zaragoza-españa 813 p.

- BENDICH, A. 1991. Beta carotene and immune response proc. Nut. 50:263-274.
- BEYER, R. 1994. The role of ascorbate in antioxidant protection of biomenbranes: interaction with vitamin E and coenzyme Q. J. Bioenerg. Biomembr. 26:349-358.
- BLANCO, S. 1998. Agua de coco [En línea]: FAO, (<http://www.fao.org>), documento 30 Mar. 2002
- BRAND, W.; CUVELIER, M.; BERSET, C. 1995 Use of free radical method to evaluate antioxidant activity Laboratoire de Chimie des Substances Naturelles Department Science Food ENSIA 1 Vol. 28:1:25-30
- BRAVERMAN, J. 1980 Introducción a la bioquímica de los alimentos Tercera edición. Ed. Omega S.A.. Barcelona 355 p
- CHILD, R. 1999 Corporación latinoamericana del cocotero. [En línea]: (<http://www.natural/colantico/74>), documentos, s.n.t.
- COSTE, R. 1969. El cocotero. Ed. Blume. Madrid-España. 1969 p.
- DENHAM, H. 1998. Los antioxidantes. [En línea]: (<http://www.juver.es/nutrición/artículos/antioxid>), documentos, s.n.t.
- DEVLIN, R. 1980 Fisiología vegetal Ed. Omega S.A.. Barcelona-España 516 p.
- DIPLOCK, A. 1991 Antioxidant nutrients and disease prevention and overview. Am J. Clin. Nutr 53: 93-189
- ELEJALDE, J. L. 2001 Oxidacion entre la vida y la enfermedad An Med. Interna 18 (1):1 – 4.

- ESPIN, J.; SOLER, C.; WICHERS, H.; GARCÍA, C. 2000. Anthocyanin based natural colorants: a new source of antiradical activity for foodstuff. *J. Agric. Food Chem.* 48:1588-1592.
- FENNEMA, o. 1993 *Química de los alimentos* Ed. Acribia S.A.. Zaragoza-España 1095 p
- GONZALES, C.; TORRES, M.; BETANCOURT, M.; ORTIZ, R. 2000. daño oxidativo y antioxidantes. *J. Biochem.* 25(1): 3-9.
- HALLIWELL, B. 1984. Antioxidants in human health and disease. *Annu. Rev. Nutr.* 16:33-50
- HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, M.; AROUNA, O. 1987. The deoxyribose method a simple "test-tube" assay for determination of rate constants for reactions of hydroxyl radicals analytical. *J. Biochem.* 165:215-219
- HART, F.; FISHER, H. 1991. *Análisis moderno de los alimentos*. Ed. Acribia. Zaragoza-España. 316 p.
- KATZ, F.; DONALD, E.; GIESEC, J. 2000 research trends in healthfel foods. *Food technology.* 54:10:45-52
- KIRK, R.; SAWYER, R.; EGAN, H. 1996 *Composición y análisis de alimentos de pearson segunda edición*. Ed. Continental S.A.. México 777 p
- LARRY, P.; BUTLER, G. 1997. Rapid visual estimation spectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. *J. Agric. Food Chem.* 25(6):1268-1273.
- LARSON, A. 1998. Nutraceuticals and functional food. Introduction and meaning. *J. Nutr.* 16(7/8):688-689.

