

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN

FACULTAD DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**Producción de Hojuelas Dulces y Saladas
a partir de Coco (Cocos nucifera L.)
En la Región San Martín**

TESIS

Para optar el título profesional de:

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Presentado por el Bachiller

Jorge Infante Bravo

Tarapoto — Perú

1,996



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN-TARAPOTO
Facultad de Ingeniería Agroindustrial

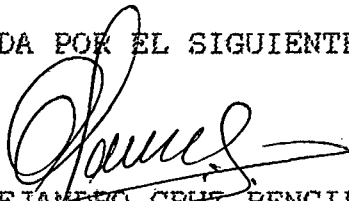
"PRODUCCION DE HOJUELAS DULCES Y SALADAS A PARTIR DE COCO
(Cocos nucifera L.) EN LA REGION DE SAN MARTIN


TESIS PRESENTADA PARA OPTAR EL TITULO DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

PRESENTADO POR:

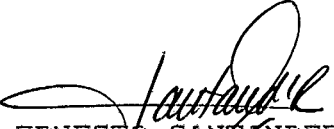
JORGE INFANTE BRAVO

SUSTENTADA Y APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:


ING. M.Sc. ALEJANDRO CRUZ RENGIFO
PRESIDENTE


ING. AMEL QUINTEROS G.
SECRETARIO


ING. M.Sc. OSCAR MENDIETA TABOADA
MIEMBRO


ING. ERNESTO SANTANDER RUIZ
PATROCINADOR

DEDICATORIA

A mi padre :

LUIS

A mi esposa :

MARILU

A mi hijo :

JORGE LUIS

AGRADECIMIENTO

- Al Ing. WILSON ERNESTO SANTANDER RUIZ. Patrocinador del presente trabajo de tesis.
- A la empresa SELVA INDUSTRIA S.A.. Por el apoyo prestado durante el desarrollo del presente trabajo.
- A los miembros de la FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, y a todas las personas que en forma anónima y desinteresada contribuyeron a la realización del presente trabajo de tesis.

II

2.2	DISTRIBUCION DEL CULTIVO DEL COCOTERO	11
2.2.1	Distribución del cocotero en San Martín	12
2.3	COMPOSICION QUIMICA DEL COCO	13
2.4	LOS PRODUCTOS DEL COCO Y SU UTILIZACION	13
2.4.1	El coco rallado	14
2.5	ANTECEDENTES DE TRABAJOS REALIZADOS	14
2.6	CONSIDERACIONES TECNICAS	15
2.6.1	Definición de hojuelas	15
2.6.2	Formulaciones de copos de coco	15
2.6.2.1	Características del coco rallado	16
2.6.2.2	El azúcar	16
2.6.2.2.1	Selección de un azúcar	17
2.6.2.3	Sal	17
2.6.2.3.1	Propiedades analíticas	18
2.6.2.3.2	Normas legales	18
2.6.2.3.3	Acción contra los microorganismos.	18
2.6.2.3.4	Otras aplicaciones	18
2.6.2.3.5	Acciones secundarias	19
2.6.2.4	Antioxidantes	19

III

2.6.3	Especificaciones generales para el coco desecado	19
2.6.3.1	Humedad	20
2.6.3.2	Acidos grasos libres	20
2.6.3.3	pH	20
2.6.3.4	Color	20
2.6.3.5	Olor y sabor	20
2.6.3.6	Tacto	20
2.6.4	Características microbiológicas	21
2.7	LA ADSORCION EN LOS ALIMENTOS	21
2.8	SECADO	24
2.8.1	El aire, el medio secador	25
2.8.2	Secadores de cabina, bandejas o compartimientos	26
2.9	PARDEAMIENTO NO ENZIMATICO	26
2.9.1	Efectos desfavorables	27
2.9.2	Efectos favorables	27
2.9.3	Factores que influyen en el pardeamiento no enzimático	27
2.9.3.1	El pH	27
2.9.3.2	La temperatura	28
2.9.3.3	Naturaleza de los azúcares reductores	28

IV

2.10	ENVASADO-ALMACENADO	28
2.11	EVALUACION SENSORIAL	29
	2.11.1 Selección, entrenamiento y conducción del panel sensorial	29
	2.11.1.1 Selección y entrenamiento	29
	2.11.1.2 Conducción del penal	30
3.	MATERIALES Y METODOS	32
3.1	MATERIA PRIMA	32
3.2	MATERIALES Y EQUIPOS	32
	3.2.1 Materiales	32
	3.2.2 Equipos	33
3.3	ANALISIS QUIMICOS	34
	3.3.1 Análisis químicos proximal	34
	3.3.2 pH	35
	3.3.3 Índice de acidez	35
	3.3.4 Azúcares	35
	3.3.5 Azúcares reductores	36
	3.3.6 Cloruro de sodio	36
3.4	ANALISIS FISICOS	36
	3.4.1 Muestreo lote de frutos del coco	36
	3.4.2 Granulometría	36
	3.4.3 Isotermas de adsorción	36

3.5	ANALISIS MICROBIOLOGICOS	37
3.6	EVALUACION SENSORIAL	37
3.7	METODOLOGIA EXPERIMENTAL	39
3.7.1	Flujo preliminar de operaciones de campo	39
3.7.1.1	Recolección	39
3.7.1.2	Desfibrado	39
3.7.1.3	Almacenado	39
3.7.2	Flujo preliminar de operaciones de planta	40
3.7.2.1	Selección	40
3.7.2.2	Pesado	40
3.7.2.3	Pre-cocción	40
3.7.2.4	Descasque	41
3.7.2.5	Mondado	41
3.7.2.6	Lavado	41
3.7.2.7	Blanqueado	41
3.7.2.8	Rallado	42
3.7.2.9	Prensado	42
3.7.2.10	Secado 1	42
3.7.2.11	Formulación de las soluciones	42
3.7.2.12	Mezclado	43
3.7.2.13	Secado 2	43
3.7.2.14	Enfriado	43
3.7.2.15	Envasado	43
3.7.2.16	Almacenado	44
3.7.2.17	Transporte	44

VI

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES	46
4.1 CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA	46
4.2 OPERACIONES DE CAMPO	48
4.2.1 Recolección	48
4.2.2 Desfibrado	48
4.2.3 Almacenado	48
4.3 OPERACIONES DE PLANTA	49
4.3.1 Selección	49
4.3.2 Pesado	50
4.3.3 Pre-cocción	50
4.3.4 Descasque	52
4.3.5 Mondado	52
4.3.6 Lavado	53
4.3.7 Blanqueado	53
4.3.8 Rallado	53
4.3.9 Prensado	53
4.3.10 Secado 1	54
4.3.11 Formulación de las soluciones	57
4.3.12 Mezclado	58
4.3.13 Secado 2	60
4.3.13.1 Etapa de Evaporación	60
4.3.13.2 Etapa final o dorado	60

VII

4.3.14 Enfriado	63
4.3.15 Envasado	64
4.3.16 Almacenado	64
4.3.17 Transporte	65
4.4 BALANCE DE MASA	67
4.5 ANALISIS QUIMICOS	68
4.6 ANALISIS FISICOS	69
4.6.1 Determinación del valor de la Monocapa	69
4.6.2 Granulometría	70
4.7 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS	72
4.8 EVALUACION SENSORIAL	73
5. CONCLUSIONES	77
6. RECOMENDACIONES	81
7. BIBLIOGRAFIA	82
8. ANEXOS	85

VIII

INDICE DE CUADROS

Nro.		PAGINA
1	Composición del coco variedad gigante	9
2	Composición del coco variedad enana	10
3	Areas cultivadas y producción nacional de cocos (1.965-1.979).	11
4	Distribución de cocoteros híbridos PB-121 sembrados en la Región San Martín.	12
5	Composición química del coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), contenido en 100 gr. de parte comestible.	13
6	Composición calculada de los copos de coco	16
7	Composición porcentual del coco rallado en 100 grs.	16
8	Actividad de agua mínima en el crecimiento de microorganismos	22
9	Composición del coco (<u>Cocos nucifera</u> L.) variedad híbrido PB-121.	46
10	Análisis químico proximal del coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121.	47
11	Porcentaje de nueces desechadas en selección.	50

12	Comportamiento de nueces de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.) Variedad Híbrido PB-121 tratadas a diferentes tiempos de precocción (Presión=50 lb/pulg. ² y temperatura = 147°C).	51
13	Análisis proximal de las hojuelas secas de coco (<u>cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121.	58
14	Tiempo de mezclado de las hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 con las soluciones azucaradas y salinas.	59
15	Resultado del secado de hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	63
16	Control de humedad y acidez durante el almacenamiento de las hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	65
17	Balance másico por proceso, en la elaboración de hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	67
18	Composición calculada de hojuelas de coco (<u>cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	68
19	Análisis químico proximal de hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	68

X

20	Análisis granulométrico realizado en hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	70
21	Control microbiológico de las hojuelas de coco, (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	72
22	Análisis de varianza de las evaluaciones organolépticas de hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces.	73
23	Prueba de Tuckey de la evaluación organoléptica de las hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces.	74
24	Análisis de varianza de las evaluaciones organolépticas de las hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 saladas.	75
25	Prueba de Tuckey de la evaluación organoléptica de las hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 saladas.	75

XI

INDICE DE FIGURAS

Nro.		PAGINA
1	Velocidad de alteración de los alimentos en función a la actividad de agua.	23
2	Flujograma preliminar de operaciones de campo	44
3	Flujograma preliminar para la elaboración de hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.) variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	45
4	Flujograma definitivo de operaciones de campo.	49
5	Tiempo de secado de hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121.	55
6	Tiempo de mezclado de las hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 con soluciones azucaradas y saladas.	56
7	Condiciones del secador en la producción de hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	62
8	Flujograma definitivo de elaboración de hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	66
9	Isotermas de adsorción de hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.), variedad híbrido PB-121 dulces y saladas.	71

XII

INDICE DE ANEXOS

Nro.		PAGINA
1	Evaluación estadística del atributo color	86
2	Distribución de equipos de la planta de coco.	88
3	Cálculo del valor de la Monocapa.	89
4	Análisis Granulométrico de hojuelas de coco (<u>Cocos nucifera</u> L.) variedad híbrido PB-121 dulce.	90
5	Formato de la Prueba de Escala Hedónica	91
6	Formato de Evaluación sensorial, método prueba triangular	92
7	Resultado del ensayo triangular, en la operación de descasque, tratados a diferentes tiempos de precocción (presión = 50 Lb/pulg ² y temperatura = 147 °C)	93

RESUMEN

El presente trabajo trata de la elaboración de hojuelas de coco Dulces y Saladas, utilizando la variedad Híbrido PB-121 (cocos nucifera L.), su posterior almacenamiento y transporte.

Las muestras obtenidas presentan las siguientes características: Hojuelas dulces; humedad 0.79 %, grasas 52.70%, proteínas 6.10%, carbohidratos 35.69%, minerales 0.85%, fibra 3.87%; mientras que las hojuelas saladas presentan la siguiente composición: humedad 0.90%, grasas 62.83%, proteínas 6.78%, carbohidratos 22.27%, minerales 2.30%, fibra 4.92%, azúcares reductores no presenta en ambas muestras.

Se determinó para ello los parámetros óptimos de flujo de procesamiento; control durante y después del tiempo de almacenamiento.

Las etapas de proceso implica las siguientes operaciones: selección, precocción, descasque, mondado, lavado, blanqueado, rallado, prensado, primer secado, preparación de soluciones, mezclado, segundo secado, enfriado, envasado, almacenado y transporte.

En cuanto al almacenamiento, tanto las hojuelas dulces y saladas no sufren incrementos de humedad, manteniéndose en niveles por debajo del 1%, lo cual nos garantiza el buen empaque utilizado y su estabilidad en cuanto al contenido de acidez esto garantiza la calidad del producto y la efectividad del antioxidante utilizado.

XIV

Respecto a la prueba de preferencia practicada tanto para las hojuelas dulces y saladas se puede afirmar que muestras con contenido de azúcar de 60% y 0.5% sal y muestras con contenido de sal de 3% y 5% de azúcar tenían la mayor preferencia respectivamente.

Además de las evaluaciones de estabilidad y preferencia practicadas en las muestras de hojuelas de coco dulces y saladas se caracterizó mediante análisis físicos y químicos como rendimiento, determinación del valor de la monocapa, análisis granulométrico y pruebas microbiológicas.

1. INTRODUCCION

Uno de los grandes problemas de los países en vías de desarrollo, es la dependencia económica y tecnológica ante las grandes potencias.

El Perú no escapa de esta problemática, siendo en el aspecto alimentario dependiente de muchos productos agroindustriales que sirven para cubrir necesidades protéicas y calóricas de diversos estratos poblacionales.

La Región San Martín presenta un gran potencial de frutas tropicales, con grandes posibilidades de aprovechamiento agroindustrial entre los que se encuentra el cocotero, palmera que por muchos años no ha sido aprovechada integralmente y en forma tecnificada, si no, en forma artesanal; es por ello que se ha escogido el Coco (Cocos nucifera L.), híbrido PB-121, como materia prima para su estudio e industrialización y presentación como hojuelas secas, dulce y saladas.

Es a través de la empresa privada que se da impulso a la promoción y ventas de plantones de coco híbrido PB-121 y posterior industrialización de la nuez, utilizando tecnología propia y eficiente que garantice buena calidad de productos presentado en forma de hojuelas secas, dulces y saladas para su consumo directo con alto contenido calórico.

La finalidad del presente trabajo es lograr los siguientes objetivos:

- Determinar y evaluar las etapas del proceso que permitieron la elaboración de hojuelas de coco dulces y saladas.
- Evaluar el comportamiento de las hojuelas empacadas, durante el almacenamiento.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 CARACTERISTICAS GENERALES.

2.1.1 Aspectos Botánicos

El cocotero (Cocos nucifera L.) es una palma esbelta que alcanza más de 30 metros de altura. Posee un tallo liso y de color gris claro que arranca de una base hinchada y termina en una preciosa copa verde de largas hojas pinnadas con copiosos racimos de nueces que salen de las axilas de las hojas.

Pertenece a la familia de las Palmae, dentro de la tribu de los Cocoidae, es la única especie en este género que incluyen más de 60 especies, casi todas ellas de América Central y Sur. Según los estudios Taxonómicos y las investigaciones sobre la anatomía monocotiledónica resulta que esta variedad es monotípica. Sin embargo, se reconocen diferentes variedades y cultivares. Todas ellas caben en dos grupos, las variedades Altas de cocoteros y las Enanas.

En términos botánicos rigurosos, el cocotero no es un árbol. Su tronco se denomina estípite, no tiene una auténtica corteza, ni ramas, ni tejido vascular o desarrollo secundario, rasgos característicos de los árboles de las gimnospermas y dicotiledóneas. Como planta monocotiledónea, es más afín al bambú, OHLER (23).

2.1.2 Morfología

2.1.2.1 El Tallo o estípite

EL cocotero suele tener estípite único, pero en ocasiones pueden encontrarse tallos ramificados. Se sugiere que el daño a la punta del crecimiento pueda ser la causa de las ramificaciones.

El estípite se desarrolla partiendo de la yema terminal, durante los primeros años de la germinación sólo se forman internudos muy cortos del que brotan las raíces adventicias. Sólo cuando el tronco ha llegado a su pleno grosor aumenta su alargamiento y sale del suelo. La primera fase dura uno o dos años en los cocoteros enanos, tres en los híbridos enanos-altos y cuatro para los altos.

El tronco no tiene cambio exterior y las heridas y tajos que se produzcan seguirán siendo visible y se mantendrán mientras viva la planta.

El estípite puede decir algo sobre la historia de la palma. Si su crecimiento es en condiciones poco favorables, por ejemplo graves sequías, mal nutrición o ataque de plagas, la parte del tronco formado durante ese período se estrecha y si mejora estas condiciones podrá recuperar su diámetro original, **OHLER (23)**.

2.1.2.2 Las raíces

EL cocotero, como plantamonocotiledónea, no posee raíz principal. Desde la fase inicial de la formación de la raíz en la germinación, se desarrollan raíces adventicias partiendo de la base del tallo y se producen sin interrupción raíces que salen de la misma base, **OHLER (23)**.

Según FREMOND (12), se clasifican en raíces de primer y segundo orden, las primeras tienen un diámetro que no excede de 1 centímetro y se sitúan entre 5 y 10 metros. Son absorbentes y están detrás de la cofia y los de segundo orden, son verdaderos órganos de absorción, formando un amasijo desarrollado de raíces.

Las raíces no tienen pelos absorbentes, tienen órganos neumatóforos cuya función es el intercambio gaseoso.

2.1.2.3 Las hojas

Corona habitualmente el tronco de un cocotero adulto, tiene una forma perfectamente oval, saliendo las hojas en ángulos diferentes y en todos los sentidos.

El número de hojas desplegadas varía entre 30-40 según la variedad del cocotero y condiciones donde crece. La hoja de una palmera madura puede llegar a tener una longitud de 6-7 metros, con un peso 10-20 kilogramos, con una superficie foliar total de unos 7-8 metros cuadrados, OHLER (23).

2.1.2.4 Las flores

La edad en que un cocotero comienza a florecer, es característica genética o condiciones de crecimiento, en situaciones favorables, las palmeras enanas comienzan a florecer al tercer año después de la germinación los híbridos al cuarto año y las palmeras altas del quinto al séptimo año, OHLER (23).

Según FREMOND (12), el cocotero es una planta monoica, es decir, con órganos sexuales en flores distintas pero sobre el mismo individuo, las flores masculinas y femeninas están reunidas en una misma inflorescencia.

Justamente antes de la floración, la inflorescencia presenta una gran bráctea oblonga, o "espata" que encierra la espádice y las flores, ésta mide alrededor de 1.20 metros de largo y 15 a 16 centímetros de diámetro en su parte más ancha. Cuanto más ancha e hinchada da más nueces.

2.1.2.5 Desarrollo del fruto

Según OHLER (23), el fruto del cocotero no es una nuez real sino una drupa. Para su pleno desarrollo desde la fructificación, hace falta aproximadamente un año.