- LEWIS, M. 1993 Propiedades físicas de los alimentos y de los sistemas de procesado Ed. Acribia S.A.. Zaragoza-España 494 p
- LOPEZ, L.; WITTIG, E.; BUNGER, A.; FUENZALIDA, R.; GIACCHERO, C.: SANTANA, R. 1994. Desarrollo y optimización de un jugo isotónico para deportistas. Archivos latinoamericanos de nutrición. 44(4):256-263.
- MAHAN, L. 1996 Sistema de información de recursos del pienso [En línea]: (<http://www.planta medicinal ./cocosnucifera/jpg>), documentos, s.n.t.
- MARTINEZ, J.; PERIAGO, M.; ROSS, G. 2000. Significado nutricional de los compuestos fenolicos de la dieta. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. 50(1):5-15.
- Mc CORD, J. 2000 the evolution of free radicals and oxidative stress. The American journal of Medicine Vol. 108. 650 p
- MINISTERIO DE AGRICULTURA. 1999. Plantas amazonicas. Perú p. 39 –48
- MORAN, V.; VINSON, H.; ZUBIK, L. 1997. Phenol antioxidant quantity and quality in foods: Vegetables. J. Agric. Food Chem. 46:3630-3634.
- MORTON, R. 2000. Nutrición y deporte. Ed. Acribia S.A. Madrid España. 160 p.
- MURRAY, L. 2001. Bioquímica de Harper. 15^{va} edición. Ed. Acribia S.A. Madrid España. 1528 p.
- PENHA, E.M. 1997. Características do coco verde para industrializacao da agua e da polpa gelatinosa. Eng. Alim. CTAA/EMBRAPA. XVI Congresso Brasileiro de Ciencia y Tecnología de Alimentos. p. 1105-1108.
- PIZARRO, 2001. Caracterización del latex de sangre de grado (*croton draconoides* Muell. Arg) de árboles de diferentes pisos ecológicos. Tesis

- Ing. En Industrias Alimentarias. Tingo María , Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 93 p.
- RE. B.; MURAKAMI, M.; YAMAGUCHI, T.; MATOBA, T. 1999. A comparative study on the various in vitro assays of active oxygen scavenging activity in foods. J. Food Sci. 67(2):539-541.
- REILLY, P.; BULKLEY, G. 1990 tissue injury by free radicals and other toxic oxygen metabolites J. Br. 77:24-35
- ROJAS, M. 1985. Fisiología vegetal aplicada. 3^{ra} edición. Ed. McGraw-Hill. México. 300p.
- SALISBURY, F.; ROSS, W. 1992 Fisiología de las plantas. Ed. Paraninfo S.A.. Madrid –España. 523 p
- SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J.; SAURA-CALIXTO, F. P. 1998. Procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. J. Sci. Food Agric. 76:270-276.
- SCHMIDL, M.; LABUZA, T. 2000. Essential of functional foods. Aspen publication Maryland USA 385 p.
- SIES, H, 1997 Antioxidants in disease mechanisms and therapy vol 38 USA Academic Press Inc. 293 p.
- SINGH, V.; GABY, S 1991 Premalignant lesions: Role of antioxidant vitamins and beta carotene in risk reduction and prevention of malignant transformation. Am J Clin Nutr 53:90-121
- SOTO, E. 1995 Coco nucífera L. [En línea]: (<http://www.guiaverde/arboles/cocosnucifera>), documentos, s.n.t.

- TAVARES, M.; CAMPOS, N.; NAGATO, L.; LAMARDO, L.; INOMATA, E.; CARVALHO, M.; ARAGAO, W. 1997 Estudo da composicao química da agua de coco-añao verde em diferentes estagios de maturacao XVI Congreso Brasileiro de Ciencia e Tecnología de Alimentos EMBRAPA-CPATC Instituto Lutz. p. 1262-1265
- THOMAS , M. 2000 The role of free radicals and antioxidants. J. Nutrition Vol. 16:7:716-718.
- TYLER, M. 1994. Ecología y medio ambiente. Ed. iberoamericana S.A. México. 341 p.
- VALENCIA, C. 1995 Fundamentos de fitoquímica Ed. Trillas S.A.. México D.F. 235 p
- VASCONCELLOS, A . 2000 Alimentos funcionales conceptos y beneficios para la salud. Institute Food Technology (IFT). California USA . 15 p
- WANG, S.; JIAO, H. 2000 Scavenging capacity of berry crops on superoxide radicals hydrogen, hydroxil radicals and singlet oxygen J. Agric. Food Chem. 48:5677-5684
- WONG, D. 1995. Química de los alimentos mecanismo y teoría. Ed. Acribia S.A. Zaragoza-España. 476 p.
- YAMAGUCHI, T.; TAKAMURA, H.; MATOBA, T.; TERAOKA, J. 1997. HPLC-method for evaluation of the free radical scavenging activity of foods by using 1,1- diphenyl-2-picrylhydrazyl. J. Food Sci. 35:1201-1204.
- YU, L.; PERRET, J.; DHABI, B.; WILSON, J.; MELBY, C. 2002. Antioxidant properties of cereal products. Food Chem. And Tox. 67:(7):2600-2603.

ZIELINSKI, H.; KOSLOWSKA, H. 2000 Antioxidant activity and total phenolics in select cereal grains and their different morphological fractions J. Agric. Food Chem. 48:2008-2016

VII. ANEXOS

A – I. Análisis de varianza de sólidos solubles.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.1008	0.1008	6.72	n.s
Albumen	1	9.5408	9.5408	636.06	**
Variedad x Albumen	1	2.0008	2.0008	133.39	**
Error	8	0.1200	0.0150		
Total	11	11.7625			

$R^2 = 0.9898$ C.V. = 2.6198 SEM = 0.1225 Promedio = 4.6750

A – II. Análisis de varianza de densidad.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.000005	0.000005	5.33	n.s
Albumen	1	0.000280	0.000280	280.33	*
Variedad x Albumen	1	0.000012	0.000012	12.00	**
Error	8	0.000008	0.000001		
Total	11	0.000300			

$R^2 = 0.9738$ C.V. = 0.0982 SEM = 0.0010 Promedio = 1.0182

A – III. Análisis de varianza del pH.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.0005	0.0005	0.30	n.s.
Albumen	1	0.5043	0.5043	282.79	*
Variedad x Albumen	1	0.0147	0.0147	8.24	*
Error	8	0.0143	0.0018		
Total	11				

$R^2 = 0.9733$ C.V. = 0.8059 SEM = 0.0422 Promedio = 5.2400

A – IV. Análisis de varianza de acidez.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.0800	0.0800	99.01	*
Albumen	1	0.4485	0.4485	554.89	**
Variedad x Albumen	1	0.0001	0.0001	0.16	**
Error	8	0.0065	0.0008		
Total	11	0.5352			

$R^2 = 0.9879$ C.V. = 3.3383 SEM = 0.0284 Promedio = 0.8517

A – V. Análisis de varianza de humedad.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.7203	0.7203	9.38	n.s.
Albumen	1	7.1456	7.1456	93.04	*
Variedad x Albumen	1	0.1776	0.1776	2.31	*
Error	8	0.6144	0.0768		
Total	11	8.6580			

$R^2 = 0.9290$ C.V. = 0.2935 SEM = 0.2771 Promedio = 94.4083

A – VI. Análisis de varianza de ceniza.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.0217	0.0217	3.57	n.s.
Albumen	1	0.0234	0.0234	3.86	n.s.
Variedad x Albumen	1	0.0184	0.0184	3.03	n.s.
Error	8	0.0485	0.0061		
Total	11	0.1120			

$R^2 = 0.5668$ C.V. = 15.9771 SEM = 0.0779 Promedio = 0.4875

A – VII. Análisis de varianza de fibra.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.0781	0.0781	62.16	**
Albumen	1	0.0929	0.0929	73.97	**
Variedad x Albumen	1	0.0348	0.0348	27.68	**
Error	8	0.0101	0.0013		
Total	11	0.2158			

$R^2 = 0.9534$ C.V. = 17.4456 SEM = 0.0354 Promedio = 0.2032

A – VIII. Análisis de varianza de sólidos totales.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.7203	0.7203	9.38	n.s.
Albumen	1	7.1456	7.1456	93.04	*
Variedad x Albumen	1	0.1776	0.1776	2.31	**
Error	8	0.6144	0.0768		
Total	11	8.6580			