El óvulo fecundado desarrolla en fruto, primero crecen la cáscara y el casco en tamaño, no en espesor, la cavidad del sáculo está llena de líquido. A los cuatro meses, la cáscara y el casco van adquiriendo mayor espesor.

A los seis meses comienza a formarse el endosperma sólido contra la pared interior de la cavidad, empezando por el ápice y extendiéndose luego al final del pedúnculo.

En esta etapa el endosperma es una capa delgada y gelatinosa fácilmente desprendible con una cuchara u otro objeto similar. A los ocho meses, el casco comienza a endurecerse y a cobrar un color pardo oscuro. Al propio tiempo, aumenta el volumen de la nuez y su peso.

Cuando se aproxima la maduración, el endosperma se endurece y adquiere un color blanco, y está cubierto por fuera por una testa oscura firmemente adherida. En esa fase, el endosperma sólo puede extraerse de la nuez empleando un cuchillo duro y aplicando una gran presión.

El fruto madura en unos 12 meses, a veces algunas variedades necesitan 13 meses y otros 11 meses. según FREMOND (12), el crecimiento en volumen de la nuez termina en el momento en que empieza la fase organizada del albumen. Dando un valor de 100 a la copra de las nueces de coco maduro de 12 meses.

- A los 8 meses : 32.5% de copra formada
- A los 9 meses : 55.7% de copra formada
- A los 10 meses : 77.7% de copra formada
- A los 11 meses : 94.1% de copra formada

2.1.2.6 Los Frutos

El fruto del cocotero es una drupa menosperma; es decir, que encierra un hueso rodeado de un endocarpio y de un mesocarpio carnoso. El color, la forma, el grosor del fruto cambian con la variedad.

En el cocotero común la nuez madura pesa alrededor de 1 a 1.5 kilogramos, de forma ovoide, ligeramente angulosa, su volumen medio de 4 a 5 litros.

El fruto tiene:

- Epidermis lisa y cerosa.
- Mesocarpio fibroso castaño.
- Endocarpio leñoso negruzco, muy duro o "cascota" que presenta tres costillas longitudinales saliente.

La semilla caracteriza por su:

- Tegumento seminal, fina película, castaño - rojiza adherida fuertemente a la cáscara.
- Albumen blanquecido brillante de 1 a 2 centímetros de espesor.

- Líquido opalescente llamado agua de coco, 3/4 parte de una gran cavidad central.
 - Embrión derecho, alojado en el albumen bajo uno de los poros germinativos de la nuez.
- FREMOND (12).

2.1.3 Variedades

Según OHLER (23), mientras no exista una clasificación definitiva, deben evitarse los nombres latinos de variedades. En cambio, los cocoteros pueden dividirse en tres grupos, altos, enanos, intermedios, conteniendo cada grupo una serie de variedades.

Híbridos, cuando se habla de hibridación son referidos al cruce de palmeras enanas y altas. Después de los primeros resultados que se demostraron muy prometedores, la producción de híbridos de altos rendimientos es la aspiración principal de los genetistas.

2.1.3.1 Variedades cultivadas en el Perú

En el país la variedad predominante es la gigante, alcanza el 90% del área total sembrada, mientras la variedad enana alcanza el 10% y es de reciente introducción, especialmente en la selva peruana (San Martín y Loreto).

2.1.3.1.1 Variedad gigante

Se caracteriza por su estípote, no ramificado y recto de 25 a 30 metros. En condiciones favorables una plantación de cocotero gigante florece al 42 año dando los primeros racimos al 52 año, la producción comercial empieza a partir del 92 año.

De acuerdo a la información estadística los rendimientos del cocotero en el país son los siguientes:

- TUMBES : 16.50 TM/H.
- PIURA : 15.37 TM/H.

A partir del año 50 la producción comienza a disminuir. El Instituto de Investigaciones Agroindustriales (IIA), en un análisis efectuado determinó la composición siguiente:

Cuadro 1: COMPOSICION DEL COCO VARIEDAD GIGANTE

componentes	Peso (gre.)	Porcentaje en relación a	
		Coco con fibra	Coco sin fibra
Coco con fibra	1,600	100.0	---
Fibra	404	25.3	---
Coco sin fibra	1,196	74.7	100.0
Agua	223	13.9	18.6
Cáscara	240	15.0	20.0
Almendras frescas	733	45.8	61.3
Copra	227	17.3	23.2
Aceite	172	10.7	14.4
Porcentaje aceite en copra		62.0	

FUENTE: INP, UNI, BID, (17).

2.1.3.1.2 Variedad Enana

Esta variedad constituye palmas de pequeñas altura, variando de 3 a 7 metros.

Las plantaciones de cocotero enano, en condiciones favorables, inician su producción a partir del 4to. año, siendo a partir del 7mo. año, en el que se obtiene una producción comercial. Los rendimientos promedio del cocotero enano en el Perú (Tarapoto) alcanzan las 17.2 TM/Ha. Del análisis físicos realizado por el IIA en cocos enanos, procedente de Piura se a determinado los siguientes resultados:

Cuadro 2: COMPOSICION DEL COCO VARIEDAD ENANA

Componentes	Peso (grs.)	Porcentaje en relación a	
		Coco con fibra	Coco sin fibra
Coco con fibra	846.5	100.0	---
Fibra	305.2	36.0	---
Coco sin fibra	541.3	64.0	100.0
Agua	113.3	13.4	20.8
Cáscara	134.0	15.8	24.9
Almendra fresca	294.0	34.7	54.3
Copra	162.5	19.2	30.0
Aceite	91.6	10.8	16.9
Porcentaje aceite en copra		64.0	

FUENTE: INP, UNI, BID, (17).

2.1.3.1.3 El cocotero híbrido PB-121

El híbrido PB-121 es el producto del cruzamiento de un enano amarillo de tipo malayo (EAM)X el cocotero Grande Oeste Africano (GOA). El I.R.H.O se creó en 1.960 en Costa de Marfil y allá se sembraron los primeros árboles en 1.962.

La precocidad del PB-121 es intermedia entre sus dos genitores, el enano amarillo, muy temprano, y el Grande Oeste Africano, relativamente tardío:

- La floración empieza a los 28 a 48 meses después de la siembra.
- El inicio de producción se da a los 3.5 años de acuerdo a las condiciones ecológicas.

La producción:

- Alto número de nueces/árbol: de 100 a 150.
- Poca copra/nuez: de 200 a 210 g.
- Alto contenido de aceite: 69.2%.
- Porcentaje de fibra mediano: 34%.
- Altos porcentajes de copra/fruto (20.5) y copra fruto sin agua (25.0).

El PB-121 es el cocotero que goza de la mayor difusión en el mundo, en la actualidad 43 países lo están probando o utilizando en su programas de plantación, entre ellos se encuentra el Perú (San Martín), I.R.H.O (18).

2.2 DISTRIBUCION DEL CULTIVO DE COCOTERO.

El cocotero es uno de los árboles cultivados más extendidos en el mundo, encontrándose en todas las regiones tropicales del globo, dedicándosele anualmente nuevas superficies.

En el mundo existen de 4'500,000 a 5'000,000 de has, cultivadas de cocotero, encontrándose las áreas más importantes en Filipinas, India, Indonesia y Ceilán.

En Latino América como principales productores tenemos a México con 85,000 has., Brasil con 80,000 Has., Trinidad de Tobago con 24,000 Has. y Jamaica con un área aproximada de 50,000 Has. En el Perú las áreas productoras se encuentran distribuidas en la zona Norte, departamentos de Piura, Tumbes y la Región San Martín principalmente, estimándose un extensión total cercana a las 540 Has. con una producción anual de 8,220 TM. según la Estadística Agraria, de los cuales la mayor parte es destinada al consumo directo fresco, INP, UNI, BID, (17).

Cuadro 3: AREA CULTIVADAS Y PRODUCCION NACIONAL DE COCOS (1965-1979)

AÑOS	1965		1970		1975		1977		1978		1979	
	Ha.	TM.	Ha.	TM.	Ha.	TM.	Ha.	TM.	Ha.	TM.	Ha.	TM.
PIURA	450	6750	580	9454	255	3647	580	8120	600	9600	628	11304
TUMBES	85	1105	80	1360	20	400	2	36	2	36	2	38
SAN MARTIN	80	720	155	2480	160	3045	150	2850	150	2850	150	2850
LORETO	--	--	18	150	22	330	50	500	50	500	70	700
RESTO DEL PAIS	80	813	38	393	86	989	82	926	82	915	82	862
TOTAL NACIONAL	695	9338	871	13827	543	8411	864	13901	884	13901	932	15754
REND.NAC TM/Ha	13.50		15.87		15.53		14.39		15.73		16.90	

FUENTE : Oficina Sectorial de Estadística. 1992 - Ministerio de agricultura y Alimentación (22).

2.2.1 Distribución del cocotero en San Martín.

Según INP, UNI, BID.(1) , proyectó para el año 1,990 la cantidad de 253 hectáreas de cocotero de la variedades enana y gigante, con una producción de 3'846 TM. Y un rendimiento de 15.2 TM/h.

En la Región San Martín a partir del año 1,982 se empezó a sembrar una nueva variedad de cocotero, los Híbridos PB-121, estos traídos en primer lugar de Costa de Marfil y luego en 1,991 de Indonesia.

Cuadro 4: DISTRIBUCION DE COCOTERO HIBRIDO PB-121 SEMBRADOS EN LA REGION SAN MARTIN.

PRODUCTOR	HECTARIAS SEMBRADAS
Selva Industria S.A.(1)	39.50
Selva Industria S.A.	3.00
Wildoro Restegui Rios	11.07
Cesar Saldaña Vásquez	1.04
Octavio Najar Chumbe	1.87
I.S.T.Nor Oriental de la Selva	10.66
Willians Salas	20.13
Oscar Cubas	10.67
Manuel Villareal	5.27
Luis del Aguila Bartra	6.60
Otros	2.61
TOTAL SEMBRADO	112.42

FUENTE: Informe Final de venta de plántones de Selva Industria S.A. (27).

(1) Area sembrada en producción.

2.3 COMPOSICION QUIMICA DEL COCO.

Cuadro 5: COMPOSICION QUIMICA DEL COCO (Coco nucifera L.)
CONTENIDO EN 100 GRANOS DE PARTE COMESTIBLE.

COMPONENTES	CANTIDADES (grs)
Calorias	286.00
Humedad	56.40
Proteinas (6.25)	3.40
Grasa	28.10
Carbohidratos	10.80
Fibra	2.30
Cenizas	1.30

FUENTE: Ministerio de Salud-Instituto de Nutrición. Tabla de la Composición de los Alimentos Peruanos (4).

2.4 LOS PRODUCTOS DEL COCO Y SU UTILIZACION

El coco representa, para el hombre, una fuente de numerosos productos de gran utilidad, especialmente en el terreno alimenticio. Algunos juegan un importante papel en la economía mundial; otros tienen solamente interés local.

En primer lugar tenemos el consumo del albumen fresco, la extracción de aceite de copra y subproducto la pasta de copra y el coco rallado. Las envolturas de nuez de coco producen las fibras de diferente utilidad en industria textil.

Entre otros productos diversos de coco tenemos: el carbón activado de las cáscaras, como bebida refrescante el agua de coco y producto de la savia de la inflorescencia (jarabe y azúcar de coco, bebida alcohólicas y vinagre), FREMOND (12).

2.4.1 EL coco rallado.

El coco desecado es el endosperma desintegrado y seco del coco. Se produce a base del endosperma fresco. La testa parda se monda y el endosperma blanco se lava y pasteuriza.

Luego se raja y muele en pequeñas partículas como si fuera harina. El endosperma desmenuzado se deseca totalmente con un sistema de secadores calentados por vapor, se tamiza, se clasifica y empaqueta.

Este producto se emplea principalmente en las industrias de confitería y panadería, pero también se vende al por menor para uso doméstico. Pero como se emplea frecuentemente para consumo humano directo, ha de confeccionarse ajustándose a las condiciones higiénicas más estrictas para evitar la contaminación con Salmonelas u otros microorganismos nocivos.

OHLER (23).

2.5 ANTECEDENTES DE TRABAJOS REALIZADOS.

En los últimos años se viene realizando e intensificando una serie de proyectos de investigación, orientados a la agroindustrialización integral de los frutos del cocotero comprendiendo desde la instalación agrícola hasta la planta industrial.

Según S.I.S.A (26), proyecto que está de acuerdo con el establecimiento de una empresa Agroindustrial con la finalidad de incrementar la producción de cocotero e industrializar sus frutos, para obtener coco rallado deshidratado, aceite y torta de coco.

Según INP, UNI, BID.(17), proyecto básicamente encaminado a la sustitución de importaciones, con el consiguiente ahorro de diversas (aceite, torta, coco rallado, etc.), además tendiente a la ampliación de la frontera agrícola en zona de selva, específicamente la Región San Martín.

Según INDDA, DPA, PEHCBM (16), proyecto que se basa en el estudio de factibilidad del desarrollo Agroindustrial del cocotero en San Martín. Orienta el estudio a las grandes posibilidades de instalar e implementar una planta Agroindustrial, para el procesamiento de los frutos del coco: Coco rallado, aceite y torta de coco, basado en el gran potencial agrícola que cuenta San Martín.

Con una evaluación económica que pueda asegurar a los inversionistas privados o públicos el éxito de la inversión. Productos logrados que se destinarán a las necesidades nacionales así como para la exportación.

2.6 CONSIDERACIONES TECNICAS

2.6.1 Definición de hojuelas

Se refiere al diminutivo de hoja, masa frita muy extendida y delgada.

Según ITINTEC (19), es el producto obtenido de materia prima previamente, limpiados, secados, estabilizados, descascarados, cortados transversalmente o no, precocidos o no y que han sido aplastados para formar las hojuelas, escamas o copos; pudiendo o no estar agregado de sustancias nutritivas u otros ingredientes permitidos.

2.6.2 Formulaciones de copos de coco.

Según HART Y FISHER (15), publica la composición calculada de 12 muestras de "copos de coco" recogidas durante una encuesta de mercado, en 1960, expuestas a la venta con calificativos adicionales, tales como húmedo, extra húmedo, edulcorado.

Cuadro 6 : COMPOSICION CALCULADA DE LOS COPOS DE COCO

Coco deshidratado	27.3	a	53.6 %
Sacarosa	23.5	a	29.9 %
Sal	0.1	a	1.0 %
Agua añadida	4.2	a	19.1 %
* Sorbitol y/o propilen glicol	9.6	a	27.9 %

*Por diferencia.

FUENTE: Elaboración propia.

2.6.2.1 Característica del coco rallado.

Este producto se obtiene del rallado de la pulpa fresca o albumen del coco, deshidratándole con aire caliente a temperatura no mayor de 70 - 80 °C.

Cuadro 7: COMPOSICION PORCENTUAL DEL COCO RALLADO EN 100 Grs.

Componentes	Peso Grs.	Porcentaje %
Proteínas	5.0	5.0
Grasas	61.0	61.0
Carbohidratos	28.5	28.5
Minerales	2.0	2.0
Humedad	3.5	3.5

FUENTE : INDDA, DPA, PEHCEM. (16).

2.6.2.2 El Azúcar

Producto químico y bacteriológicamente puro envasado herméticamente para aislarlo del polvo, contacto con insectos, roedores, efectos del medio ambiente, etc.

Químicamente conocido como sacarosa, producto sólido cristalizado del jugo de caña (Saccharum officianum), que contiene un 14% de sacarosa; se puede obtener de la remolacha azucarera, la fórmula global; C₁₂ H₂₂ O₁₁.

El azúcar refinado se encuentra en forma de cristales de sacarosa, limpios y transparentes que cumplen con los siguientes requisitos:

Ceniza sulfatada 0.03 - 0.06 %

Humedad máx. 0.10 %

Citado por CHAVEZ (6).

2.6.2.2.1 Selección de un azúcar

Los factores que se debe tener en cuenta en la selección de un azúcar son los siguientes:

- Polarización : Debe estar comprendida entre 99.75 a 99.90%
- Ceniza : Normalmente debe variar entre 0.001 a 0.026%.
- Humedad : Limite de humedad es del 0.0 a 0.1 %.
- pH : Debe encontrarse preferentemente de 6.0 a 7.2
- Color : Debe tener una tonalidad clara y cristalina.

Citado por CHAVEZ (6)

2.6.2.3 Sal

La sal en el mercado se presenta de distintos tamaños de granos, con la finalidad que vaya a ser empleada, es ventajoso que sea gruesa o fina.

De acuerdo a su procedencia se diferencian la sal de mar, sal de gema, sal de salinas. Estos tipos de sal pueden contener otros componentes minerales en las cantidades variables.

2.6.2.3.1 Propiedades analíticas.

Su fórmula general es NaCl, peso molecular 58.44, es incoloro, inodoro, sabor salado, cristales cúbicos que se funden a 801 °C. En 100 g de agua se disuelve a temperatura ambiente 36 g NaCl, la solución saturada de sal común contiene a temperatura ambiente a 26.5 g. de NaCl., pH es de 6.7 a 7.3, la densidad de 1.2 g/cc. para determinar el Cloruro sódico se emplea el método de MOHR o de VOLHARD.

2.6.2.3.2 Normas legales

La sal común, como componente de los alimentos necesarios para la vida y como medio empleado desde cientos de años en la técnica de alimentación, apenas si se tiene limitaciones legales. Así como tampoco en lo que respecta a la adición de grandes dosis a los alimentos. Una excepción lo constituyen los alimentos de dieta pobre de sal o totalmente privadas de ellas.

2.6.2.3.3 Acción contra los microorganismos.

La sal común disminuye la actividad del agua, disminuyendo la posibilidad de vida de los microorganismos.

El valor de Aw de solución saturada de NaCl es de 0.75, algunos microorganismos pueden crecer debajo de este límite. Por lo que es posible proteger a un alimento, pero por otra parte tampoco sería posible de aceptación al paladar.

2.6.2.3.4 Otras aplicaciones

Tiene aplicación práctica la combinación de sal con procedimiento físicos de conservación, sobre todo en la refrigeración y desecación.

2.6.2.3.5 Acciones secundarias

Además de conservador la sal común, tiene su acción como saborizante, que en muchos alimentos tiene mayor importancia que acción conservadora.