$R^2 = 0.9290$ C.V. = 4.9561 SEM = 0.2771 Promedio = 5.5917

A – IX. Análisis de varianza de carbohidratos.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.5238	0.5238	6.65	n.s.
Albumen	1	0.3206	0.3206	80.28	*
Variedad x Albumen	1	0.0085	0.0085	0.11	**
Error	8	0.6299	0.0787		
Total	11	7.4826			

$R^2 = 0.9158$ C.V. = 5.9661 SEM = 0.2806 Promedio = 4.7031

A – X. Análisis de varianza de proteína.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.00005	0.00005	0.1	n.s.
Albumen	1	0.00005	0.00005	0.1	n.s.
Variedad x Albumen	1	0.00005	0.00005	0.1	n.s.
Error	8	0.00422	0.00053		
Total	11	0.00437			

$R^2 = 0.0357$ C.V. = 11.5999 SEM = 0.0230 Promedio = 0.1979

A – XI. Análisis de varianza de azúcares totales.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	2.3852	2.3852	47.45	*
Albumen	1	3.4669	3.4669	68.97	*
Variedad x Albumen	1	0.3367	0.3367	6.70	**
Error	8	0.4021	0.0503		
Total	11				

$R^2 = 0.9390$ C.V. = 6.6710 SEM = 0.2242 Promedio = 3.3608

A – XII. Análisis de varianza de azúcares reductores.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	2.9107	2.9107	55.64	*
Albumen	1	3.0301	3.0301	57.93	*
Variedad x Albumen	1	0.1657	0.1657	3.17	**
Error	8	0.4185	0.0523		
Total	11	6.5249			

$R^2 = 0.9359$ C.V. = 8.6660 SEM = 0.2287 Promedio = 2.6392

A – XIII. Análisis de varianza de vitamina C.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.0766	0.0766	69.88	**
Albumen	1	0.0421	0.0421	38.41	*
Variedad x Albumen	1	0.0034	0.0034	3.07	**
Error	8	0.0088	0.0011		
Total	11	0.1309			

$R^2 = 0.9330$ C.V. = 9.8097 SEM = 0.03312 Promedio = 0.3376

A - XIV. Análisis de varianza de polifenoles totales.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	494.08	494.08	32.68	*
Albumen	1	2563.76	2563.76	169.58	**
Variedad x Albumen	1	1.33	1.33	0.09	**
Error	8	120.95	15.12		
Total	11	3180.13			

$R^2 = 0.9629$ C.V. = 8.078 SEM = 3.888 Promedio = 48.133

A – XV. Análisis de varianza de fósforo.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.0408	0.0408	0.09	n.s.
Albumen	1	0.3008	0.3008	0.66	n.s.
Variedad x Albumen	1	0.0408	0.0408	0.09	n.s.
Error	8	3.62			
Total	11	4.0025			

$R^2 = 0.0956$ C.V. = 8.228516 SEM = 0.6727 Promedio = 8.1750

A – XVI. Análisis de varianza de sodio.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.0075	0.0075	0.08	n.s.
Albumen	1	8.8408	8.8408	93.06	**
Variedad x Albumen	1	1.5408	1.5408	16.22	**
Error	8	0.7600	0.0950		
Total	11	11.1492			

$R^2 = 0.931$ C.V. = 4.68 SEM = 0.308 Promedio = 6.59

A – XVII. Análisis de varianza de potasio.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	3996.75	3996.75	71.80	**
Albumen	1	4760.08	4760.08	85.51	**
Variedad x Albumen	1	80.08	80.08	1.44	**
Error	8	445.33	55.67		
Total	11	9282.25			

$R^2 = 0.9520$ C.V. = 4.5425 SEM = 7.46100976 Promedio = 164.2500

A – XIII. Análisis de varianza de calcio.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	9.72	9.72	8.18	*
Albumen	1	8.67	8.67	7.30	**
Variedad x Albumen	1	2.2533	2.2533	1.90	**
Error	8	9.5067	1.1883		
Total	11	30.1500			