En general, la concentración deseable como saborizante es inferior a la utilizada como conservador, por ello los alimentos conservados únicamente con sal raramente son de consumo inmediato. Constituyendo materias primas para otros productos industriales o hay que desalarlos. ERICH (11).

2.6.2.4 Antioxidantes

Según HART Y FISHER (15), se utiliza para retrasar el enranceamiento de grasas, aceites y alimentos grasos, suelen utilizarse cuatro oxidantes : Hidroxianisol butilado (BHA), Hidroxitolueno butilado (BHT), Galato de Propilo (PG) y ácido norhidroguaiarético (NDGA).

Todos ellos están incluidos por la U.S. Food and Drug Administration entre los aditivos generalmente reconocidos como inocuos, en concentraciones no superiores al 0.02 % del contenido en grasa o aceite, incluido los aceites volátiles del alimento.

La elección de un antioxidante va a depender de la composición del alimento y que se impone una experiencia específica para cada caso particular. CHEFTEL (7).

2.6.3 Especificaciones generales para el coco desecado

El coco desecado debe inspeccionarse para tener la seguridad de que esté fresco, exento de partículas de color anormal, libre de malos olores y sabores extraños.

2.6.3.1 Humedad

La humedad debe estar comprendida entre 2.0 a 4.5 %

2.6.3.2 Acidos grasos libres

No debe pasar de 0.1 % expresado como ácido oleico.

2.6.3.3 pH

Deberá estar comprendida entre 6.1 y 6.3, un pH menor indica exceso de ácidos acuosolubles (A.G.L.), producto con tendencia a alterarse.

2.6.3.3 Color

El coco desecado de buena calidad debe presentar prácticamente un color blanco nieve y estar sustancialmente exento de manchas o trozos de color anormal.

2.6.3.5 Olor y Sabor

El olor y el sabor característico del coco fresco es suave y agradable, sin que recuerde al de un producto mohoso, agrio, podrido y jabonoso o de queso.

2.6.3.6 Tacto

Tocando el coco desecado se puede sacar muchas conclusiones. No debe dar la sensación de demasiado húmedo o blando, ya que esto indica una humedad excesiva que acelera el proceso de alteración. Los trozos filamentosos no deben dar la sensación de demasiado secos ya que esto dará lugar a la fragilidad y rotura. GRIMWOOD (14).

2.6.4 Características microbiológicas

Según trabajos realizados, los productos de coco desecado deben cumplir las siguientes características.

Conteo standard de plato	5,000/mgr máx.
Levaduras	100/mgr máx.
Mohos	50/mgr máx.
Coliformes	10
Salmonella	negativo
Estafilococos	negativo

2.7 LA ADSORCION EN LOS ALIMENTOS

La estabilidad de un alimento está dado por la mayor o menor cantidad de agua que contenga. Así, se ha demostrado que este elemento favorece la acción enzimática, retarda o acelera la oxidación de los lípidos y favorece el desarrollo de los microorganismos como se puede apreciar en el Cuadro B y figura 1.

El valor nutritivo y la calidad de un alimento puede mantenerse, si el valor de la humedad durante el almacenamiento es adecuado para minimizar todas las reacciones posibles. Como quiera la humedad de un alimento no significa nada si no se sabe su actividad de agua presente, es necesario determinar sus isotermas de adsorción, citado por RUIZ (25).

Las isotermas de adsorción para un alimento está definida como la cantidad de agua adsorvida en función de la humedad relativa del medio que rodea al producto, esta cantidad de agua será retenida en el alimento después que se ha alcanzado el equilibrio a temperatura constante., citado por RUIZ (25).

El fenómeno de adsorción refleja la capacidad hidrofílica del sustrato adsorbente (alimento). La adsorción se produce mientras exista una gradiente de presión entre el adsorbente y el medio que lo rodea, citado por RUIZ (25).

Cuadro 8: ACTIVIDAD DE AGUA MINIMA EN EL CRECIMIENTO DE MICROORGANISMOS.

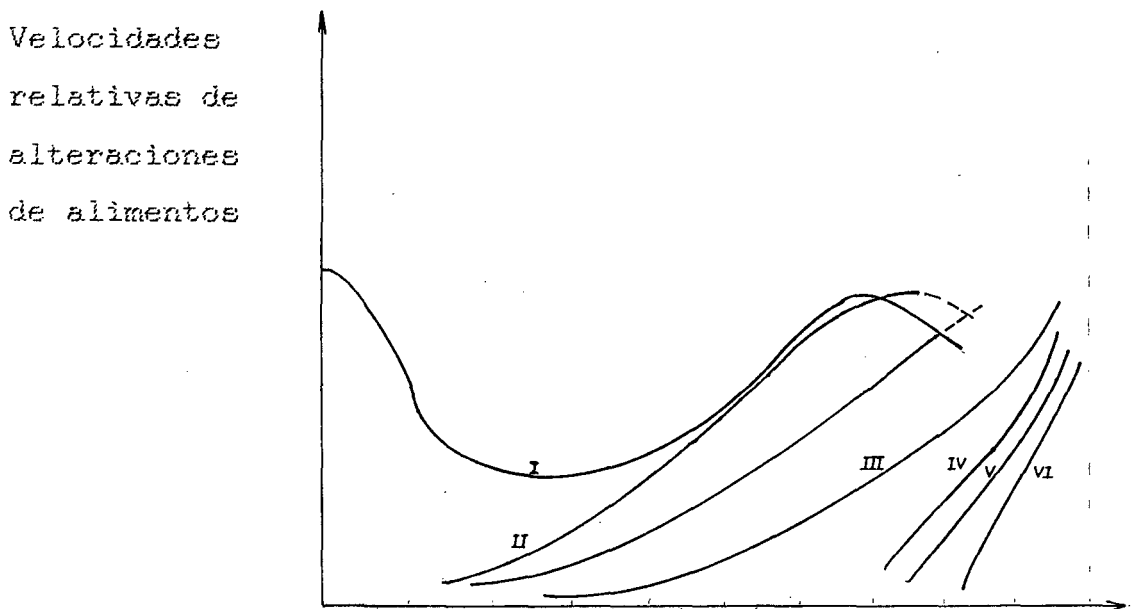
Microorganismos	Actividad de Agua
Bacterias	0.91
Levaduras	0.88
Mohos	0.80
Bacterias halófilas	0.75
Mohos xerófilos	0.65
Levaduras osmófilas	0.60

FUENTE : Scott, Citado por Cheftel.(7)

Las frutas deshidratadas ricas en azúcares son claramente higroscópicas, sólo por encima de cierta humedad relativa.

Los azúcares también pueden ser responsables de deterioros físicos o reológicos en alimentos, en efecto, presentan un problema a causa de su paso por la forma amorfa, higroscópica, a la forma cristalina; por encima de cierto contenido de agua. Se puede producir rápidamente a temperaturas habituales, durante el almacenamiento, a causa de la adsorción del agua. CHEFTEL (7).

FIGURA 1 : VELOCIDAD DE ALTERACION DE LOS ALIMENTOS EN FUNCION DE LA ACTIVIDAD DE AGUA.



FUENTE : Cheftel J. (7)

- I Oxidación de lípidos
- II Pardeamiento no enzimático
- III Reacciones enzimáticas
- IV Desarrollo de hongos
- V Desarrollo de levaduras
- VI Desarrollo de bacterias.

2.8 SECADO

Según GEANKOPLIS (13), el secado es la eliminación de agua de los materiales en proceso y de otras sustancias líquidas orgánicas (benceno, disolventes orgánicos).

El contenido de humedad final varía de acuerdo al producto. El secado suele ser la etapa final del proceso antes del empaque, haciéndolos más adecuados para su manejo.

El secado se usa como técnica de preservación y evitar el crecimiento de microorganismos que provocan la descomposición, ya que su desarrollo se inhibe en ausencia de agua, sucediendo lo mismo con muchas enzimas que causan cambios químicos. Es necesario reducir el contenido de humedad por debajo del 5% en peso en los alimentos para preservar el sabor y el valor nutritivo.

Los alimentos secos pueden almacenarse durante periodos bastantes largos.

Según DE MARTIN (8), mediante el prensado se puede eliminar hasta un 20% de humedad (leche de coco) del total de la pulpa presente en el coco, a fin de disminuir el problema de rancidez y mejorar las cualidades organoléptica del producto.

Luego el producto es colocado en bandejas y secado en estufas o túneles de secado. En coco rallado la temperatura de secado es de 70°C y un contenido máximo de humedad de 4%.

Pero estudios posteriores de solubilidad mostraron que la pulpa de coco fresco puede tolerar temperaturas hasta de 100°C (temperatura del aire, siendo la temperatura de la cámara entre 78 a 83 °C), sin pérdidas significativas de las proteínas.

2.9.3.2 La temperatura

A bajas temperaturas de 0 a 70 °C, el pardeamiento puede retardarse y por el contrario a temperaturas elevadas aumenta fuertemente.

2.9.3.3 Naturaleza de los azúcares reductores

Las pentosas y más concretamente la ribosa son los azúcares reductores más reactivos; las hexosas (glucosa y fructuosa) son menos reactivos y los disacáridos reductores (lactosa y maltosa) aún todavía menos. La sacarosa carece de función reductora libre, no afecta al pardeamiento no enzimático salvo alimentos ácidos. CHEFTEL (7).

2.10 ENVASADO-ALMACENADO

Según GRIMWOOD (14), el coco desecado debe guardarse en un local limpio, seco y ventilado alejado de la influencia de la luz solar directa. Para que alcance una duración razonable, no deben ser extremas la temperatura ni la humedad, las mejores temperaturas son 15 - 20°C o las más cercanas posibles a 18°C durante todo el año.

Debe evitarse la humedad, lo mejor es una humedad relativa comprendida entre 45 y 55 % o cercana a 50 % que es la óptima. Debe guardarse en pilas por encima del suelo sobre tarimas, dejando que circule aire.

El coco desecado debe guardarse alejado de otros ingredientes que tengan olor fuerte, como aceite esenciales, especias, querosene, creosota. El coco más viejo debe utilizarse siempre primero, mantener un riguroso control de existencias.

Según trabajos realizados, para el embalaje de coco desecado generalmente se usa latas de 20 litros, del tipo querosene o embalajes flexibles, siendo en este caso, el mejor tipo el laminado polietileno-aluminio-polietileno. En ambos tipos se puede utilizar gas inerte, como Nitrógeno o someterse a embalajes que hacen vacío.

Según INP, UNI, BID, (17), el envasado de coco desecado se hará en bolsa plásticas, de preferencia cerradas al vacío, de una capacidad de 5 kg. o menos.

El almacenaje se realizará en un lugar fresco y seco para evitar la captación de humedad por el producto, puede ser almacenado de 3 a 4 meses como máximo.

2.11 EVALUACION SENSORIAL

La evaluación sensorial ha sido definida como una disciplina usada para evocar, medir, analizar o interpretar reacciones de aquéllas características de alimentos y materiales que son percibidos por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído, citado por CORDERO (5).

2.11.1 Selección, entrenamiento y conducción del panel sensorial

2.11.1.1 Selección y entrenamiento

La selección de individuos apropiados para la participación en paneles de entrenamientos (analíticos), es esencial para un desempeño efectivo del panel. El entrenamiento inicial puede ser usualmente complicado durante el proceso de selección.

Los métodos más frecuentemente utilizados para seleccionar y entrenar panelistas en el laboratorio es como sigue, citado por CORDERO (5).

- Pruebas de sensibilidad para determinar el reconocimiento de gusto básicos. Aun no hay evidencia que la sensibilidad lo dulce, ácido, salado y amargo esté relacionado a la ejecución sobre los paneles sensoriales, los juicios de los panelistas deberían de ser capaces de diferenciar, sin lugar a equivocarse entre estas sensaciones para evitar confusión de terminología de gustos.
- Las pruebas de diferencia para determinar la habilidad para detectar variaciones específicas de la prueba del producto y para generar resultados reproducibles.
- Las pruebas descriptivas para determinar la capacidad de medir diferencias y generar resultados reproducibles. Como las pruebas de diferencias, las variaciones del producto ilustradas durante el proceso de selección deberían ser similares a aquéllos en los cuales se encuentran durante la operación actual del panel, y la escala del rating usada debería ser empleada por la misma así como la que será usada durante la operación.

2.11.1.2 Conducción del panel

Para conducir o llevar a cabo las evaluaciones en los paneles de evaluación sensorial se deben tener en cuenta ciertas condiciones deseables. Como un tiempo conveniente para que el panelista haga su prueba. Un lugar confortable y privado para degustar los alimentos. Una sala libre de ruido y confusión en el área de pruebas. Una sala libre de olores extraños tales como sustancias químicas, perfumes y cigarrillos. Luz suficiente; en ciertas ocasiones pueden ser usadas luces rojas o de otro color para ocultar el color de algunos alimentos.

Esto, es muy importante cuando el color puede influir en el criterio del panelista **MACKEY et al (20)**.

Se debe dar instrucciones específicas, de esta forma el panelista sabrá exactamente lo que se está buscando y como registrar la información que se quiere. Es conveniente una reunión preliminar con todos los miembros del panel, enseñándoles la colección de muestras y fichas elaboradas que serán usadas; esto podría ayudar a los panelistas a contestar las preguntas, conocer el mejor método para juzgar cada característica y aclarar cualquier confusión acerca del significado de los términos usados en las fichas.

Además, permitirá obtener mayor variedad en las respuestas vertidas por el panel. Los miembros del panel no deben participar en la evaluación, las personas enfermas o si el alimento les repugna o les desagrada. Además es recomendable proveer al catador de agua para que después de hacer su degustación pueda suprimir el sabor entre una muestra y otra y no interferir su resultado. **MACKEY et al (20)**.

3. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el laboratorio y la planta piloto de coco desecado de la Empresa Agroindustrial SELVA INDUSTRIA S.A. con sede en ciudad de Tarapoto. Así como en los laboratorios de la fábrica de aceite de Lima, pertenecientes a la Compañía Industrial Perú Pacífico S.A., también se utilizó el laboratorio de Análisis y Composición de alimentos de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.

3.1 MATERIA PRIMA

Se usó cocos (Cocos nucifera L.) de la variedad híbrido PB-121, los cuales fueron adquiridos en la plantación de la Empresa Agroindustrial SELVA INDUSTRIA S.A.-Tarapoto.

3.2 MATERIALES Y EQUIPOS

3.2.1 Materiales

- Material de vidrio
- Reactivos químicos para análisis
- Antioxidantes: G-90 y Grindox 125
 - G-90
Propil Galato. Acido Cítrico.
Hidroxitoluo Butilado. Hidroxianisol
Butilado.
 - GRINDOX 125
Materia grado emulsionante.... 80 %
Forma.....Líquida
Gravedad específica.....Aprox. 1.0
- Termómetros
- Cronómetro
- Refractómetro
- Recipientes: tinas, baldes, cucharones, etc.
- Envases: bolsas de polietileno, bolsas trilaminares de polietileno - aluminio - polietileno y sacos de polipropileno.

3.2.2 Equipos

- Balanza de plataforma marca EXACTAM, de 500 kg de capacidad.
- Balanza de plato BISERKA, de 10 kg de capacidad.
- Balanza analítica METTLER AE 200, de 0.1 mg a 109 g de capacidad.
- Estufa SHEL-LAB, USA.
- Desfibrador manual, consta de un cigüeñal y una biela, provisto de 4 cuchillos y un pedal.
- Polipasto, marca DEMAC, capacidad 500 kg.
- Autoclave, de capacidad 500 nueces por operación, consta de 02 canastos de fierro, con entrada y salida de vapor, manómetro, termómetro y válvula de escape.
- Mesa de apertura, tolva y mesa de acero galvanizado, golpeador de acero 3/4 de pulgada de diámetro y 30 centímetros de largo, cuchillos de acero.
- Mondador, consta de 02 motores de 0.9 Hp, 1130 rpm, con sus respectivos conos ralladores, 04 asientos giratorios, mesa para bandejas, de acero galvanizado.
- Lavaderos, de mayólica con 04 grifos de agua, provisto de desagüe.
- Blanqueador, tina de acero inoxidable, con serpentín de vapor, termostato, bomba de agua de 0.9 Hp, 1130 rpm, válvula de desagüe.
- Rallador, de acero inoxidable, motor de 4.8 Hp. 1740 rpm, de disco horizontal desarmable.
- Prensa Hidráulica, de acero inoxidable, motor 1.2 Hp, 1700 rpm, de tres posiciones : carga, prensado y descarga, con tanques aceite hidráulico, manómetro.
- Secador de bandejas, eléctrico, 04 resistencias de 2500 Watts con c/u. 02 ventiladores de 0.25 y 0.5 Hp, respectivamente provisto de carro portador de bandejas, termostato, termómetro.
- Mezclador sólido - líquido, consta de 01 recipiente para soluciones, con bomba de 0.6 Hp y 1670 rpm y 01 tambor rotatorio para sólido en mezcla, con motor de 1.2Hp. y reductor de 1700/75 rpm.

- Envasadora, semi-automática para formar, llenar y cerrar bolsas tubulares de operación vertical, marca ELECTRONEUMATICA, modelo S-II-3520-C, con respectivo dosificador volumétrico.
- Generador de electricidad, marca CATERPILLAR, de 400 Kva potencia y genera 320 Kv.
- Generador de vapor, Caldero marca CLEAVER BROKS CO. presión máx. 150 PSI.
- Sistema de tratamiento de agua, consta de una cisterna de almacenamiento de 13 metros cúbicos, baterías de filtros (pre-filtros, filtro purificador, suavizador y un filtro de carbón activo), bomba de agua de 2.5 Hp. y de 3450 rpm. y de 03 tanques elevados.
- Kit analizador de cloro libre y total, marca HACH, modelo CN-66.
- Cosedora de sacos, marca FISCHBEIN, modelo ECR.
- Desecadores de vidrio Pyrex y plástico (campanas), sus respectivas soluciones saturadas para realizar las pruebas de adsorción.