$R^2 = 0.6847$ C.V. = 22.0224 SEM = 1.0901 Promedio = 4.9500

A – XIX. Análisis de varianza de magnesio.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	0.1408	0.1408	7.35	n.s.
Albumen	1	0.0075	0.0075	0.39	n.s.
Variedad x Albumen	1	0.0075	0.0075	0.39	n.s.
Error	8	0.1533	0.0192		
Total	11	0.3092			

$R^2 = 0.504043$ C.V. = 11.4574 SEM = 0.1384 Promedio = 1.2083

A – XX. Análisis de varianza de manganeso.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	9.020	9.02	0.03	n.s.
Albumen	1	425.256	425.256	1.457	**
Variedad x Albumen	1	8.060	8.060	0.027	**
Error	8	2.334	0.291		
Total	11	444.67			

$R^2 = 0.9948$ C.V. = 6.9693 SEM = 17.0807 Promedio = 245.0833

A – XXI. Análisis de varianza de DPPH.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	31361.1	31361.1	1906.19	**
Albumen	1	55705.8	55705.8	3385.91	**
Variedad x Albumen	1	39.53	39.53	2.40	**
Error	8	131.62	16.45		
Total	11	87238.06			

$R^2 = 0.9985$ C.V. = 1.0980 SEM = 4.0561 Promedio = 369.4200

A – XXII Análisis de varianza de ABTS.

FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	72.324	72.324	25.06	n.s.
Albumen	1	184.711	184.711	64.01	**
Variedad x Albumen	1	8.234	8.234	2.85	**
Error	8	23.084	2.886		
Total	11	288353			

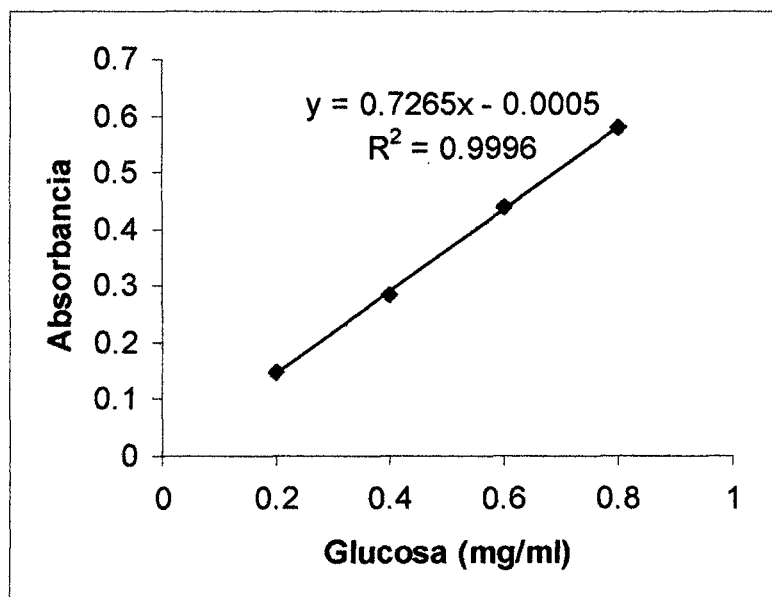
$R^2 = 0.9199$ C.V. = 5.9201 SEM = 1.6987 Promedio = 28.6933

A - XXIII. Análisis de varianza de desoxirribosa.