3.3 ANALISIS QUIMICOS

3.3.1 Análisis químicos Proximal

Se realizó en las materias primas y en producto final y fueron los siguientes:

- Humedad : Se realizó por desecación en estufa hasta peso constante, recomendado por la A.O.A.C.(1).
- Grasa : Se realizó por el método soxhlet, recomendado por la A.O.A.C (1), utilizandocomo solvente éter de petróleo.
- Proteínas total : Se utilizó el método semi micro Kjeldahl recomendado por la A.O.A.C (1).

- Fibra bruta : Se determinó por hidrólisis ácida y alcalina recomendado por la A.O.A.C. Y A.O.C.S, citado por HART Y FISHER (15).
- Cenizas totales : Se realizó por incineración de la muestra en una mufla a 600°C, durante una noche, siguiendo las pautas, recomendado por A.O.A.C, citado por HART Y FISHER (15).
- Carbohidratos totales : Se obtiene por diferencia : 100 - (humedad + proteínas + grasas + fibras + cenizas).

3.3.2 pH

Se preparó una suspensión según indicaciones que recomienda la A.O.A.C., citado por HART Y FISHER (15), efectuándose la medición en un potenciómetro radiometer, previamente estandarizado en solución buffer.

3.3.3 Índice de acidez

Se utilizó el método oficial Ca 5 a-40 de la A.O.C.S.(2), se encontró siguiendo las indicaciones del método para aceite de palma o de coco, los ácidos grasos libres se expresan en términos de ácido láurico.

Porcentaje de ácidos grasos libres expresados como ácido láurico vale :

$$\% = \frac{\text{Ml. de NaOH X 0.1 N X 20.}}{\text{Peso de la muestra.}} \times 100$$

Citado por HART Y FISHER (15)

3.3.4 Azúcares

Se determinó los sólidos solubles por métodos refractométricos descrito por la A.O.A.C., citado por HART Y FISHER (15).

3.3.5 Azúcares reductores

Se utilizó el método descrito por el método A.O.A.C. citado por HART Y FISHER (15).

3.3.6 Cloruro de Sodio

Se utilizó el método de Mohr, utilizando Nitrato de plata de titulante y Cromato de potasio como indicador.

3.4 ANALISIS FISICOS

3.4.1 Muestreo lote de frutos del coco.

Este muestreo se realizó con la finalidad de obtener peso promedio de los frutos del coco híbrido PB-121, recién cosechados, fibra, agua, casco, testa, leche de coco, albumen, espesor de albumen.

3.4.2 Granulometría

Se realizó utilizando el plansifter (ASTM del sistema RO-Tap, manufacturado por W.S. Tyler y Co) que consiste en una serie de mallas de escala estándar Tyler.

3.4.3 Isotermas de Adsorción

Se determinó según el método de STITT descrito por MARTINEZ (21), empleando para ello las soluciones saturadas siguientes :

Solución Saturada	Humedad Relativa (%) a 25°C
Acido sulfúrico	0.0
Cloruro de litio	11.0
Acetato de potasio	23.0
Cloruro de magnesio	33.0
Bicromato de sodio	50.0
Nitrito de sodio	64.0
Cromato de potasio	87.0
Nitrato de potasio	93.0
Agua	100.0

3.5 ANALISIS MICROBIOLÓGICOS

Los controles microbiológicos del producto final se realizaron entre los diez primeros días después de haber elaborado el producto, con la finalidad de comprobar las condiciones higiénicas sanitarias de procesamiento, manipuleo y envasado. Los controles realizados fueron :

- Recuento de microorganismos aerobios mesófilos viables.
- Recuento de coliformes totales.
- Recuento de Staphylococcus aureus.
- Recuento de hongos.
- Recuento de levaduras
- Detección de salmonella

Para éstos análisis se solicitaron los servicios de la Empresa INTERNATIONAL ANALYTICAL SERVICES S.A. (INSSA).

3.6 EVALUACION SENSORIAL

La evaluación sensorial se llevó a cabo en el laboratorio de la Empresa Agroindustrial SELVA INDUSTRIA S.A., los panelistas fueron las obreras de la misma empresa, quienes fueron seleccionadas y entrenadas mediante pruebas de sensibilidad y de diferencia; utilizando soluciones químicas de sacarosa, cloruro de sodio, ácido cítrico y cafeína para los cuatro sabores básicos : dulce, salado, ácido y amargo respectivamente.

Para la evaluación sensorial de las hojuelas dulces y saladas se utilizó el método de escala hedónica de 5 puntos.

Las muestras evaluadas contenían diferentes concentraciones de sacarosa y sal, debidamente codificadas.

Las características sensoriales evaluadas en las muestras fueron : sabor, color, aroma, crocantes y apariencia general.

En relación al puntaje : de 1, 2, 3,4 y 5 indican malo, regular, bueno, muy bueno y excelente respectivamente.

También se evaluaron los tratamientos comparándose entre ellos y donde cada panelista indicó mediante una escala de valores el puntaje de cada una de las muestras según su preferencia. La evaluación sensorial se realizó con 10 panelistas entrenados, la distribución de las muestras a los panelistas se realizó de acuerdo al diseño de bloques completamente al azar. Los valores numéricos obtenidos, resultado del análisis sensorial, fueron sometidos al análisis de varianza para conocer si existe o no diferencias significativas entre las muestras en cada una de las características analizadas para un nivel de probabilidad de error de 5 por ciento.

Con los resultados del grado de aceptación fueron sometidos al conteo de muestra más aceptada por el grupo de panelistas, determinante, para la formulación del preparado de hojuelas dulces y saladas.

3.7 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

El presente trabajo se desarrolló de acuerdo a la metodología siguiente :

- Se realizó flujo preliminares de proceso
 - . Flujo de operaciones de campo.
 - . Flujo de operaciones deplanta, para la obtención de las hojuelas dulces y saladas, en la cuál se fueron determinando los parámetros óptimos porcada operación de proceso.

3.7.1 Flujo preliminar de operaciones de campo.

3.7.1.1 Recolección

Esta operación se realizó utilizando un machete y gancho punta de metal, con la finalidad de evaluar el grado de madurez de los frutos, determinado de esta manera su aptitud para la elaboración de las hojuelas.

3.7.1.2 Desfibrado

En esta etapa se usó un desfibrador manual para separar las fibras de la nuez del coco, para luego pesar la nuez y la fibra y determinar el peso de nuez promedio y porcentaje de fibra.

3.7.1.3 Almacenado

Son transportadas en tractor al almacén, que viene a ser la SALA DE RECEPCION de la planta de coco desecado, lugar donde se tiene que proteger a las nueces de coco de los rayos solares, para evitar rupturas de las mismas; y donde se evaluó el porcentaje de pérdida en esta operación.

3.7.2 Flujo preliminar de operaciones de planta

3.7.2.1 Selección

Se realizó en forma manual, separando las nueces germinadas, rajadas y aquéllas que presentasen estado de descomposición o sustancias extrañas. Obteniéndose nueces aptas para el procesamiento de las hojuelas.

3.7.2.2 Pesado

Esta operación se realizó en una balanza de plataforma, con la finalidad de evaluar el rendimiento.

3.7.2.3 Pre-cocción

Operación que se realizó con la finalidad de poder separar en forma rápida el albumen del endocarpio (casco).

Para esto se usó un autoclave provisto de canastillas de fierro para colocar los nueces de coco (250 kg x canastilla), la presión de trabajo fue de 50 Lb/pulg² a 147 °C. La pre-cocción se evaluó a diferentes tiempos de tratamiento, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 y 10 minutos; las variables para determinar una buena pre-cocción fueron:

a) Rompimiento de nueces en la pre-cocción; se determinó por selección y pesado de las mismas, determinando el porcentaje de deterioro.

b) Maniobrabilidad en al operación de descasque: Se determinó por el tiempo que demoró la operación y a su vez se observó la integridad de la nuez descascarada.

c) Cambios organolépticos: se realizó mediante pruebas sensoriales por cada tratamiento; usando el ensayo triangular, donde se tiene tres muestras, de los cuales dos muestras son iguales (muestras de coco sin tratamiento) y la tercera muestra diferente (muestra con tratamiento), donde un grupo de 10 panelistas entrenados, tienen que identificar la muestra diferente y estos resultados son comparados con la tabla de observaciones correctas mínimas para los ensayos triangular a un nivel de 5 por ciento.

3.7.2.4 Descasque

Operación donde se procedió a abrir las nueces de coco precocida, en forma manual, con la ayuda de un golpeador y un cuchillo, en la mesa de descasque, separando el albumen del casco y el agua de coco; también se descartó las nueces que tuvieron problemas en la precocción y aquellas que no se separaron en la selección.

3.7.2.5 Mondado

Se realizó con la finalidad de separar la testa del albumen, el trabajo es manual con ayuda del mondador.

3.7.2.6 Lavado

Esta operación se ejecutó con la finalidad de separar las partículas adheridas a las nueces mondadas, se realizó el lavado con abundante agua tratada previamente, con un contenido de cloro de 2 a 2.5 mg/lt.

3.7.2.7 Blanqueado

En esta operación se sumergieron los trozos de albumen fresco en agua hirviendo a 98 °C. durante un tiempo de 2 minutos.

3.7.2.8 Rallado

El albumen blanqueado se sometió a un proceso de troceado (formación de hojuelas), en una máquina ralladora de disco horizontal.

3.7.2.9 Prensado

Las hojuelas húmedas se sometieron a un proceso de prensado en una prensa hidráulica a 20 PSI, con la finalidad de disminuir el contenido de humedad.

3.7.2.10 Secado 1

Las hojuelas prensadas se sometieron a un proceso de deshidratación en un secador de bandejas, donde se determinó la variación del contenido del producto en períodos determinados de tiempo, mediante sucesivas pesadas.

Esta operación se realizó con el secador lleno de producto, colocándose bandejas muéstrales, de dimensiones 12 X 13 centímetros, con producto, en cada cuarta parte del secador de esta manera determinar el tiempo de secado. La temperatura de secado varía de 65 a 85°C.

3.7.2.11 Formulación de las Soluciones

Para la formulación de las soluciones azucaradas y salinas, se tomaron diferentes concentraciones de sacarosa y sal, tomando como base criterios técnicos en base a evaluaciones sensoriales.

Las concentraciones de la solución azucarada en la evaluación fueron de 50 %, 55 % y 60 % de concentraciones sacarosa y 0.5 % de sal.

Las concentraciones de la solución salina en la evaluación fueron de 3.0 %, 3.5 % y 4.0 % de sal y 5.0% de sacarosa.

3.7.2.12 Mezclado

Esta operación se realizó mezclando las hojuelas secas, con la solución azucarada o salina de acuerdo al tipo de producto que se quiera obtener.

En esta operación se determinó el tiempo mezclado, la relación de mezcla y cantidad de kilogramos de hojuelas secas por kilogramos de solución.

3.7.2.13 Secado 2

Las hojuelas hidratadas con la solución, se sometieron al proceso de secado, con la finalidad de darle las características finales al producto.

Contenido de humedad final, color deseado. Para esto se utilizó un secador de bandejas, donde se tomaron muestras en cada cuarta parte del secador y se evaluó el producto en cada período de tiempo.

3.7.2.14 Enfriado

El producto antes de envasarse se enfrió por un tiempo de 10 minutos, con la finalidad de evitar condensación de agua en el interior del envase

3.7.2.15 Envasado

Las hojuelas dulces y saladas se envasaron en bolsas laminadas polietileno-aluminio-polietileno de 50 gramos. Se utilizó una envasadora semi-automática, que forma y cierra bolsa tubulares de operación vertical.

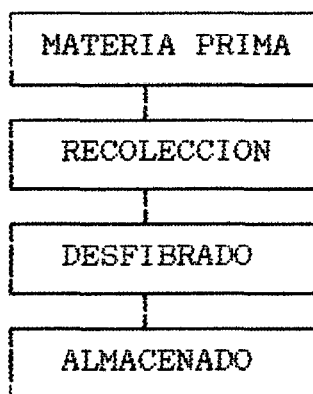
3.7.2.16 Almacenado

En esta operación se realizaron evaluaciones por periodos regulares de 30 días cada una, evaluándose el grado de acidez y el porcentaje de humedad ganado por el producto. De esta manera determinar el periodo de vida útil del producto.

3.7.2.17 Transporte

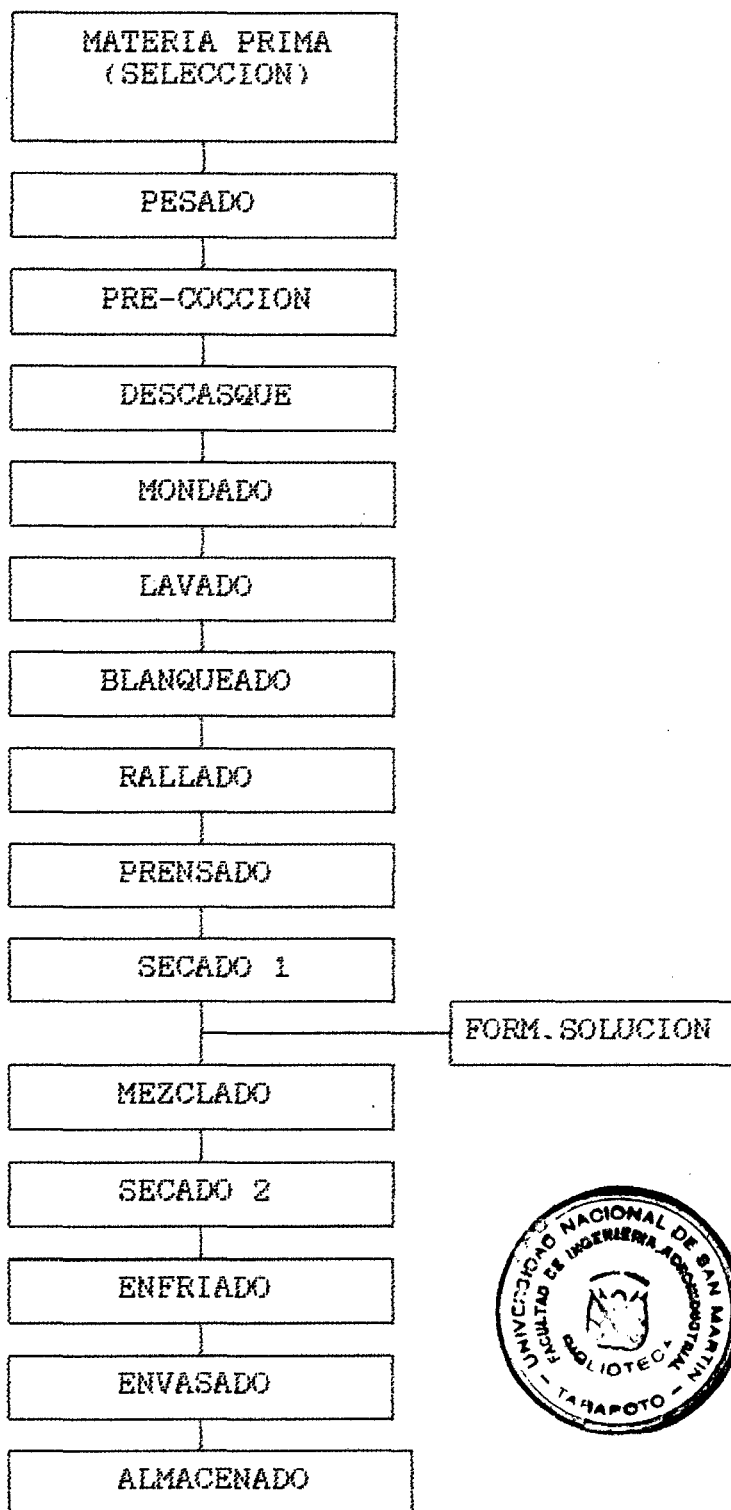
Dado la fragilidad del producto para su transporte a otras ciudades se ensayaron una serie de embalajes desde cartones usados de segunda mano hasta container de madera desarmables.

FIGURA 2 : FLUJOGRAMA PRELIMINAR DE OPERACIONES DE CAMPO



FUENTE : Elaboración Propia

FIGURA 3 : FLUJOGRAMA PRELIMINAR PARA LA ELABORACION DE HOJUELAS DE COCO (COCO NUCIFERA L.), VARIEDAD HIBRIDO PB-121 DE DULCES Y SALADAS



FUENTE : Elaboración propia



4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 CARACTERISTICAS DE LA MATERIA PRIMA

En el cuadro 9, se muestra los resultados de los análisis físicos realizados:

Cuadro 9: COMPOSICION DEL COCO (Cocos nucifera L.),
VARIEDAD HIBRIDO PB-121.

COMPONENTES	PESO (grs.)	PORCENTAJE EN RELACION A	
		COCO CON FIBRA	COCO SIN FIBRA
COCO CON FIBRA	917.50	100.00	---
FIBRA	407.50	44.41	---
COCO SIN FIBRA	510.00	55.59	100.00
AGUA	107.70	11.74	21.11
CASCO	160.00	17.44	31.37
ALBUMEN	242.30	26.41	47.50

FUENTE : Elaboración propia.

De los resultados de los análisis físicos indicados en el cuadro 9, se puede observar que el coco de la variedad Híbrido PB-121, tiene un peso intermedio con respecto a las variedades Verde Gigante y Enana. Con respecto al albumen el coco híbrido es muy inferior al Verde Gigante y a la Enana, según Cuadros 1 y 2 respectivamente. Estos resultados son determinados por varios factores, control fitosanitario, fertilización, deshierbos adecuados y riegos oportunos. Pero el que más afectó a estos resultados fue la sequía del año 1,992.

En el cuadro 10, se muestran los resultados de los análisis químico proximal realizados en coco de la Variedad Híbrido PB-121, en estado fresco.

Cuadro 10: ANALISIS QUIMICO PROXIMAL DEL COCO (*Cocos nucifera* L.), VARIEDAD HIBRIDO PB-121.

A N A L I S I S	P O R C E N T A J E
Humedad	40.58
Proteína (N x 6.25)	5.03
Grasas	38.81
Fibra	4.80
Cenizas	1.11
Carbohidratos (por diferencia)	9.67
pH Coco	5.20
pH Agua	5.68

FUENTE: Elaboración propia.

Del cuadro 10, el análisis químico proximal del coco, variedad híbrido PB-121, podemos decir que el resultado de humedad es de 40.58% inferior a los presentados en el cuadro 5, y el contenido graso es de 38.81% superior a los presentados en el cuadro 5.

Resultados que en el desarrollo del presente trabajo de investigación, fueron tomados muy en cuenta; en las operaciones de deshidratación y almacenamiento.

4.2 OPERACIONES DE CAMPO

4.2.1. Recolección

Los racimos aptos para la cosecha deben tener de dos a tres nueces secas y el resto del racimo se esté poniendo pardo, los frutos con grado de madurez satisfactorio; son aquéllos que no han iniciado el proceso de germinación. La recolección debe realizarse en la planta y no recogerse del suelo, porque muchas nueces están en estado de descomposición, otras no cumplen su ciclo de maduración por lo tanto son pobres en albumen, trayendo consigo bajos rendimientos de producción y de calidad.

Una nuez madurada en planta tiene un espesor promedio de albumen de 1.30 centímetros, cual varía de 1.0 a 1.50 centímetros.

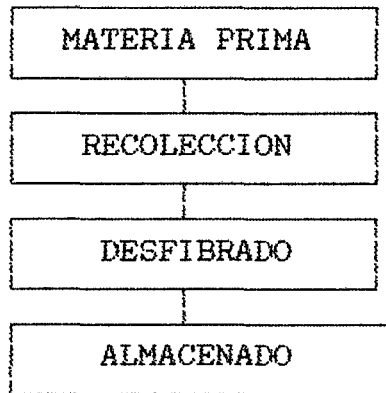
4.2.2. Desfibrado

EL desfibrado se realiza en el campo, la fibra representa el 44.91%, componente del coco que actualmente se desperdicia, debido que es quemado en el mismo lugar del desfibrado. La fibra puede aprovecharse para la fabricación de cuerdas, sogas, material de relleno, etc.

4.2.3. Almacenado

Las nueces desfibradas expuestas a los rayos solares por espacio de 30 minutos a temperaturas de 35 °C, da como resultado el 60 % de las nueces de coco rotas, a temperaturas de 30 °C bajo sombra tenemos de 1.0 a 2.5 % de nueces rotas, a 25 °C tenemos el 0.5 % y a temperaturas inferiores a 25 °C el rompimiento es casi nulo. Las nueces desfibradas están desprotegidas de su medio aislante natural, por lo que es necesario almacenarlos en lugares frescos.

FIGURA 4: FLUJOGRAMA DEFINITIVO DE OPERACIONES DE CAMPO



FUENTE : Elaboración Propia

4.3 OPERACIONES DE PLANTA

4.3.1 Selección

Esta operación es determinante para obtener buenos rendimientos y buena calidad del producto final. En el cuadro 11, se presentan los porcentajes de nueces desechadas por presentar rajaduras, germinadas y aquéllas que presentasen estado de descomposición.

CUADRO 11: PORCENTAJE DE NUECES DESECHADAS EN SELECCION.

D E F E C T O S	P O R C E N T A J E
Rajadas	2.50
Germinadas	5.00
Nueces castañas	1.00
Nueces sin agua	0.50
Descompuestas	3.00
TOTAL	12.00

FUENTE : Elaboración propia

4.3.2 Pesado

El pesado de las nueces de coco se realizó en una balanza de plataforma, con la finalidad de llevar el control de la materia prima ingresante y determinarse mediante balance de materia los porcentajes de producción.

4.3.3 Pre-cocción

Esta operación se realizó en un autoclave alimentado con vapor de agua saturado, Presión de 50Lb/Pulg² y temperatura de 147°C con la finalidad de facilitar la operación de descasque. En el cuadro 12, Podemos observar el comportamiento de las nueces de coco tratadas a diferentes tiempos de precocción.

CUADRO 12 : COMPORTAMIENTO DE NUECES DE COCO (*Cocos nucifera* L.) VARIEDAD HIBRIDO PB-121 TRATADAS A DIFERENTES TIEMPOS DE PRECOCCION (PRESION=50 Lb pulg² y TEMPERATURA=147°C.)

TIEMPO DE PRECOCCION (MINUTOS)	MANIOBRALIDAD EN LA OPERACION DE DESCASQUE	ROMPIMIENTO DE NUECES EN LA PRECOCCION (%)	CAMBIOS ORGANOLEPTICOS
10	Rápida separación del casco nueces enteras (1 hora)	3.0	Bastante
9.0	Muy fácilmente se separa, el casco, nueces enteras (1 hora y 05 minutos)	3.0	Bastante
8.0	Fácil descascarado, nueces enteras (1 hora y 08 minutos)	2.5	Regular
7.0	Descascarado sencillo, nueces enteras (1 hora y 10 minutos)	2.5	Regular
6.0	Descascarado sencillo, nueces enteras (1 hora y 18 minutos)	2.0	Mínimo
5.0	Ligeramente lento, nueces algo quebradizas (1 hora y 30 minutos)	1.5	Mínimo
4.0	Lento descascarado, nueces muy quebradizas (1 hora y 42 minutos)	1.0	Mínimo
3.0	Descascarado dificultoso, nueces muy quebradizas (1 hora y 58 minutos)	1.0	Mínimo
2.0	Descasc. muy dificultoso, nueces muy quebradizas. (2 horas y 10 minutos)	1.0	Ninguna

FUENTE Elaboración Propia

Del cuadro 12, se seleccionó como el mejor tiempo de precocción el de 6.0 minutos, debido al mejor comportamiento de las nueces al tratamiento térmico, descascarado sencillo, bajo porcentaje de nueces rotas (2.0%) y mínimos cambios organolépticos.

4.3.4 Descasque

El descasque se realizó en forma manual, con la ayuda de un golpeador y un cuchillo sobre una mesa de apertura. En esta operación se separó aquéllas nueces que no se separaron en la selección y aquéllas que tuvieron problemas en la precocción.

Las nueces defectuosos no separadas en la selección fue de 1.0 %, este porcentaje se incrementa cuando los cocos no cumplen los requisitos de recolección. Las nueces con problemas de precocción representan el 2%, Este resultado varía de acuerdo al tiempo de precocción a que fuesen sometidos las nueces, ver Cuadro 12.

El casco y el agua representan el 31.37% y el 21.11% de una nuez desfibrada respectivamente. Sub Productos que se desperdician, el casco podría aprovecharse en la producción de carbón activado, el agua para la fabricación de bebidas gasificadas y no gasificadas, alcohol, vinagre, etc.

La finalidad del descasque es tener libre el albumen para los procesos posteriores y representa el 47.50% de una nuez desfibrada.

4.3.5 Mondado

Esta operación se realizó con la finalidad de separar la testa o película marrón que cubre las nueces de coco descascaradas y ésta representa el 9.38% de una nuez desfibrada .

4.3.6 Lavado

Esta operación se realizó con abundante agua potable, lográndose desprender partículas de testa adheridas en las nueces blancas y en esta operación también se realizó el troceado de las nueces en mitades y cuartos para facilitar la operación del rallado.

4.3.7 Blanqueado

Inmediatamente después de la operación anterior el producto fue colocado en agua hirviendo a 98°C, por un tiempo de 2 minutos, para inactivar enzimas.

4.3.8 Rallado

Al albumen blanqueado se le sometió el proceso de formación de hojuelas en una máquina ralladora de disco horizontal, el dimensionamiento de las hojuelas fue variable teniendo dimensiones desde 0.5 x 0.5 cm. hasta de 2.5 x 4.0 cm., esto se da por la forma que tiene el coco y la posición que tienen sus fibras.

4.3.9 Prensado

El prensado de las hojuelas húmedas se realizó en una prensa hidráulica de acero inoxidable que tiene tres posiciones, de carga, descarga y prensado. La presión de trabajo fue de 20 Lb/pulg². La finalidad de esta operación es disminuir el contenido de humedad.

El sub producto obtenido del prensado se llama leche de coco y representa el 11.92% de una nuez desfibrada. DE MARTIN (8), recomienda prensar hasta eliminar un 20% de humedad. Con la variedad de coco híbrido PB-121, el tratamiento de prensado varía por las siguientes razones: La materia en proceso cuenta con un elevado contenido de agua y grasa del 52.45 y 32.20% en base húmeda respectivamente por lo que se debe prensar y un mayor prensado a lo señalado perjudica en forma significativa las características organolépticas, según trabajos experimentales realizados.

4.3.10 Secado 1

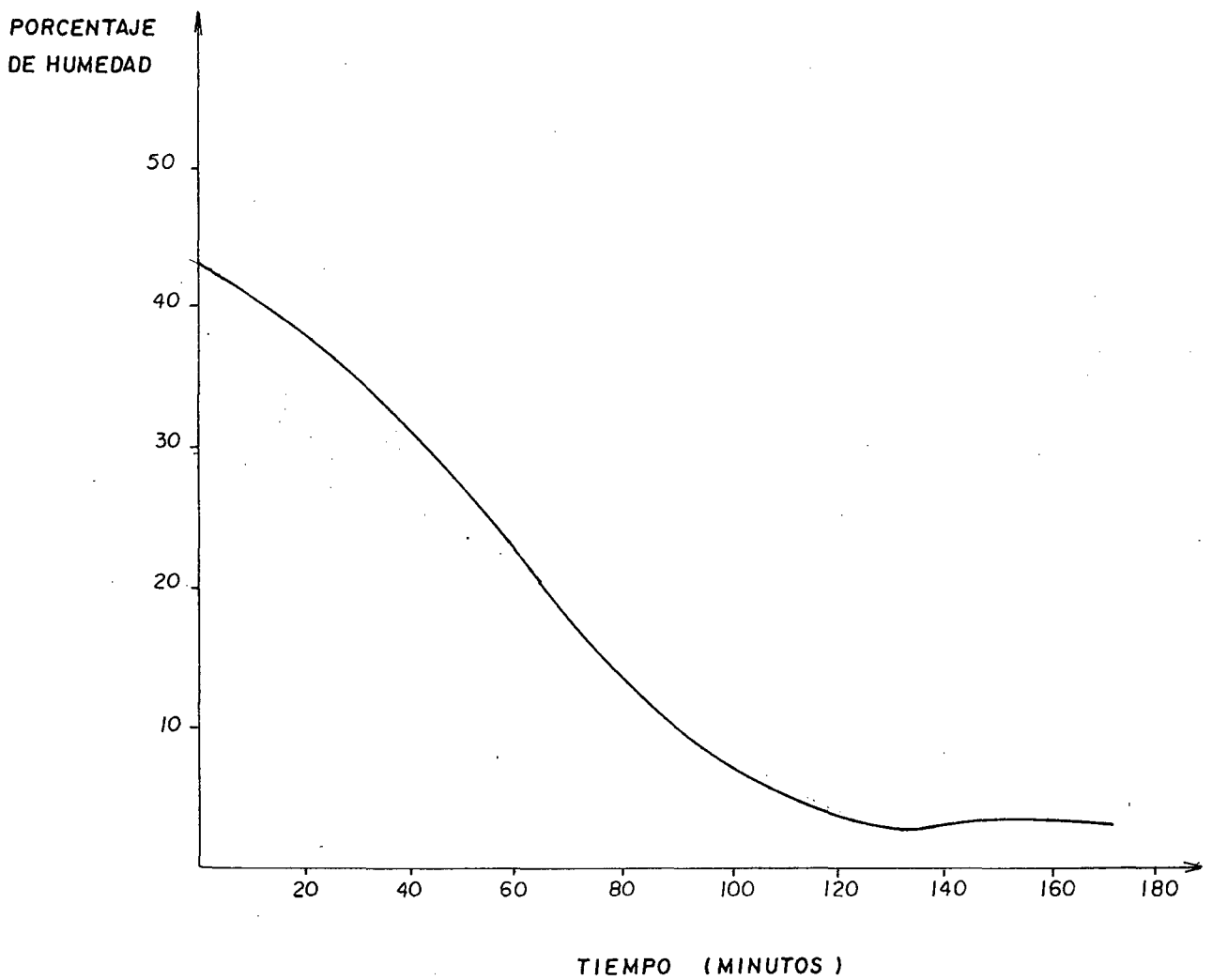
Esta operación se realizó en un secador de bandejas con temperaturas que varían de 65 a 85°C.

En la figura 5, se puede observar el tiempo de secado de las hojuelas de coco. Las cuales ingresan con un 44.26% de humedad después de 170 minutos de secado son extraídos con 3.0 % de humedad. Durante los 110 primeros minutos el secado es bastante rápido, disminuyendo la humedad a 5.46%, la temperatura va en aumento conforme disminuye la humedad partiendo de 65°C. y llegando a 80°C., durante los 60 minutos restantes el secado es lento la temperatura de secado aumenta, llegando a 85°C.

La humedad final de las hojuelas de coco es de 3.0%. Considerada como nuestra unidad de equilibrio, por las siguientes razones:

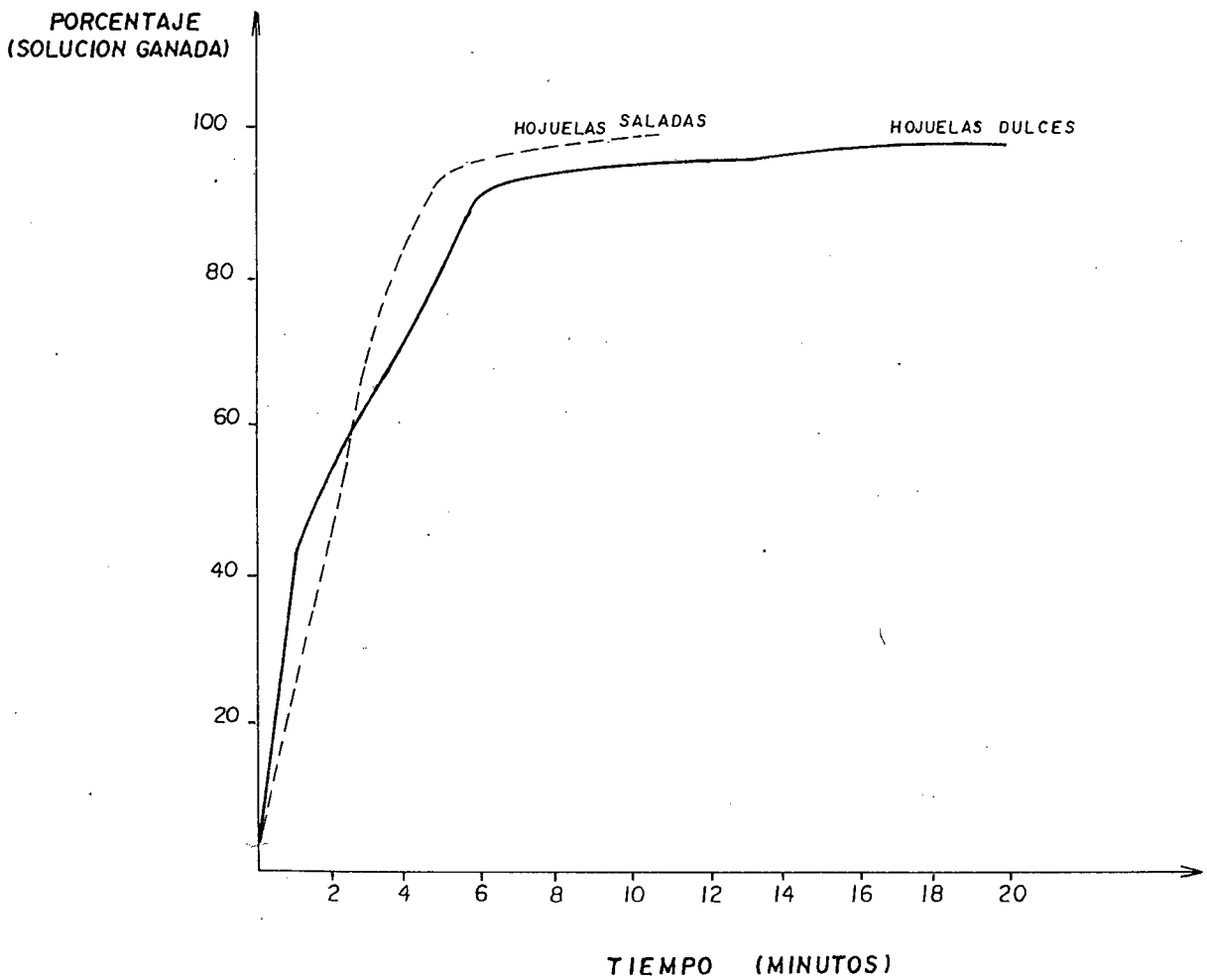
- . Humedades superiores al 3.0 % no facilita la rehidratación de las hojuelas en la operación de mezclado, debido al mayor contenido de humedad de las hojuelas se emplea mayor tiempo de operación de mezclado.
- . Humedades inferiores al 3.0 % hace que las hojuelas sean muy frágiles se rompen con demasiada facilidad durante el manipuleo y son susceptibles al pardeamiento no enzimático, no haciendo favorable la rehidratación de las hojuelas en la operación del mezclado.

FIGURA 5 : TIEMPO DE SECADO DE HOJUELAS DE COCO
(Cocos nucifera L.), VARIEDAD HIBRIDO
PB-121.



FUENTE: ELABORACION PROPIA

FIGURA 6 : TIEMPO DE MEZCLADO DE LAS HOJUELAS DE COCO (*Cocos nucifera* L.), VARIEDAD HIBRIDO PB-121 CON SOLUCIONES AZUCARADAS Y SALADAS.



FUENTE : ELABORACION PROPIA

4.3.11 Formulación de las soluciones

a. Soluciones azucaradas

Componentes	Formula A	Formula B	Formula C
Sacarosa (azúcar)	60.00%	55.00%	50.00%
Cloruro de sodio(sal)	0.50%	0.50%	0.50%
Agua	39.49%	44.49%	49.49%
Antioxidante	100ppm	100ppm	100ppm

b. Soluciones Salinas

Componentes	Formula X	Formula Y	Formula Z
Sacarosa (azúcar)	5.00%	5.00%	5.00%
Cloruro de sodio(sal)	3.00%	3.50%	4.00%
Agua	91.99%	91.49%	90.99%
Antioxidante	100ppm	100ppm	100ppm

El agua utilizado en la elaboración de las soluciones fue agua caliente a 98°C., con la finalidad de facilitar la disolución de los ingredientes. Realizada la formulación, se procedió al mezclado de estos y luego a filtrarlo, de esta manera eliminamos las impurezas.