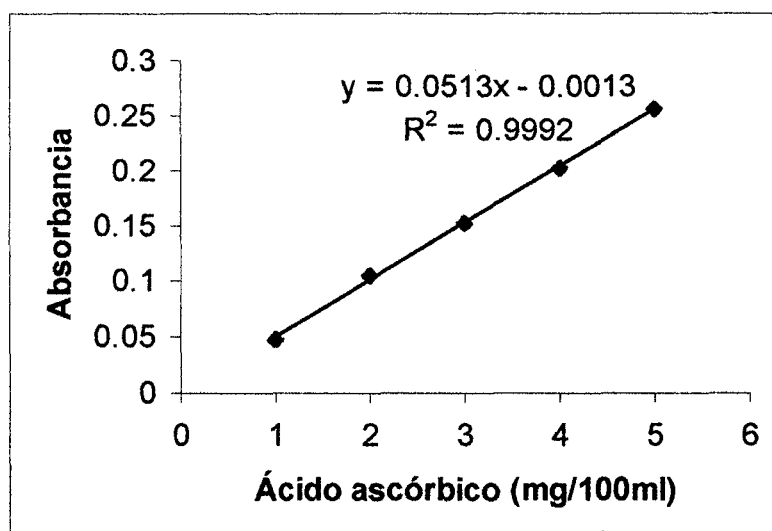
FUENTE	G.L.	S.C.	C.M.	F _c	Sig.
Variedad	1	66.74	66.74	14.6	*
Albumen	1	117.19	117.19	25.63	*
Variedad x Albumen	1	106.21	106.21	23.23	**
Error	8	36.57	4.57		
Total	11	326.71			

$R^2 = 0.8881$ C.V. = 2.7085 SEM = 2.1381 Promedio = 78.9417

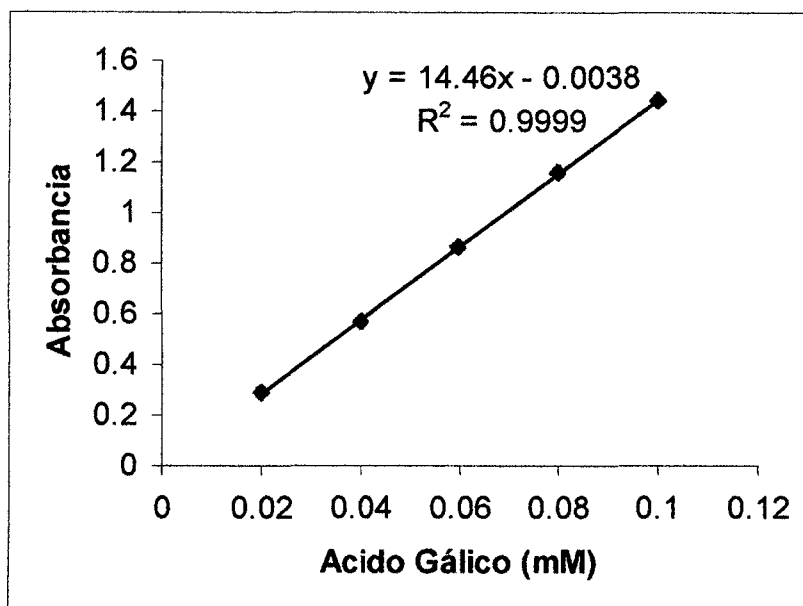
A – XXIV. Curva estándar para cuantificar azúcares.



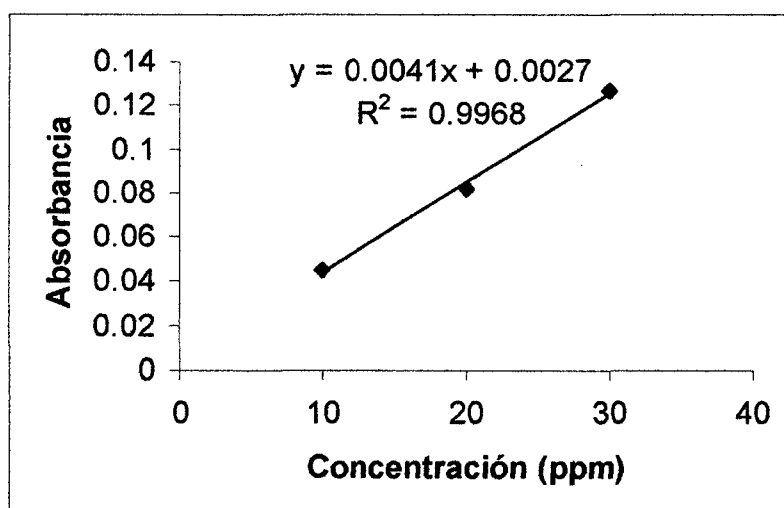
A – XXV. Curva estándar para cuantificar vitamina C.