Las soluciones se esterilizaron mediante un pasteurizado a 85°C. durante 5 minutos, eliminando cualquier microorganismo patógeno que pudiese existir en los ingredientes.

Las formulas seleccionadas fue la A y la X, tanto para la producción de hojuelas dulces y saladas respectivamente, selección que se realizó mediante pruebas de degustación en el desarrollo de la presente tesis se demuestran en la evaluación sensorial.

4.3.12 Mezclado

Se procedió a mezclar las hojuelas de coco seco con las soluciones azucaradas o salinas.

Cuadro13 : ANALISIS PROXIMAL DE LAS HOJUELAS SECAS DE COCO (Cocosnucifera L.), VARIEDAD HIBRIDO PB-121.

PORCENTAJES	PORCENTAJE
Humedad	3.00
Proteínas	7.46
Grasas	65.67
Fibra	6.37
cenizas	1.25
Carbohidratos	16.25

FUENTE : Elaboración Propia.

Las hojuelas de coco debe tener como característica principal 3 % de humedad. De la figura 6, podemos decir que el tiempo del mezclado para la elaboración de hojuelas de coco saladas es de 13 minutos y para las azucaradas 20 minutos. Esta diferencia de tiempo se debe a que las soluciones son diferentes. La solución azucarada tiene mayor concentración de solutos, por lo tanto la difusión es un poco lenta con respecto a la salina.

CUADRO 14 : TIEMPO DE MEZCLADO DE LASHOJUELAS DE COCO(Cocos nucifera L.), VARIEDAD HIBRIDO PB-121 CON LAS SOLUCIONES AZUCARADAS Y SALINAS.

TIEMPO DE MEZCLADO	INCREMENTO DE PESO		PORCENTAJE DE SOLUCION GANADA	
	HOJUELAS DULCES (grs)	HOJUELAS SALADAS (grs)	HOJUELAS DULCE	HOJUELAS SALADAS
0	10.0303	10.0000	0.0	0.0
1	13.9630	12.7215	51.2925	32.6589
2	14.3596	14.5101	56.4542	54.1227
3	15.0101	16.2090	64.9367	74.5101
4	15.9148	17.1501	76.7340	85.8036
5	16.5225	17.9308	84.6584	95.1723
6	17.1501	18.3072	92.8423	99.6892
7	17.3027	18.3301	94.8322	99.9640
9	17.3511	18.3303	95.4634	99.9664
11	17.3995	18.3330	96.0945	99.9988
13	17.4400	18.3331	96.6226	100.0000
14	17.5276		97.7649	
15	17.6061		98.7886	
16	17.6365		99.1850	
17	17.6685		99.6023	
18	17.6686		99.6036	
19	17.6687		99.6048	
20	17.6687		99.6048	

FUENTE : ELABORACION PROPIA.

Del cuadro 14, podemos deducir que la relación de mezclado para producción de hojuelas dulces es 1.307 es decir 1.3 Kg. de hojuelas secas por cada Kilogramos de solución.

La relación de mezclado para la producción de hojuelas saladas es 1.200, es decir 1.2 Kg de hojuelas secas por cada kilogramo de solución.

4.3.13 Secado 2

Operación de mucha importancia en la elaboración de hojuelas de coco, etapa donde se definió la humedad y la coloración del producto final.

Si observamos el cuadro 15 y la figura 7, podemos decir que el color y la humedad de las hojuelas están interrelacionadas.

4.3.13.1 Etapa de evaporación

Consta de 60 minutos de duración, con alto porcentaje de pérdida de peso. Las hojuelas dulces y saladas pierden el 82 y 92 % respectivamente, terminando el periodo de 3 % de humedad.

4.3.13.2 Etapa final o dorado

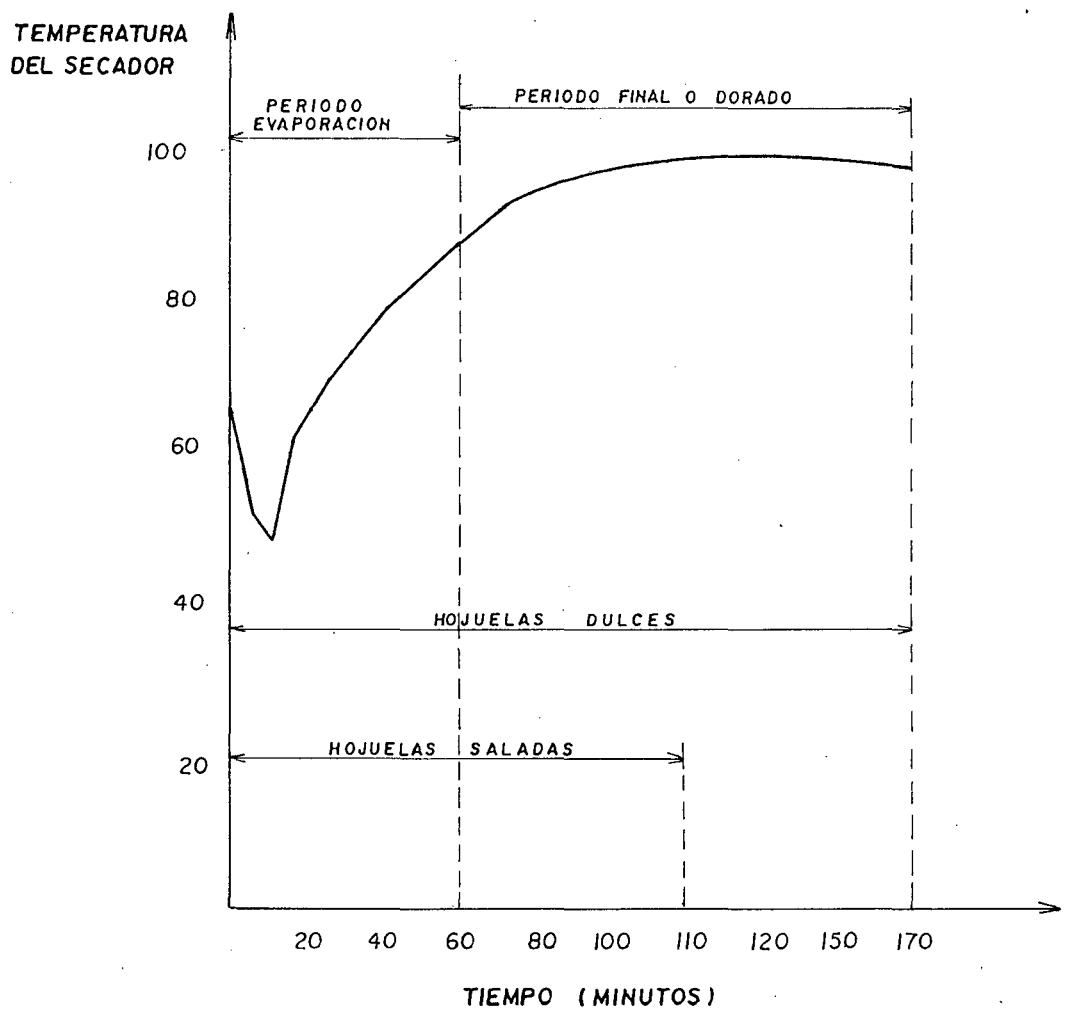
Es aquí donde se fija el color de las hojuelas de coco, mediante el pardeamiento no enzimático. Periodo que se ve favorecido por el aumento de temperatura por el secador, variando de 90 a 105 °C.

Otro de los factores que favorece al pardeamiento no enzimático es el agregado de sacarosa, la cuál carece de función reductora libre. Según CHEFTEL (7), la reacción del pardeamiento no enzimático, tendría la facultad de proteger los lípidos contra la oxidación.

Esto favorece debido a que las hojuelas de coco tiene un 43.4678 % de grasa. Las hojuelas de coco dulce, se caracteriza por su color marrón dorado, crocantes y una humedad de 0.7998%.

Las hojuelas de coco saladas, se caracterizan por su color marrón dorado claro, crocantes y una humedad de 0.9003% En la elaboración de las hojuelas no se utilizó colorantes artificiales, si no se trató de relacionar los parámetros de secado y las características del alimento. Por lo que dio resultado la "reacción de Maillard", teniendo en cuenta la no desnaturalización de las proteínas. Según de MARTIN (8), no hay pérdidas significativas de la solubilidad de las proteínas si las temperaturas del coco permanecen entre 78° y 83°C. En el presente trabajo no se superó los 83°C.

FIGURA 7: CONDICIONES DEL SECADOR EN LA PRODUCCION DE HOJUELAS DE COCO (*Cocos nucifera* L.) VARIEDAD HIBRIDO PB-121 DULCES Y SALADAS



FUENTE: ELABORACION PROPIA

CUADRO 15 : RESULTADO DEL SECADO DE HOJUELAS DE COCO
(Cocos nuciferaL.), VARIEDAD PB-121 DULCES
SALADAS.

IT	TMPO MIN.	TMPO ACUM MIN.	TBS °C.	TSH °C.	MUESTRA H. DULCE.		PESO MUESTRA PROMED. (grs)	HUMEDAD POR CENTAJE	MUESTRA H. SALADA		PESO MUESTRA PROMED. (grs)	HUMEDAD POR CENTAJE
					A (grs)	B (grs)			C (grs)	D (grs)		
1	0	0	70	69	24.4054	28.6054	26.5054	17.0393	27.7772	27.2206	27.4989	37.1946
2	10	10	58	55	22.8940	27.2577	25.0759	12.3098	25.4857	25.5399	25.5128	32.3053
3	10	20	67	62	21.7484	26.0418	23.8951	7.9765	21.2242	21.5406	21.3824	19.2289
4	10	30	74	68	21.4159	25.6951	23.5555	6.6498	19.4048	19.8662	19.6345	12.0385
5	10	40	79	72	20.9204	25.6591	23.2898	5.5848	18.4440	18.5950	18.5195	6.7426
6	10	50	85	75	20.6191	25.3017	22.9604	4.2303	17.9817	17.9036	17.9426	3.7442
7	20	70	94	82	20.2951	24.8821	22.5886	2.5399	17.7049	17.5480	17.6264	2.0174
8	20	90	96	81	20.1440	24.6628	22.4034	1.8493	17.6011	17.3898	17.4955	1.2843
9	20	110	99	83	20.0158	24.5244	22.2701	1.2618	17.5349	17.3205	17.4277	0.9003
10	20	130	96	80	19.9766	24.4699	22.2233	1.0538				
11	20	150	95	79	19.9547	24.3799	22.1673	0.8039				
12	20	170	105	75	19.9539	24.3788	22.1664	0.7998				

FUENTE : ELABORACIÓN PROPIA

4.3.14 Enfriado

Esta operación tiene un tiempo de duración de 10 a 15 minutos, tiempo necesario para el enfriamiento de las hojuelas dulces o saladas extraídas del secador y estar en condiciones de ser envasadas.

4.3.15 Envasado

Se utilizó una envasadora semi-automática, con cualidades de formar, cerrar bolsas tubulares en forma vertical y además cuenta con accesorios en el momento del sellado del envase nos permite eliminar el aire de su interior.

El material empleado para envasar las hojuelas son bolsas trilaminares, de polietileno-aluminio-polietileno, ya que nos ofrece grandes ventajas como son : flexibilidad, fácil sellado, buena apariencia, impermeable al vapor de agua e impide el ingreso de los rayos solares, conociendo las características de las hojuelas de coco como son: crocantes, baja humedad (menor de 1%), alto contenido de grasa (43.47%).

En el Brasil, según DE MARTIN (8), los trilaminados son de uso común para el empaqueo de productos deshidratados de coco, debido a los buenos resultados alcanzados. El peso aproximado del producto envasado fué de 50 gramos.

4.3.16 Almacenado

En el cuadro 16, se observa la humedad y la acidez total que está expresada en porcentaje de ácido oleico de las hojuelas de coco, en períodos de 30 días, durante 5 meses de almacenamiento y a temperatura de 30°C.

Las hojuelas de coco no sufren incrementos significativos de humedad, permaneciendo con menos de 1% de humedad.

Esto nos permite afirmar que el empaque es impermeable al vapor de agua, dando una protección segura:

Las muestras con antioxidante, no excedieron del límite permitido de acidez expresado como ácido oléico de 0.1%, GRINWOOD (14).

Pero los dos antioxidantes empleados ligeramente dio mejor resultado el Grindox 125.

CUADRO 16 : CONTROL DE HUMEDAD Y ACIDEZ DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE LAS HOJUELAS DE COCO (*Cocos nucifera* L.) VARIEDAD HIBRIDO PB-121, DULCES Y SALADAS.

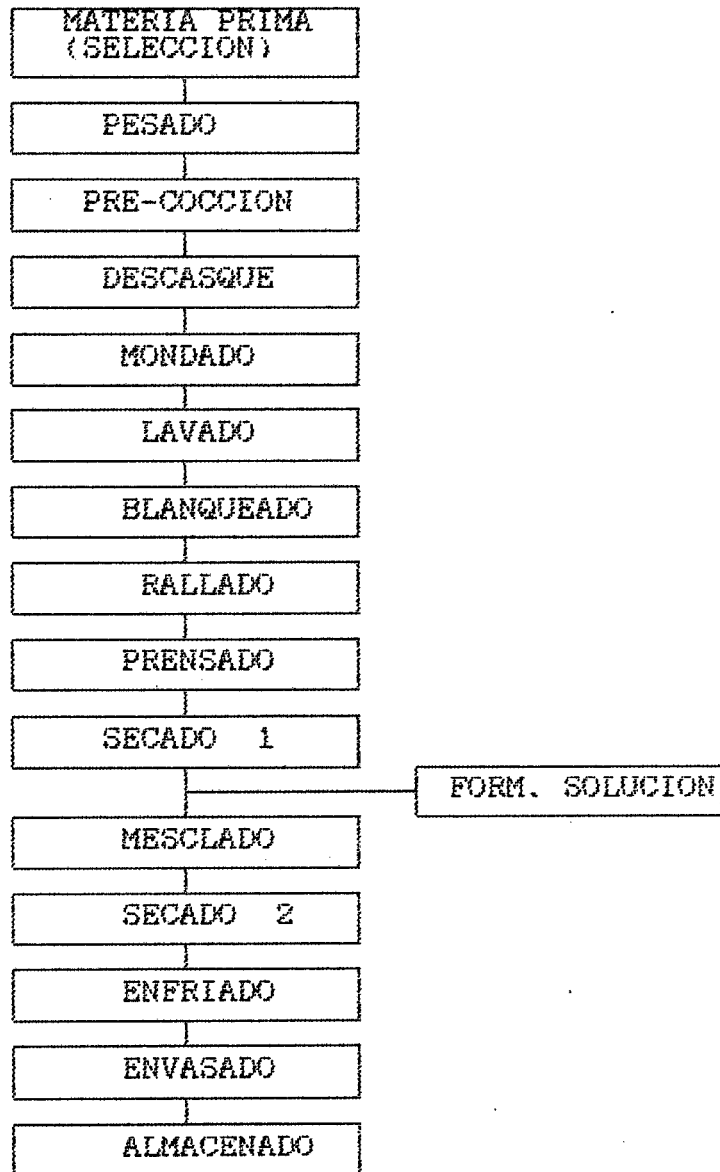
HOJUELAS DULCES Y SALADAS CON ANTIOXIDANTE	MESES DE ALMACENAMIENTO											
	0		1		2		3		4		5	
	HUME	ACIDE	HUME	ACIDE	HUME	ACIDE	HUME	ACIDE	HUME	ACIDE	HUME	ACIDE
H.D GRINDOX 125	0.79	0.060	0.81	0.061	0.82	0.069	0.83	0.077	0.82	0.081	0.82	0.093
M.D. 6-90	0.65	0.049	0.70	0.076	0.70	0.080	0.72	0.085	0.71	0.089	0.73	0.096
H.D TESTIGO	0.82	0.059	0.81	0.071	0.82	0.091	0.85	0.098	0.84	0.110	0.84	0.141
H.S GRINDOX 125	0.90	0.043	0.90	0.055	0.91	0.066	0.90	0.067	0.92	0.068	0.92	0.071
H.S 6-90	0.75	0.054	0.78	0.065	0.80	0.074	0.79	0.073	0.80	0.081	0.79	0.085
H.S TESTIGO	0.83	0.042	0.81	0.065	0.85	0.076	0.84	0.099	0.87	0.103	0.85	0.164

FUENTE : ELABORACION PROPIA

4.3.17 Transporte

El transporte de hojuelas de coco dulces y saladas se realizó en containers de madera desarmables. Conociendo la fragilidad de las hojuelas, el pésimo manipuleo de la carga, etc., se diseñó containers de capacidad de 125 Kg. de 78 cm.x78 cm. de base y de 92 cm. de alto, de 6 tapas, provistos de agujeros para los 26 pernos aseguradores. Además este tipo de embalaje nos permite su fácil retorno y durabilidad.

FIGURA 8 : FLUJOGRAMA DEFINITIVO DE ELABORACION DE HOJUELAS DE COCO (*Cocos nucifera* L.) VARIEDAD HIBRIDO PB-121 DULCES Y SALADAS.



FUENTE : Elaboración Propia

4.4 BALACE DE MASA

CUADRO 17 : BALANCE MASICO POR PROCESO, EN LA ELABORACION DE HOJUELAS DE COCO (*Cocos nucifera* L.), VARIEDAD HIBRIDO PB-121 DULCES Y SALADAS

P R O C E S O	HOJUELAS DULCES (KG)			HOJUELAS SALADAS (KG)		
	ENTRA	SALE	QUEDA	ENTRA	SALE	QUEDA
PESADO (total nueces procesadas)	100.00	----	100.00	100.00	----	100.00
PRE-COCCION	----	3.00	97.00	----	3.00	97.00
DESCASQUE (agua).....	----	21.11	75.89	----	21.11	75.89
(casco).....	----	31.37	44.52	----	31.37	44.52
MONDADO (testa).....	----	9.38	35.14	----	9.38	35.14
LAVADO	----	---	35.14	----	----	35.14
BLANQUEADO	----	---	35.14	----	----	35.14
PRENSADO (leche).....	----	11.92	23.22	----	11.92	23.22
SECADO 1	----	9.88	13.34	----	9.88	13.34
MEZCLADO (azúcar, sal, agua y antioxidante).....	10.23	---	23.57	11.12	----	24.46
SECADO 2	----	4.29	19.28	----	10.50	13.96
ENFRIADO	----	---	19.28	----	----	13.96
ENVASADO	----	0.50	18.78	----	0.50	13.46

FUENTE : Elaboracion Propia

Del cuadro 17, se observa el rendimiento másico en el proceso de elaboración de hojuelas de coco, variedad híbrido PB-121 dulces y saladas, no existiendo variación alguna hasta el secado 1, variando éstas en el proceso de mezclado debido a las concentraciones de solutos. La solución dulce y salada contiene 39,49 y 91,99 % de agua, sustancia eliminable en el proceso de secado 2. Por lo tanto el rendimiento de hojuelas dulces es de 18,78 % y saladas de 13,46 %.

4.5 ANALISIS QUIMICOS

Cuadro 18 : COMPOSICION CALCULADA DE HOJUELAS DE COCO
(*Cocos nucifera* L.), VARIEDAD HIBRIDO PB-121
DULCES Y SALADAS.

C O M P O N E N T E S	P O R C E N T A J E	
	HOJUELAS DULCES	HOJUELAS SALADAS
COCO DESHIDRATADO	68.24	93.75
SACAROSA (AZUCAR)	31.50	3.93
CLORURO DE SODIO (SAL)	0.26	2.34
ANTIOXIDANTE (GRINDOX 125)	100 ppm.	100 ppm

FUENTE : ELABORACION PROPIA

Cuadro 19 : ANALISISQUIMICO PROXIMAL DE HOJUELAS DE COCO
(*Cocos nucifera* L.), VARIEDAD HIBRIDO PB-121
DULCES Y SALADAS.

A N A L I S I S	HOJUELAS DULCES(%)	HOJUELAS SALADAS (%)
HUMEDAD	0.79	0.90
GRASAS	52.70	62.83
PROTEINAS	6.10	6.78
CARBOHIDRATOS	35.69	22.27
MINERALES	0.85	2.30
FIBRA	3.87	4.92
AZUCARES REDUCTORES	NO PRESENTA	NO PRESENTA

FUENTE : ELABORACION PROPIA

4.6 ANALISIS FISICOS

4.6.1 Determinación el valor de la Monocapa.

se determinaron las isoterms de adsorción tanto para las hojuelas de coco dulces y saladas y de acuerdo a sus características hidrofílicas y poder calcular el valor de la monocapa y predecir la humedad de almacenamiento más adecuada, logrando una máxima estabilidad. Para la determinación de las isoterms de adsorción se utilizaron nueve soluciones saturadas.

En la figura 9, se puede apreciar la variación de la humedad de equilibrio con respecto a la actividad de agua.

El vapor calculado de la monocapa de las hojuelas de coco dulces y saladas fue de 0.01493 y 0.03508 gr. agua / gr. materia seca y una actividad de agua de 0.21 y 0.23 respectivamente lo que indica que bajo estas condiciones se espera que los productos sufran mínimos cambios perjudiciales en las hojuelas, por lo tanto es necesario proteger el producto con un empaque impermeable al vapor de agua y gases para minimizar al máximo los cambios y evitando de esta manera la oxidación de los lípidos, debido a que las hojuelas de coco contienen en producto terminado entre 52.7 y 62.83 % de grasas.

El secado de las hojuelas dulces y saladas por debajo de la humedad de la monocapa son por las siguientes razones:

- a) Protección de la oxidación de las hojuelas, mediante la reacción de Maillard.
- b) Obtención de un color natural marrón dorado, sin el uso de colorantes artificiales.
- c) La crocantes de las hojuelas, debido que es un producto de consumo directo.

4.6.2 Granulometría

Se realizó utilizando un juego de tamices vibratorios de la Serie Tyler que van desde 0,85 mm, hasta 12,5 mm. de diámetro de apertura de malla.

Se obtuvo los resultados que se muestra en el cuadro 20.

CUADRO 20: ANALISIS GRANULOMETRICO REALIZADO EN HOJUELAS DE COCO (*Cocos nucifera* L.) VARIEDAD HIBRIDO PB- 121 DULCES Y SALADAS.

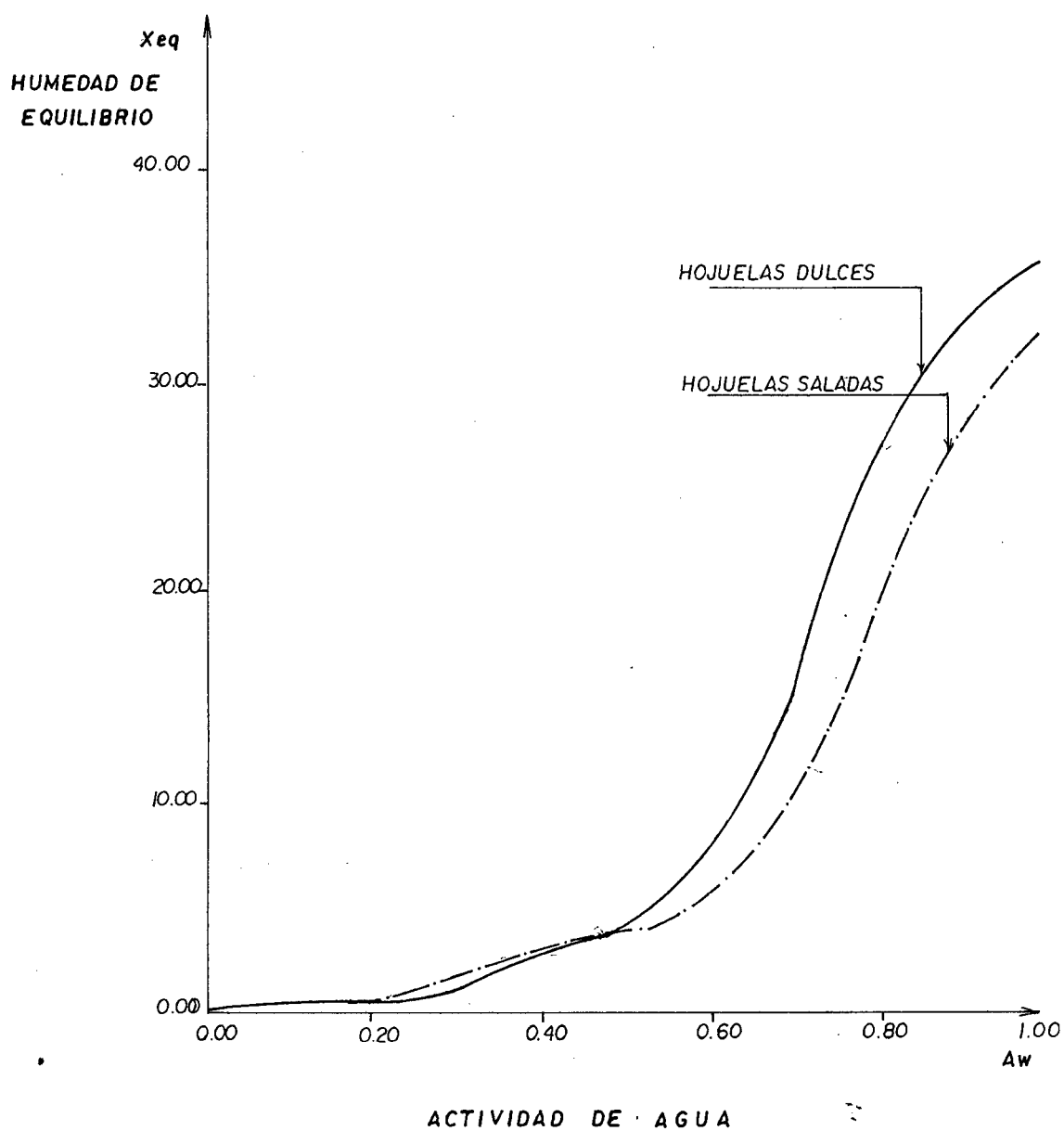
MUESTRA	MODULO FINURA (mm)	INDICE UNIFORMIDAD
HOJUELAS SALADAS	4.85	0 : 2 : 8
HOJUELAS DULCES	5.16	0 : 2 : 8

FUENTE : ELABORACION PROPIA

LEYENDA 0 : Fino
2 : Medio
8 : Grueso

Del cuadro 20, se observa que el mayor porcentaje o cantidad de hojuelas presentes en las muestra corresponden a la categoría o clase "Gruesa"; cuál nos indica que en su mayoría las hojuelas muestran un tamaño grande con promedios de 4,85 mm. y 5,16 mm. respectivamente.

FIGURA 9 : ISOTERMAS DE ADSORCION DE HOJUELAS DE COCO
(*Cocos nucifera* L.) VARIEDAD HIBRIDO
PB-121 DULCES Y SALADAS



FUENTE: ELABORACION PROPIA

4.7 ANALISIS MICROBIOLOGICO

Cuadro 21 : CONTROL MICROBIOLOGICO DE LAS HOJUELAS DE COCO (Cocosnucifera L.) VARIEDAD HIBRIDO PB-121 DULCES Y SALADAS

MICROORGANISMOS	HOJUELAS DULCES	HOJUELAS SALADAS
RECUENTO DE MICROORGANISMOS AEROBIOS MESOFILOS (ufc/g)	220	60
RECUENTO DE COLIFORMES TOTALES (MNP/g)	< 0.3	< 0.3
RECUENTO DE <u>Staphylococcus aureus</u> (NMP/g)	< 0.3	< 0.3
RECUENTO DE HONGOS (ufc/g)	< 10	< 10
RECUENTO DE LEVADURAS (ufc/g)	< 10	< 10
DETENCION DE SALMONELLA	NEGATIVO	NEGATIVO

FUENTE : ELABORACION PROPIA

Del cuadro 21, se puede observar que las hojuelas de coco, variedad hibrido PB-121 dulces y saladas respectivamente, resultaron con baja carga microbiana, de acuerdo a las especificaciones microbiológicas estándares, las muestras fueron analizadas a las 15 y 60 días de almacenadas. Los resultados demuestran el alto grado de aceptancia con que han sido trabajadas las muestras y la seguridad del empaque (impermeable al Vapor de agua y gases).

Así mismo esto se debe, que el medio no es óptimo para el desarrollo de microorganismos, por la alta concentración de solutos y la baja humedad.

4.8 EVALUACION SENSORIAL

Se realizó esta evaluación tanto para las hojuelas de coco dulce y saladas con la ayuda de 10 panelistas semi-entrenados, de acuerdo al modelo estadístico Bloque completo al Azar, y se calificó del 1 al 5.

En los cuadros 22 y 23 se muestran los resultados del análisis de Varianza para hojuelas de coco dulces y saladas.

Cuadro 22 : ANALISIS DEVARIANZA DE LAS EVALUACIONES ORGANOLEPTICAS DE HOJUELAS DE COCO (*Cocos nucifera* L.) VARIEDAD HIBRIDO PB-121 DULCES

ATRIBUTO	F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft (0.05)	Sig.
COLOR	Tratamiento	2	6.87	3.44	1.31	3.604	N.S
	Error	18	47.13	2.62			
	Total	20	61.37				
AROMA	Tratamiento	2	20.07	10.04	6.48	3.604	M.S
	Error	18	27.93	1.55			
	Total	20	52.67				
SABOR	Tratamiento	2	8.60	4.30	4.13	3.604	M.S
	Error	18	18.73	1.04			
	Total	20	35.20				
CROCANTES	Tratamiento	2	9.80	4.90	2.92	3.604	N.S
	Error	18	30.20	1.68			
	Total	20	52.30				
APARIEN. GENERAL	Tratamiento	2	20.07	10.04	8.27	3.604	A.S
	Error	18	21.86	1.21			
	Total	20	49.97				

FUENTE : Elaboración Propia.

Del cuadro 22, se puede decir lo siguiente: Que en los atributos de color y crocantes no existe diferencia significativa alguna; mientras que en los atributos de aroma, sabor y apariencia general existe mediana y alta diferencia significativa respectivamente.

Así mismo se realizó la prueba de Tuckey tanto para las hojuelas dulces y saladas como se muestran en los cuadros 23 y 25 respectivamente.

Cuadro 23 : PRUEBA DE TUCKEY DE LA EVALUACION ORGANOLEPTICA DE LAS HOJUELAS DE COCO (*Cocosnucifera* L.) VARIEDAD HIBRIDO PB-121 DULCES.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	DIFERENCIA	TUCKEY (0.05)	Sig.
A	4.00	1.90	1.26	**
B	3.60	0.40		N.S
C	2.10	1.50		*

FUENTE : Elaboración propia

Formulación de las soluciones:

A: 60% azúcar y 0.5% de sal

B: 55% azúcar y 0.5% de sal

C: 50% azúcar y 0.5% de sal.

Del cuadro 23, se puede decir que el tratamiento A tiene mayor diferencia significativa con respecto a C y menor diferencia significativa entre B y C; no existiendo significación ente A y B.

Cuadro 24 : ANALISIS DE VARIANZA DE LAS EVALUACIONES ORGANOLEPTICAS DE LAS HOJUELAS DE COCO (Cocos nucifera L.) VARIEDAD HIBRIDO PB-121 SALADAS.

ATRIBUTO	F.V	G.L	S.C	C.M	Fc	Ft (0.05)	Sig.
COLOR	Tratamiento	2	13.40	6.70	10.15	3.604	A.S
	Error	18	11.93	0.66			
	Total	20	30.30				
AROMA	Tratamiento	2	13.40	6.70	9.57	3.604	A.S
	Error	18	12.60	0.70			
	Total	20	32.30				
SABOR	Tratamiento	2	21.60	10.80	25.12	3.604	A.S
	Error	18	7.73	0.43			
	Total	20	32.80				
CROCANTEZ	Tratamiento	2	17.27	8.64	14.40	3.604	A.S
	Error	18	10.73	0.64			
	Total	20	31.37				
APARIEN. GENERAL	Tratamiento	2	19.47	9.74	20.72	3.604	A.S
	Error	18	8.53	0.47			
	Total	20	31.87				

FUENTE : Elaboración Propia

Del cuadro 24, se puede decir que en todo los atributos existe alta significación entre tratamientos.

Cuadro 25 : PRUEBA DE TUCKEY DE LA EVALUACION ORGANOLEPTICA DE LAS HOJUELAS DE COCO (Cocos nucifera L.) VARIEDAD HIBRIDO PB-121 SALADAS.

TRATAMIENTOS	PROMEDIOS	DIFERENCIA	TUCKEY (0.50)	Sig.
X	4.40	1.60	0.93	**
Y	3.90	0.50		N.S
Z	2.80	1.10		*

FUENTE : Elaboración Propia

Formulación de las soluciones:

X : 3 % de sal y 5 % azúcar
Y : 3.5 % de sal y 5 % azúcar
Z : 4 % de sal y 5 % azúcar

Al igual que para las hojuelas dulces, existe alta significación entre los tratamientos X,Z; mediana significación entre Y,Z y no significativo entre X,Y.

5. CONCLUSIONES

De los estudios realizados en el presente Trabajo, se han obtenido las siguientes conclusiones:

1. Las etapas de proceso que permitieron la elaboración de hojuelas de coco, dulces y saladas y su posterior almacenamiento y transporte fueron:

Selección

Se debe hacer con bastante cuidado ya que comolas nueces se encuentran desfibradas, están expuestas a deterioro biológico y físico, se desechó un promedio de 12% del total de nueces.

Precocción

Se realizó en autoclave con vapor a presión de 50 Psi y 147°C, por un tiempo de 6 minutos, lo cual facilitó el descasque y una menor pérdida por rotura de nueces 2%.

Descasque

Se realizó en forma manual, el casco representa el 31.37% y el agua el 21.11% de una nuez desfibrada.

Mondado

Se realizó en forma manual, apoyado por un mondador o rallador eléctrico, representa el 9.38% de una nuez desfibrada.

Blanqueado

Se realizó en agua hirviendo a una temperatura de 98°C por un tiempo de 2 minutos.

Rallado

En una ralladora de disco horizontal, se obtuvo hojuelas de 0.5 x 0.5 cm., hasta 2.5 x 4.0 cm.

Prensado

Se realizó en una prensa hidráulica a una presión de 20 Lb/pulg²; el sub producto denominado leche de coco representa el 11.92% de una nuez desfibrada.

Preparación de Soluciones

La solución azucarada contiene 60% de sacarosa, 0.50 de sal común; 39.49% de agua y 100ppm. de antioxidante, mientras que la solución salina, contiene 5% de sacarosa, 3% de sal común, 91,99% de agua y 100 ppm. de antioxidante.

Se utilizó agua a 98°C y luego se pasteurizó la solución a 85°C x 5 minutos.

Mezclado

El tiempo óptimo de mezclado para hojuelas dulces es de 20 minutos y para hojuelas saladas es de 13 minutos.

Segundo Secado

Operación que tiene dos periodos de secado: La primera de evaporación y la segunda de fijación de color dorado.

Las hojuelas dulces tienen una humedad final de 0.7998% y las hojuelas saladas los 0.9003 % y un color marrón dorado.

Enfriado

Operación que se realizó por 10 a 15 minutos.

Envasado

Se realizó en forma semiautomática en bolsas trilaminares (polietileno-aluminio-polietileno), con un peso neto de 50 grs.

Almacenado

se realizó por un periodo de 5 meses a 30°C de temperatura.

Transporte

Se realizó en containers de madera concapacidad para 125 Kg.

2. Al final del tiempo de almacenamiento tanto las hojuelas de coco dulces y saladas no sufren incrementos significativos de humedad, manteniéndose por debajo de 1%, cual demuestra el buen comportamiento del empaque utilizado, así mismo las muestras con antioxidante mantenían por debajo de 0.1% el contenido de acidez expresado como ácido oléico, presentado mejor efectividad el antioxidante GRINDOX 125.