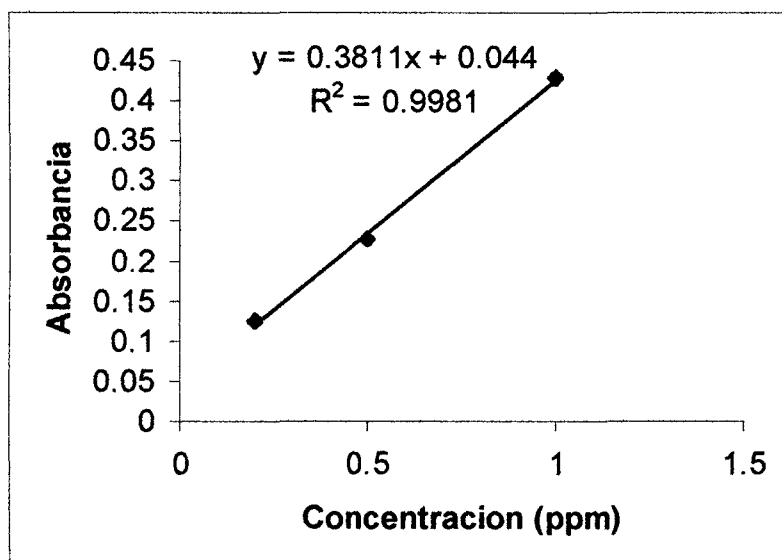
A – XXVI. Curva estándar para cuantificación de polifenoles.



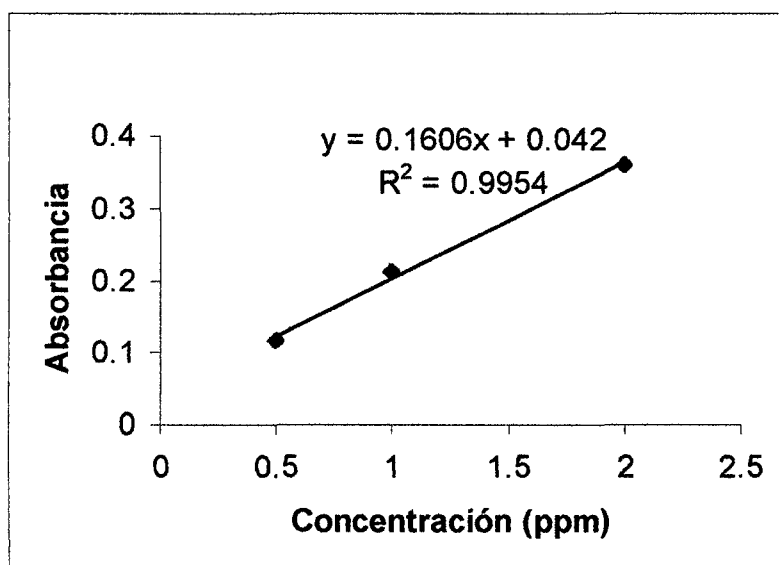
A – XXVII. Curvas patrón para la cuantificación de minerales



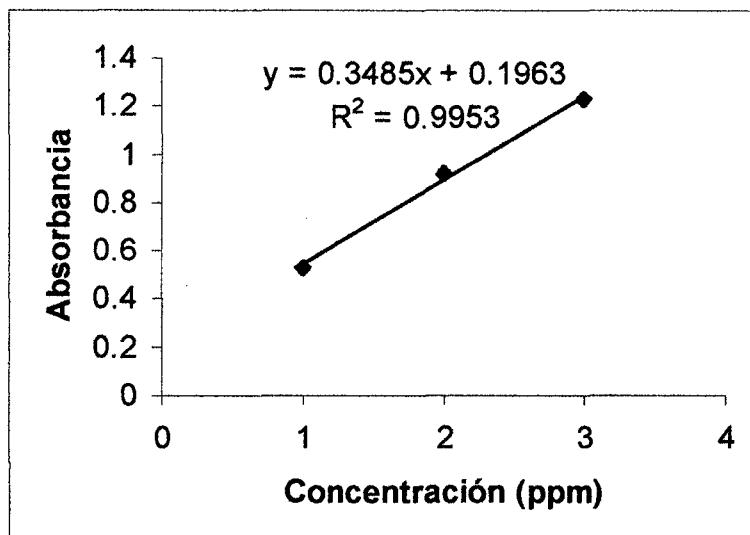
a. Curva patrón para el fósforo



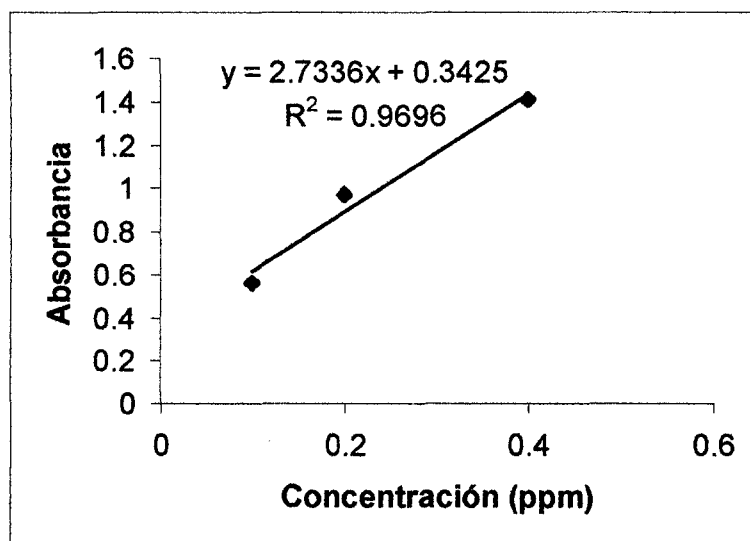
b. Curva patrón para el sodio



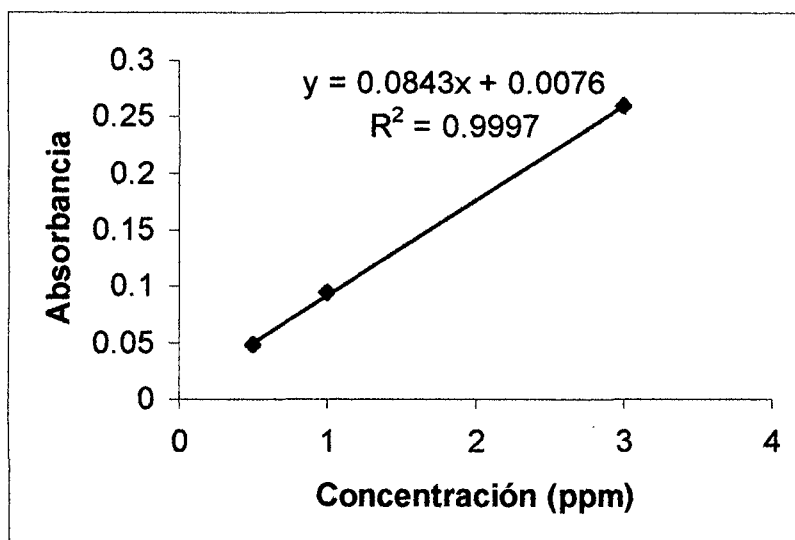
c. Curva patrón para el potasio



d. Curva patrón para el calcio



e. Curva patrón para el magnesio



f. Curva patrón para el manganeso