3. De acuerdo a la prueba de preferencia, se observa que el tratamiento A para las hojuelas dulces (60% de azúcar y 0.5% de sal), es la mejor, seguida del tratamiento B (55% de azúcar y 0.5% de sal), para las hojuelas saladas el tratamiento X (3% de sal y 5% de azúcar) es la mejor, seguida del tratamiento Y (3.5% de sal y 5% de azúcar).

4. Las muestras obtenidas presentan las siguientes características: Hojuelas dulces, rendimiento de masa 18.72%, humedad 0.79%, grasa 52.70%, proteínas 6.10%, carbohidratos 35.69%, minerales 0.85% y fibra 3.87% y un valor de monocapa de 0.01493 gr agua/gr materia seca
- hojuelas saladas, rendimiento de masa 13.46%, humedad 0.90%, grasas 62.82%, proteínas 6.78%, carbohidratos 22.27%, minerales 2.30%, fibra 4.92 y valor de la monocapa 0.03508 gr agua/gr materia seca.
- Azúcares reductores en ambas muestras no presenta.

6. RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios sobre la utilización integral de la nuez de coco, (Harina, bebidas, jabones, etc.)
2. A los sub productores como la testa y agua de coco, deben dárseles un uso inmediato en la formulación de alimento para animales.
3. Realizar estudios de costos y mercadeo para productos similares a las hojuelas.
4. Seguir promocionando e incentivando el cultivo del cocotero variedad híbrido PB-121, ampliando de esta manera la frontera agrícola, ya que por sus características tiene un futuro promisorio.
5. Hacer estudios sobre determinación del tiempo útil de las hojuelas de coco dulce y saladas.
6. Realizar estudios comparativos con las dos variedades de cocos en la zona, en la producción de hojuelas de coco.

7. BIBLIOGRAFIA

1. A.O.A.C, 1984, "Official Methods of Analysis of the Association. Official Analytical Chemist". Fourteenth Edition. Virginia - USA.
2. A.O.C.S., 1970, "American Oil Chemists Society". Chicago - USA.
3. BRENNAN, J., BUTTERS, J. COWELL, N. Y LILLYA., 1980, "Las operaciones de la Ingeniería de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza-España.
4. COLLAZOS C. et al, 1975, "La composición de los Alimentos Peruanos". Ministerio de Salud. Instituto de Nutrición Lima -Perú.
5. CORDERO BAUTISTA CARMEN R., 1989, "Elaboración de una Mezcla Instantánea a base de Maíz Amarillo Duro, Quinua, Soya, Zanahoria y Espinaca". Tesis UNA la Molina. Lima -Perú.
6. CHAVEZ SALAZAR A., 1991, "Elaboración de bebida instantánea y manjar en base a frijoles Huasca poroto (Phaseolus vulgaris) y Caupí (vigna unguiculata)". Tesis UNSM. Tarapoto-Perú.
7. CHEFTEL, J.Y CHEFTEL, H., 1976, "Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos ". Vol I. Editorial Acribia. Zaragoza-España.
8. DE MARTIN Z.J. et al, 1980, "Procesamiento del coco: Productos características y utilización". Items Nº III libro "Frutas Tropicales". Brasil.
9. DESROSIER NORMAN W., 1982, " Conservación de los alimetos" Editorial Acribia. Zaragoza - España.
10. EARLE R.L., 1979, "Ingeniería de los alimentos ". Editorial Acribia. Zaragoza - España.
11. ERICH L., 1977, "Conservación Química de los alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza - España.

12. FREMOND, Y. et al, 1981, "El Cocotero, Técnicas Agrícolas y Producciones Tropicales". Editorial Blume. México 12, D.F. México.
13. GEANKOPLIS C. 1982, "Proceso de Transporte y Operaciones unitarias". Editorial C.E.C.S.A. México
14. GRIMWOOD E. 1977, "los productos del Cocotero". Editado por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma - Italia.
15. HART, F. y FISHER, H., 1971, "Análisis Moderno de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza - España.
16. INDDA/DPA/PEHCBM. 1983, " Estudio del Desarrollo Agroindustrial en el Departamento de San Martín". Tarapoto - Perú.
17. INP/ UNI/ BID. 1979, " Proyecto de Inversión Planta de Industrialización del Coco". Lima - Perú.
18. I.R.H.O., 1985, "Práctica Agrícola, Cosecha de los Cocotales mediante el corte de los racimos". Vol. 40 Nº 4. Folleto Nº 254. París - Francia.
19. ITINTEC., 1985 " Hojuelas de Avena ". Norma Técnica Nacional 205.050. Lima - Perú.
20. MACKEY, A., FLORES I. y SOSA, M., 1984, "Evaluación Sensorial de los Alimentos". Fundación CIEPE. Venezuela.
21. MARTINES, F., 1967, "Estudio de la relación humedad: actividad de agua de algunos alimentos". Anales científicos de la Universidad Nacional Agraria-La Molina. Vol. V. Nº 3,4. Lima Perú.
22. OFICINA SECTORIAL DE ESTADISTICA, 1992 "Boletín estadístico del Sector Agrario: 1965 - 1979. Ministerio de Agricultura. Tarapoto-Perú.

23. OHLER, J.G., "El cocotero árbol de vida". Estudio FAO producción y Producción Vegetal. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma - Italia.
24. OSTLE, B., 1980, "Estadística Aplicada". Editorial Limusa S.A. México.
25. RUIZ CASIMIRO O., 1981, "Obtención de harina precocida del frijol de palo (Cajanus cajan) su caracterización y aplicación". TesisUNAS. Tingo Maria - Perú.
26. S.I.S.A. 1,991, "Informe final de venta de plantones de cocos de la variedad Híbrido PB-121". Tarapoto - Perú.
27. SNEDECOR, G. y COCHAN, W., 1974, "Métodos estadísticos". Editorial Continental. México.

8. ANEXOS

A N E X O 1

EVALUACION ESTADISTICA DEL ATRIBUTO COLOR

PANELISTAS	TRATAMIENTO			
	A	B	C	TOTALES
1	4	5	3	12
2	5	3	4	12
3	5	2	1	8
4	5	2	4	11
5	5	4	1	10
6	1	4	5	10
7	4	3	1	8
8	4	5	2	11
9	5	3	4	12
10	3	1	5	9
TOTAL	41	32	30	103
PROMEDIOS	4.1	3.2	3.0	

FUENTE : ELABORACION PROPIA

$$\text{Factor de corrección (e)} = \frac{(\text{TOTALES})^2}{\# \text{ RESPUEST.}} = \frac{(103)^2}{10 \times 3} = 353.63$$

ATRIBUTO	F.V.	G.L.	S.C.	C.M	Fc	Ft	SIG.
COLOR	Tratamiento	2	6.87	3.44	1.31	3.604	N.S
	Error	18	47.13	2.62			
	Total	20	61.37				

Suma de Cuadros Totales = Suma de cuadrados de c/Panel.-e

$$\begin{aligned} \text{S.C. ROTALES} &= (4^2 + 5^2 + 5^2 + \dots + 5^2) - 353.63 \\ &= 415 - 353.63 = 61.37 \end{aligned}$$

Suma de cuadros del Tratamiento Suma de cuadros totales
de c.trat. - e/# Panel.
para cada trat.

$$\text{S.C. TRATA.} = \frac{41^2 + 32^2 + 30^2}{10} - 353.63 = 6.87$$

$$\text{S.C. JUECES} = (12^2 + 12^2 + \dots + 9^2) - 353.63 = 7.37$$

Suma de Cuadrados del Error = S.C Tot. - S.C Trat.

$$\text{S.C. Error} = 61.37 - (6.87 + 7.37) = 47.13$$

$$\text{Cuadrado Medio C.M} = \frac{\text{S.C}}{\text{G.L}} = \frac{6.87}{2} = 3.435$$

$$\text{C.M. Error} = \frac{47.13}{18} = 2.62$$

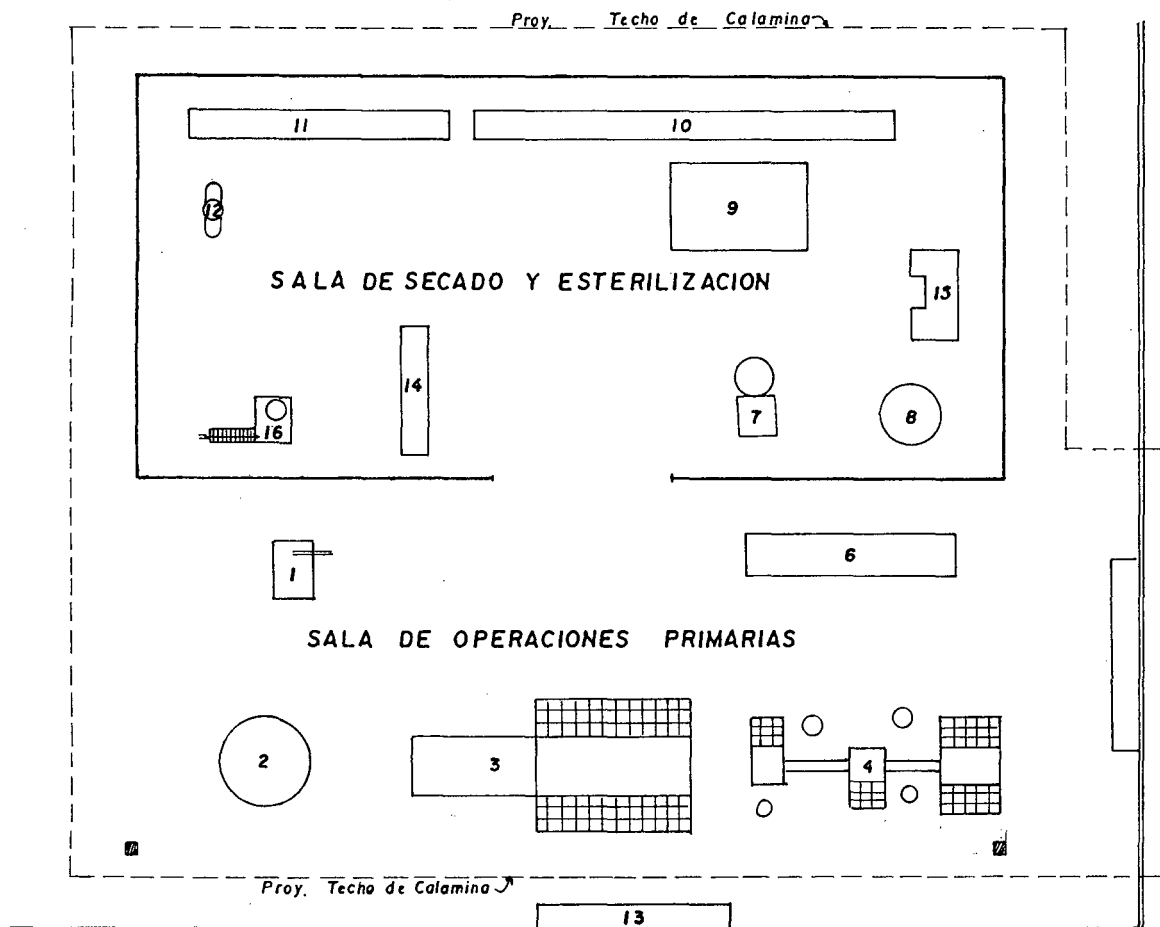
$$\text{F. Calculado Tratamiento} = \frac{\text{C.M Trat}}{\text{C.M Error}} = \frac{3.44}{2.62} = 1.3129$$

F. Tabulado Tratamiento : $\alpha = 0.05$

$$n = 18; m = 2; 3.604$$

A N E X O 2

DISTRIBUCION DE EQUIPOS DE LA PLANTA DE COCO



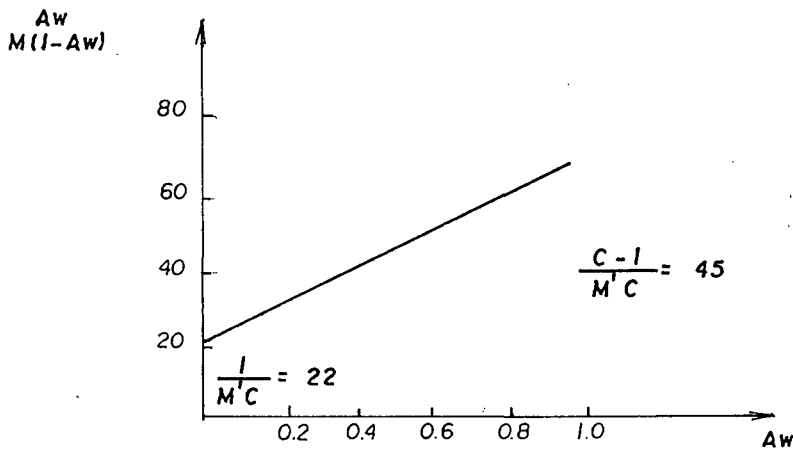
PLANTA DE COCO DESECADO - SELVA INDUSTRIA S.A.

L E Y E N D A			
ITEM	DESCRIPCION	ITEM	DESCRIPCION
1	BALANZA	9	SECADOR
2	AUTOCLAVE	10	ESTERILIZADOR
3	MESA DE DESCASQUE	11	ZARANDA
4	MONDADORA	12	COSEDORA DE SACOS
5	LAVADERO	13	BATERIA DE TRATAMIENTO
6	TINA DE BLANQUEADO	14	TABLERO DE MANDO
7	RALLADORA	15	MEZCLADORA
8	PRENSA HIDRAULICA	16	ENVASADORA

FUENTE: ELABORACION PROPIA

ANEXO 3

CALCULO DEL VALOR DE LA MONOCAPA EN HOJUELAS DE COCO DULCE



FUENTE: ELABORACION PROPIA

CALCULO DE LA HUMEDAD DE EQUILIBRIO
ECUACION DE B.E.T.

$$\frac{Aw}{M(1-Aw)} = \frac{1}{M'C} + \frac{Aw(C-1)}{M'C}$$

$$\frac{1}{M'C} = 22 \quad ; \quad \frac{C-1}{M'C} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1} = \frac{48.0 - 39.0}{0.6 - 0.4} = 45.0$$

$$\frac{C-1}{M'C} \Rightarrow \frac{C}{M'C} - \frac{1}{M'C} = 45.0$$

$$\frac{1}{M'} = 45.0 + 22.0 \Rightarrow M' = \frac{1}{67.0}$$

$M' = 0.01493 \text{ gr. agua/gr. materia seca}$

A N E X O 4

ANALISIS GRANULOMETRICO DE HOJUELAS DE COCO (*Cocos nucifera* L.), VARIEDAD HIBRIDO PB-121 DULCE.

TAMIZ Nº	ABERTURA DE MALLA (mm)	MATERIAL RETENIDO (%)	FACTOR	TOTAL
1/2	12.5	9.8	7	68.6
3/8	9.5	28.5	6	171
4	4.75	43.2	5	216
8	2.36	12.4	4	49.6
10	2	1.5	3	4.5
16	1.18	2.6	2	5.2
20	0.85	1	1	1
PLATO	-	1	0	0
			100	515.9

FUENTE: Elaboración Propia

$$\text{MODULO DE FINURA} = \frac{515.9}{100} = 5.16$$

A N E X O 5

FORMATO DE LA PRUEBA DE ESCALA HEDONICA

INSTRUCCIONES: Por favor pruebe el Producto y marque sólo una de las alternativas para describir cada característica de calidad y califique de acuerdo: El color, aroma, Sabor, crocantez y apariencia general, usando la escala que abajo se detalla.

PRODUCTO -----

NOMBRE DEL PANELISTA-----

FECHA -----

Excelente	5 Puntos
Muy bueno	4 "
Bueno	3 "
Regular	2 "
Malo	1 "

Muestra	Color	Aroma	Sabor	Crocantez	Apariencia gral.
---------	-------	-------	-------	-----------	------------------

-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Una vez comprobado las diferentes muestras, poner el puntaje que le corresponde a cada uno de ellas de acuerdo a la escala establecida.

	<u>Muestra</u>	<u>Puntaje</u>
1.-	-----	-----
2.-	-----	-----
3.-	-----	-----

COMENTARIOS : -----

FUENTE : ELABORACION PROPIA

A N E X O 6

EVALUACION SENSORIAL

METODO PRUEBA TRIANGULAR

PRODUCTO -----

NOMBRE DEL PANELISTA -----

FECHA -----

INSTRUCCIONES

- 1.- Ud. va a recibir 03 muestras, de las cuales 02 son iguales y otra diferente.
- 2.- Ud. debe identificar la muestra diferente.
- 3.- Anote el resultado en el formato.

<u>CODIGO</u>	<u>MUESTRA DIFERENTE (X)</u>
---------------	--------------------------------

_____	_____
_____	_____
_____	_____

4. Identifique con una aspa ó equis (x) el grado de diferencia entre las muestras iguales y la diferente.

- 1.- NINGUNA ()
- 2.- MINIMO ()
- 3.- REGULAR ()
- 4.- BASTANTE ()

A N E X O 7

RESULTADO DEL ENSAYO TRIANGULAR

En la operación de descasque, tratadas a diferentes tiempos de pre-cocción (presión 50 lb/Pulg² y temperatura = 147°C).

TRATAMIENTOS (MINUTOS)	TOTAL DE RESPUESTAS CORRECTAS	GRADO DE DIFERENCIA ENTRE LAS MUESTRAS
10	10	BASTANTE
9	9	BASTANTE
8	7	REGULAR
7	7	REGULAR
6	5	MINIMO
5	5	MINIMO
4	4	MINIMO
3	4	MINIMO
2	1	NINGUNA

FUENTE: Elaboración Propia

MUESTRAS

A Y C = Muestras de coco Testigo sin tratamiento
B = Muestra de coco con Tratamiento

USO DE TABLA : Prueba del triangulo número de observaciones correctas mínimas requeridas.

N° de observaciones 10; α 0.05 = 9 observaciones correctas.

